



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD CONTRA
INCENDIOS BAJO LA NORMA NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION
ASSOCIATION) PARA LA EMPRESA TELCONET S.A. SUCURSAL
SALINAS”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

PERERO REYES WILLIAM JOEL

TUTOR:

Dra. GRACIELA CELEDONIA SOSA BUENO, PhD.

La Libertad - Ecuador

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL

TEMA:

**“PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD CONTRA
INCENDIOS BAJO LA NORMA NFPA (NATIONAL FIRE
PROTECTION ASSOCIATION) PARA LA EMPRESA TELCONET S.A.
SUCURSAL SALINAS”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

PERERO REYES WILLIAM JOEL

TUTOR:

Dra. SOSA BUENO GRACIELA CELEDONIA, PhD

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

UPSE

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Perero Reyes William Joel**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**

TUTOR

f. 
Dra. Sosa Bueno Graciela Celedonia, PhD

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 
Ing. Lucrecia Moreno Alcivar. PhD

La Libertad, a los 03 del mes de diciembre del año 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS BAJO LA NORMA NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION) PARA LA EMPRESA TELCONET S.A. SUCURSAL SALINAS”, elaborado por el Sr. PERERO REYES WILLIAM JOEL, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

f. 
Dra. Sosa Bueno Graciela Celedonia, PhD

La Libertad, a los 03 del mes de diciembre del año 2024

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Perero Reyes William Joel**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación. **Propuesta de sistema de gestión de seguridad contra incendios bajo la norma NFPA (Fational Fire Protection Association) para la empresa Telconet S.A. sucursal Salinas**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi/nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 3 del mes de Diciembre del año 2024



f. _____
Perero Reyes William Joel

AUTORIZACIÓN

Yo, **Perero Reyes William Joel**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **propuesta de sistema de gestión de seguridad contra incendios bajo la norma NFPA (National Fire Protection Association) para la empresa Telconet S.A. sucursal Salinas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 3 del mes de Diciembre del año 2024



f. _____
Perero Reyes William Joel

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema "PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS BAJO LA NORMA NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION) PARA LA EMPRESA TELCONET S.A. SUCURSAL SALINAS" elaborado por el Sr. PERERO REYES WILLIAM JOEL, egresado de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un X% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
Reporte

TESIS PERERO REYES FINAL - 1

1%
Texto respetado

1. Similitud
2. Similitud no reconocida
3. Fuentes patentadas o generadas por IA

Nombre del documento: TESIS PERERO REYES FINAL - 1.docx
ID del documento: 8532102043196923480140x1881a081a
Tamaño del documento original: 236,31 KB
Autor(es): J

Organización: GRACIELA CELEDONIA SOSA BUENO
Fecha de reporte: 27/12/2024
Tipo de carga: Informe
Fecha de fin de sesión: 27/12/2024

Numero de palabras: 18.780
Numero de caracteres: 121.069

Ubicación de las similitudes en el documento

FIRMA DEL TUTOR

f. 
Dra. Sosa Bueno Graciela Celedonia, PhD.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

CERTIFICADO DE REVISIÓN DE LA REDACCIÓN Y ORTOGRAFÍA.

Yo, Magister. Oswaldo Flavio Castillo Beltrán. Certifico: Que he revisado la redacción y ortografía del Trabajo de Integración Curricular: **"PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS BAJO LA NORMA NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION) PARA LA EMPRESA TELCONET S.A. SUCURSAL SALINAS"**, elaborado por el egresado. **Perero Reyes William Joel**, previo a la obtención del título de: **INGENIERO INDUSTRIAL**.

Para efecto he procedido a leer y analizar de manera profunda el estilo y la forma del contenido del texto:

- Se denota pulcritud en la escritura en todas sus partes
- La acentuación es precisa
- Se utilizan los signos de puntuación de manera acertada
- En todos los ejes temáticos se evita los vicios de dicción
- Hay concreción y exactitud en las ideas
- No incurre en errores en la utilización de las letras
- La aplicación de la sinonimia es correcta
- Se maneja con conocimiento y precisión de la morfosintaxis
- El lenguaje es pedagógico, académico, sencillo y directo, por lo tanto es de fácil comprensión.

Por lo expuesto y en uso de mis derechos como Magister en Docencia y Gerencia en Educación Superior, recomiendo la VALIDEZ ORTOGRÁFICA del Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial y deja a vuestra consideración el certificado de rigor para los efectos legales correspondientes.

Atentamente,


Dr. Oswaldo Castillo Beltrán. Mg
Registro SENESCYT 1006-11-733293
Cuarto Nivel

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me han acompañado en este viaje académico. En primer lugar, a mi madre, Ángela Reyes Bazán, por su amor incondicional y su apoyo constante. Su dedicación y sacrificio han sido una fuente de inspiración para mí.

A mi abuela, María Bazán Yagual, por sus valiosas enseñanzas y por ser un pilar en mi vida. Su sabiduría y cariño han iluminado mis días.

También quiero agradecer a mis amigos, quienes han estado a mi lado en los momentos de alegría y en los desafíos. Su motivación y apoyo han sido esenciales para completar esta etapa.

A todos ustedes, gracias por creer en mí y por ser parte de este logro.

William Perero Reyes.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre, Ángela Reyes Bazán cuyo amor y apoyo incondicional me han acompañado en cada paso de este viaje. Tu dedicación y sacrificio han sido fundamentales en mi formación, y cada logro que alcanzo es un reflejo de tus enseñanzas y valores.

A mi abuela, María Bazán Yagual, por ser una fuente constante de sabiduría y fortaleza. Tu ejemplo de perseverancia y amor familiar me ha inspirado a enfrentar cada desafío con valentía y determinación. Gracias por tus consejos y por estar siempre a mi lado.

A mis amigos, quienes han compartido este camino conmigo: su apoyo, risas y motivación han hecho que los momentos difíciles sean más llevaderos. Cada uno de ustedes ha dejado una huella en mi vida, y estoy agradecido por las experiencias y recuerdos que hemos creado juntos.

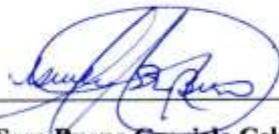
Esta tesis es un testimonio del esfuerzo colectivo de todos ustedes. Gracias por creer en mí y por ser parte de este importante capítulo de mi vida.

William Perero Reyes.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcivar PhD.
DIRECTOR DE CARRERA

f. 
Ing. Franklin Reyes Soriano, Mgtr.
DOCENTE ESPECIALISTA

f. 
Dra. Sosa Bueno Graciela Celedonia, PhD
DOCENTE TUTOR

f. 
Dra. Sosa Bueno Graciela Celedonia, PhD
DOCENTE UIC

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN	III
APROBACIÓN DEL TUTOR	IV
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	V
AUTORIZACIÓN	VI
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	VII
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	VIII
AGRADECIMIENTOS	IX
DEDICATORIA	X
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
INDICE DE ANEXOS	XVI
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS	XVII
RESÚMEN	XVIII
ABSTRACT	XIX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	11
MARCO TEÓRICO	11
1.1 Antecedentes del estudio.....	11
1.2 Estado del arte.....	14
1.3 Fundamentos teóricos	34
1.3.1 Sistema de gestión de la seguridad contra incendios	34
1.3.2 Normas NFPA	37
CAPÍTULO II	44
MARCO METODOLÓGICO	44
2.1. Tipo y diseño de investigación	44
2.2. Variables y operacionalización	44
2.3. Población y muestra.....	47
2.3.1 Población.....	47
2.3.2 Muestra.....	47
2.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	47

2.4.1	Técnicas de recolección de los datos.....	47
2.4.2	Instrumentos de recolección de los datos.....	48
2.5.	Procedimientos.....	50
2.6.	Método de análisis de datos.....	50
2.7.	Matriz de consistencia.....	52
CAPÍTULO III.....		54
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		54
3.1.	Validación y confiabilidad de instrumento.....	54
3.1.1.	Validación de instrumento.....	54
3.1.2.	Resultados de las encuestas.....	56
3.1.3.	Confiabilidad de instrumento.....	64
3.2.	Empresa de estudio.....	65
3.3.	Diagnóstico inicial.....	67
3.4.	Inspección interior de la instalación.....	73
3.5.	Evaluación de riesgo mediante el método de Méseri.....	74
3.6.	Propuesta de investigación.....	76
3.6.1	Cálculo de extintores.....	76
3.6.2	Sistema de rociadores.....	77
3.6.3	Áreas por proteger.....	79
3.6.4	Densidad y área de diseño.....	80
3.6.5	Equipo de bombeo.....	93
3.6.6	Volumen de cisterna.....	96
3.7.	Verificación de resultados.....	97
3.8.	Costo del proyecto.....	102
3.9.	Marco de discusión.....	104
3.10.	Limitaciones del estudio.....	105
CONCLUSIONES.....		106
RECOMENDACIONES.....		107
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		108
ANEXOS.....		115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados obtenidos en las bases de datos	19
Tabla 2. Resultados finales de artículos y tesis.....	21
Tabla 3. Sintetización de datos de los documentos seleccionados	26
Tabla 4. Matriz de operacionalización de la variable independiente	45
Tabla 5. Matriz de operacionalización de variable dependiente	46
Tabla 6. Matriz de consistencia.....	52
Tabla 7. Validación de expertos.....	55
Tabla 8. Resultados del análisis de alfa de cronbach	65
Tabla 9. Reglamento contra incendios	67
Tabla 10. Solución de problemas bajo normas NFPA	71
Tabla 11. Aspectos evaluados internamente	73
Tabla 12. Resultados del método de Méseri	75
Tabla 13. Distancia entre rociadores	79
Tabla 14. Áreas y su valor correspondiente	80
Tabla 15. Flujo de bombas bajo NFPA 20.....	94
Tabla 16. Reglamento contra incendios propuesto	98
Tabla 17. Porcentaje de cumplimiento.....	101
Tabla 18. Matriz de Méseri propuesto	101
Tabla 19. Datos para la prueba t student	102
Tabla 20. Resultados de la prueba de muestra emparejadas	102
Tabla 21. Costos del proyecto.....	103
Tabla 22. Indicadores financieros	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del mapeo sistemático de la literatura.....	14
Figura 2. Diagrama Prisma del resumen de la revisión de la literatura	20
Figura 3. Resultados del enfoque de investigación.....	28
Figura 4. Resultados diseño de investigación.....	29
Figura 5. Resultados de metodologías utilizadas.....	30
Figura 6. Resultados métodos de investigación.....	31
Figura 7. Resultados de técnicas de recolección de datos	32
Figura 8. Resultados de los instrumentos de recolección de datos	33
Figura 9. Procedimiento NFPA	38
Figura 10. Resultados - P1	56
Figura 11. Resultados - P2.....	57
Figura 12. Resultados - P3.....	58
Figura 13. Resultados - P4.....	58
Figura 14. Resultados - P5.....	59
Figura 15. Resultados - P6.....	60
Figura 16. Resultados - P7.....	60
Figura 17. Resultados - P8.....	61
Figura 18. Resultados - P9.....	61
Figura 19. Resultados - P10.....	62
Figura 20. Imagen referente de la empresa de estudio	65
Figura 21. Ubicación de Telconet.....	66
Figura 22. Imágenes referentes de la inspección interna	74
Figura 23. Área de cobertura de rociadores.....	79
Figura 24. Distribución de áreas	80
Figura 25. Curva de densidad y área.....	81
Figura 26. Distribución de los rociadores en las áreas	81
Figura 27. Distancia entre rociadores	82
Figura 28. Curva de incremento de presión.....	94
Figura 29. Especificaciones técnicas	95
Figura 30. Curva de rendimiento de la bomba.....	95
Figura 31. Duración del rociador.....	96

INDICE DE ANEXOS

Anexo A. Matriz de validación por expertos.....	115
Anexo B. Validación de instrumento.....	117
Anexo C. Validación de instrumento	117
Anexo D. Validación de instrumento	117
Anexo E. Validación de instrumento.....	117
Anexo F. Validación de instrumento.....	117
Anexo G. Resultados de encuestas	122

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

1. M.C.A.: Metros de columna de agua
2. PSI: Libras por pulgada cuadrada (Pounds per Square Inch)
3. NFPA: National Fire Protection Association
4. ASTM: American Society for Testing and Materials
5. BIE: Boca de Incendios Equipadas
6. NTE INEN: Normas Técnicas Ecuatorianas (Instituto Ecuatoriano de Normalización)
7. RF-120: Resistencia al Fuego de 120 minutos
8. Kg/cm²: Kilogramos por centímetro cuadrado
9. GPM: Galones por minuto (Gallons per Minute)
10. VAN: Valor Actual Neto
11. TIR: Tasa Interna de Retorno
12. PRI: Período de Recuperación de la Inversión

“PROPUESTA DE SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS BAJO LA NORMA NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION) PARA LA EMPRESA TELCONET S.A. SUCURSAL SALINAS”

Autor: Perero Reyes William Joel

Tutor: Dra. Graciela Celedonia Sosa Bueno, PhD

RESÚMEN

La seguridad contra incendios es un aspecto esencial para garantizar la protección de las instalaciones y la seguridad de los empleados en una empresa. El objetivo de esta propuesta es desarrollar un sistema de gestión de seguridad contra incendios basado en las normas NFPA para Telconet S.A., sucursal Salinas, con el fin de minimizar los riesgos de incendio. La metodología empleada incluye un análisis detallado de las normas NFPA, una evaluación de los riesgos específicos de la empresa y el diseño de un plan de implementación adaptado a sus necesidades, con énfasis en la mejora continua, bajo el enfoque deductivo y diseño no experimental. Los resultados obtenidos indican que el cumplimiento del reglamento actual, inicialmente en 21.05%, podría elevarse al 63.16% con la implementación del sistema propuesto. La evaluación de riesgos mediante el método de Méseri mostró un incremento en el nivel de riesgo, reflejado en puntajes de 5.186 y 6.549 antes y después de la propuesta. En conclusión, la implementación de un sistema de gestión de seguridad contra incendios basado en las normas NFPA en Telconet S.A., sucursal Salinas, muestra una mejora significativa de 1.363 (79%) en el cumplimiento normativo y en la reducción de riesgos asociados.

Palabras Claves: sistema contra incendios, NFPA, rociadores, extintores, riesgos, sistema

“PROPOSAL FOR A FIRE SAFETY MANAGEMENT SYSTEM UNDER THE NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION) STANDARD FOR THE COMPANY TELCONET S.A. SALINAS BRANCH OFFICE”

Author: Perero Reyes William Joel

Tutor: Dra. Graciela Celedonia Sosa Bueno, PhD

ABSTRACT

Fire safety is an essential aspect to ensure the protection of facilities and the safety of employees in a company. The objective of this proposal is to develop a fire safety management system based on NFPA standards for Telconet S.A., Salinas branch, to minimize fire risks. The methodology employed includes a detailed analysis of the NFPA standards, an evaluation of the company's specific risks and the design of an implementation plan adapted to its needs, with emphasis on continuous improvement, under a deductive approach and non-experimental design. The results obtained indicate that compliance with the current regulations, initially at 21.05%, could be increased to 63.16% with the implementation of the proposed system. The risk assessment using the Méseri method showed an increase in the level of risk, reflected in scores of 5.186 and 6.549 before and after the proposal. In conclusion, the implementation of a fire safety management system based on NFPA standards at Telconet S.A., Salinas branch, shows a significant 1.363 (79%) improvement in regulatory compliance and associated risk reduction.

Key words: fire system, NFPA, sprinklers, fire extinguishers, hazards, system, system

INTRODUCCIÓN

Un tema de preocupación mundial para las organizaciones, los gobiernos e instituciones multinacionales es que, a pesar de los avances, aún existen fallos en muchos sistemas de seguridad y salud en el trabajo (SST). La seguridad y salud en el trabajo es un área compleja que busca proteger la salud del trabajador y asegurar las condiciones de las instalaciones, equipos y materiales dentro de una organización.

La SST, o seguridad laboral, comprende un conjunto de medidas implementadas en los procesos productivos, máquinas, instalaciones e incluso en los hábitos de los trabajadores, para prevenir y evitar accidentes laborales (Blanco & Lopez, 2015). En este contexto, la SST ha sido fundamental en la prevención de accidentes y pérdidas humanas, basándose en hechos lamentables que han afectado a muchas personas.

Para ilustrar la situación de los accidentes de trabajo a nivel mundial, la OIT (2019) indica que anualmente mueren 2,78 millones de trabajadores por esta causa, y aproximadamente 374 millones de trabajadores sufren accidentes no mortales. Esto representa una pérdida de aproximadamente un 4% del PIB mundial debido a los días de trabajo perdidos, llegando al 6% o más en algunos países como México. Además, hay costos intangibles no considerados en estas cifras, como el sufrimiento humano y las enfermedades ocupacionales derivadas de los accidentes laborales.

Los incendios, en particular, representan una de las situaciones más devastadoras en términos de accidentes que afectan la SST, son fenómenos químicos de combustión que resultan de la mezcla de oxígeno con sustancias combustibles bajo el calor (Portillo, 2019). A nivel mundial se ve la necesidad de protegerse de los incendios, las normas NFPA es una buena opción al respecto.

En Latinoamérica, cada país es responsable de gestionar sus sistemas de prevención, como por ejemplo en Colombia, un estudio titulado “Diseño del sistema contra incendios de extinción y detección para la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, conforme a la Norma NFPA y la NSR-10” fue presentado en la Universidad Distrital Francisco José De Caldas, ubicada en Bogotá, Colombia. El objetivo del estudio era “Diseñar un sistema de extinción y detección de incendios para la Facultad Tecnológica de acuerdo con las normas NFPA y NSR-10”. El proyecto se desarrolló bajo la Norma NFPA 909, Code for the Protection of Cultural Resources, aplicable a bibliotecas y museos. El diseño incluyó un

sistema de supresión de incendios con rociadores automáticos y gabinetes contra incendios, siguiendo los parámetros de la NFPA 13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems, así como un sistema de detección automática de incendios basado en la NFPA 72 National Fire Alarm Code.

Se realizó un diagnóstico utilizando el título de la norma NSR-10, considerando aspectos como la tubería de la red de gabinetes, el cuarto de bombas, el tanque de almacenamiento y los extintores. Este análisis reveló que la tubería de la red no contenía agua, lo que podría tener consecuencias catastróficas en caso de incendio. Los gabinetes contra incendios estaban en mal estado físico y presentaban oxidación en algunos puntos. Además, no existían planos de la red contra incendios, y el cuarto de bombas presentaba varias inconsistencias según la NFPA 2019, como la falta de una placa anti-vórtice y de soportes adecuados.

En este sentido, el diseño del sistema contra incendios contribuyó a la protección de las instalaciones de la universidad, facilitando la notificación y evacuación temprana del personal (Molano & Rodriguez, 2017). Priorizar que existan los equipos NFPA o algún sistema contra incendio, en perfectas condiciones, se minimiza situaciones catastróficas.

Al igual en las provincias del Ecuador, como en Azuay, específicamente en su capital Cuenca, se realizó una investigación denominada “Diseño de un sistema contra incendios para la edificación de una institución financiera en la ciudad de Cuenca” presentado por la Universidad Politécnica Salesiana del país. Los resultados del análisis inicial se basaron en las condiciones del edificio, tanto subsuelo, planta baja y hasta la tercera planta identificando los posibles riesgos como cortocircuito y falta de sistema de extinción, señalando que es de suma importancia tener seguridad ante un posible conato de incendio y que este no debe de causar pérdidas al momento de activarse. Dentro de la propuesta de investigación se clasificaron los riesgos de cada área a proteger, señalando la solución para extinguir un posible incendio mediante rociadores, estableciendo áreas, ubicaciones, densidad, caudal, presión y simulaciones, utilizando la NFPA 14 como guía, requiriendo un volumen de 49 m³ para la cisterna y así satisfacer a todo el sistema de rociadores adecuadamente (Zhunio, 2024).

Por otro lado, el estudio titulado “Diseño de un sistema contra incendio bajo las normas NFPA en la planta potabilizadora Aguapén ubicada en la parroquia Atahualpa de la Provincia de Santa Elena”, presentado en la Universidad de Guayaquil, para la provincia de Santa Elena – Ecuador. Los principales hallazgos del diagnóstico revelaron varias debilidades: el 100% de

los trabajadores reportó no haber recibido capacitación en prevención de riesgos de incendio, no conocer un plan de prevención en caso de incendio, no haber recibido capacitación en primeros auxilios, desconocer si los extintores están señalizados, no conocer la ruta de evacuación en caso de emergencia y no haber realizado simulacros de evacuación. Además, la aplicación del método MESERI indicó que el nivel de riesgo de incendio en cada área era inaceptable, ya que todas las áreas obtuvieron una puntuación entre 3 y 5.

Estos resultados llevaron al diseño de un sistema contra incendios basado en las deficiencias identificadas (Soriano, 2019). Se concluye que, según las normas NFPA, la organización presentaba un riesgo ordinario. Para calcular los extintores necesarios se utilizó la norma NFPA 10, el diseño de rociadores se basó en la norma NFPA 13, se consideró la instalación de gabinetes de incendio en las oficinas administrativas y en el laboratorio de calidad, y la elección de la bomba estacionaria se realizó conforme a la norma NFPA 24.

La aplicación de las normas NFPA (National Fire Protection Association) es de suma importancia dentro de una entidad, debido a que estas son capaces de garantizar la seguridad de las personas, infraestructura y activos de las empresas, para el caso en particular de este estudio, la implementación de estas normas en la gestión integrada de la seguridad contra incendios aplicada en la empresa privada Telconet S.A. establecerán los estándares mínimos para la prevención, detección y control de incendios dentro de sus oficinas administrativas.

Telconet S.A., es una empresa que se especializa en servicios de telecomunicaciones para grandes corporaciones y servicios mayoristas, entre sus principales tareas se encuentran: internet, conectividad, redes, seguridad informática, soluciones, entre otras. La importancia de la aplicación recae en la creación de un marco de trabajo integral para la gestión de seguridad en temas de incendios dentro de la infraestructura mencionada anteriormente, incluyendo una planificación, implementación y evaluación de las medidas de seguridad contra incendios que existe actualmente, mismas que serán reestructuradas según la normativa vigente en cuanto a elementos que coadyuvan a la protección en caso de conatos de incendios como el sistema integrado, detectores de humo, equipos extintores y la señalética necesaria.

Las normas NFPA garantiza la continuidad de los negocios de la empresa. En caso de una eventualidad la aplicación de los estándares puede ayudar a la mitigación de daños recayendo en una disminución de tiempo de reparación para la reactivación de las actividades. Para una buena aplicación de la normativa NFPA dentro de la empresa Telconet sucursal Salinas es necesario realizar una evaluación para constatar el estado actual de los sistemas,

equipos y señalética necesarias para el funcionamiento óptimo de un plan de acción contra incendios. Esto incluye la identificación de los riesgos específicos existentes dentro de las oficinas, la evaluación de las medidas de seguridad a aplicar en caso de un conato de incendio mismas que se someterán a modificación de ser necesario para mejorarlas.

Una vez determinado los riesgos dentro de las oficinas es importante definir las medidas de seguridad contra incendios a aplicar en el momento de la eventualidad como la instalación de equipos de detección de incendios, sistemas de extinción de fuego, instalación de señalética, instalación de equipos de avisos visuales y sonoros, y la capacitación de personal en técnicas de evacuación seguras.

Adicional a todo el proceso, es necesario la realización de pruebas de manera regular de los diferentes sistemas de protección contra incendios instalados en las oficinas con la finalidad de asegurarse de que estos estén en óptimas condiciones y su funcionamiento sea el adecuado, este tipo de verificaciones incluye, pruebas en detectores de humo, sistemas de extinción de incendios (extintores, mangueras, boquillas y bombas en caso de que existan) y la constatación de la señalética empleada, es decir, que se encuentren en un lugar visible, que sean claras y que tengan información relevante y necesarias para un plan de acción.

Otro de los aspectos importantes es la elaboración de un plan de emergencia que sea eficaz al momento de la aplicación en un conato de incendio, este debe incluir los procedimientos de una manera clara y detallada para la evacuación, la designación de responsabilidades al personal, y los números de contacto directo con los cuerpos de bomberos del sector y demás servicios de emergencia como policía, paramédicos, hospitales, Gestión de riesgos, y demás que tengan injerencia en los casos de emergencia.

Una manera efectiva de evaluar los procedimientos definidos y normados en las NFPA es la realización de simulacros de conatos de incendios dentro de las oficinas con el personal, con el objetivo de medir tiempos de respuestas, organización y responsabilidades de los colaboradores, y en caso de ser necesario realizar las mejoras adecuadas para una mejor respuesta.

El objetivo principal de la investigación se enfoca en la elaboración de un plan de acción contra incendios para minimizar cualquier tipo de riesgo o accidente posible, mediante una propuesta para la empresa de estudio. Con el fin de cumplir con el objetivo propuesto, se menciona que la investigación es realizada de la siguiente manera: como primero, la búsqueda

de información relevante en artículos científicos y tesis académica que se relacionen con las dos variables principales, siendo estos “sistema contra incendios” y “normas NFPA”, logrando obtener información sobre los antecedentes y como aplicar la norma para minimizar riesgo de incendios; como segundo, bajo los resultados de información en el estado del arte se plantea analizar las alternativas de enfoque, diseño, metodología, método, técnica e instrumentos de recolección de datos para observar la opción óptima para la investigación, en base a su uso en los estudios seleccionados.

Como tercero, mediante los resultados del análisis del estado del arte, se plantean las componentes del marco metodológico de la investigación, detallando la alternativa, su concepto y uso o participación en el estudio, además del plan de recolección de datos; en cuarto lugar, se pone en ejecución el procedimiento metodológico o metodología seleccionada en el estado del arte, describiendo cada una de sus etapas para obtener información sobre el diagnóstico actual, solución de problemas, y obtención de resultados. Por último, se compara los resultados actual y propuesto, se realiza el análisis de rentabilidad del proyecto y se plantea tanto la discusión, conclusión y recomendaciones de la investigación.

Planteamiento del Problema

La globalización y el desarrollo tecnológico ha logrado realizar cambios en el ámbito laboral, logrando una alta competitividad, la sistematización de procesos y una alta exigencia en temas de calidad y optimización de tiempo. Sin embargo, las organizaciones públicas y privadas se ven preocupadas, pues a pesar de todos los avances organizacionales aún existen falla en los sistemas de seguridad y salud en el trabajo, conociendo que esta es un área compleja, cuyo principal objetivo es la protección de la salud integral del trabajador, así como la preservación de las condiciones de la infraestructura, maquinarias, equipos que sean parte de la organización, comprendido esto se puede mencionar que la seguridad laboral es el conjunto de medidas que se deben implementar entro de los todos los procesos inherentes a la empresa como procesos productivos, maquinaras e incluso en los hábitos de los trabajadores, permitiendo la prevención y protección frente a los accidentes que se puedan dar en la jornada laboral (Panduro, 2020).

Uno de los principales inconvenientes que se presentan en las oficinas administrativas son los conatos de incendios, durante el período comprendido entre las fechas 1 de enero del 2020 al 31 de diciembre del 2023, se registraron 9 incidentes atribuibles a fallas en los sistemas

eléctricos, específicamente por cortocircuitos. Estos sucesos ocurrieron en diversas áreas de la empresa y se observaron patrones comunes como sobrecarga en los circuitos, instalación defectuosa o mal funcionamiento de los equipos utilizados en las oficinas. por lo tanto, es importante el mantenimiento de un sistema contra incendios que funcione de manera adecuada con la finalidad de que el personal pueda evacuar de manera inmediata y segura para ponerse a buen resguardo. Dentro de las oficinas administrativas de Telconet sucursal Salinas es evidente el descuido de las normativas de seguridad que mitigan el riesgo de situaciones adversas en caso de un incendio.

El mal estado de la señalética y la poca visibilidad es un referente para que las personas evacuen de manera desorganizada pudiendo llegar a convertirse en un peligro al no saber hacia dónde evacuar ni conocer los puntos de encuentro, situación que se vuelve riesgosa y en el momento de la verificación del personal no se pueda realizar de manera adecuada, esta situación puede llegar a tener consecuencias fatales.

Por otro lado las señales auditivas y lumínicas inexistentes en las oficinas se convierte en otro factor pues esto evita que el personal pueda realizar una evacuación con tiempo al desconocer la situación, cabe mencionar que el único lugar donde existe este tipo de señalética es en el departamento médico, mismo que cuando es activado no se puede escuchar en toda la unidad de negocio por lo que el aviso es transmitido de manera tradicional (boca a boca) desencadenando una mala operatividad de evacuación. Una de las formas de combatir un conato de incendio, cuando recién inicia, es el uso de extintores, mismos que deben ser del tipo y tamaño adecuado, dependiendo del lugar y los materiales que se encuentren alrededor.

Sin embargo, dentro de las oficinas Telconet sucursal Salinas, existen extintores que no cumplen con la normativa en cuanto a tamaño y tipo de extintores, en una observación generalizada se pudo apreciar que estos se encuentran caducados y en algunos la presión dentro del tanque es insuficiente para ser utilizados en caso de emergencia, esto puede provocar que el conato se expanda de manera incontrolable y producir serios daños a la infraestructura y a la integridad física de los usuarios y trabajadores, pudiendo llegar a tener consecuencias mortales.

Es de suma importancia que la administración de la empresa involucre a los trabajadores en tareas de capacitación ante este tipo de situaciones adversas, la carencia de un cuerpo, unidad o brigada contra incendios permite que la vulnerabilidad de daños físicos mantenga un índice elevado en este tipo de eventos, y el descuido del cumplimiento de las normativas para la prevención de riesgos frente a conatos de incendios.

Formulación del problema de investigación

I. Problema general

¿Cómo puede diseñarse un sistema de gestión de seguridad contra incendios, basado en las normativas NFPA, para disminuir los riesgos asociados a incendios y fortalecer la seguridad integral en las operaciones de la empresa Telconet S.A., sucursal Salinas?

II. Problemas específicos

1. ¿Qué información relevante sobre la aplicación de las normativas NFPA en sistemas de gestión contra incendios puede obtenerse a través de un mapeo sistemático de la literatura?
2. ¿Cómo puede estructurarse un marco metodológico que, basado en los resultados del estado del arte y las técnicas de recolección de datos, oriente el diseño de un sistema de gestión de seguridad contra incendios?
3. ¿De qué manera el desarrollo de un sistema de gestión de seguridad contra incendios, basado en el procedimiento guía, puede contribuir a disminuir los riesgos asociados a incendios en las instalaciones de Telconet S.A., sucursal Salinas?

III. Justificación del estudio

1. Justificación teórica

El estudio proporciona un marco teórico sólido fundamentado en las normas de la National Fire Protection Association (NFPA), reconocidas internacionalmente por sus altos estándares en seguridad contra incendios. La integración de estas normas en la gestión de seguridad de Telconet S.A. permite explorar su aplicación en un contexto específico, aportando al cuerpo teórico existente sobre seguridad industrial y la gestión de riesgos. Esto fortalece el conocimiento sobre la prevención de incendios y permite generar modelos replicables para empresas similares.

2. Justificación práctica

La investigación tiene una aplicación práctica directa, busca diseñar un sistema de gestión de seguridad contra incendios ajustado a las necesidades particulares de Telconet, sucursal Salinas. Esto no solo protege la salud y seguridad de los empleados, sino que también

garantiza la preservación de los activos de la empresa y la continuidad operativa. Además, la propuesta es económicamente viable, la inversión inicial será compensada con la reducción de accidentes, pérdidas materiales y tiempos de inactividad.

3. Justificación metodológica

El enfoque metodológico del estudio permite una evaluación detallada de las condiciones actuales de la empresa frente a los estándares NFPA, identificando vulnerabilidades y áreas de mejora. La combinación de diagnóstico, diseño de medidas correctivas y un plan de acción basado en normativas probadas internacionalmente asegura que los resultados sean precisos, confiables y aplicables tanto en Telconet como en otras empresas del sector. Este enfoque asegura un proceso replicable que puede servir como modelo para futuras investigaciones.

4. Justificación social

La propuesta tiene un impacto social positivo, tanto dentro como fuera de la empresa. A nivel interno, los empleados de Telconet se beneficiarán de un entorno laboral más seguro, lo que reducirá el estrés y mejorará la calidad de vida en el trabajo. A nivel externo, el estudio puede servir de referencia para otras empresas del sector, promoviendo la adopción de sistemas de gestión de seguridad contra incendios y fomentando una cultura de prevención y seguridad a nivel regional y nacional, mejorando así las condiciones laborales en la industria.

IV. Limitaciones de la investigación

- 1. Participación del personal administrativo y directivos:** el éxito del proyecto depende en gran medida de la colaboración activa del personal administrativo y de los directivos de Telconet S.A., su compromiso es esencial para la elaboración y ejecución efectiva del plan de acción. Sin una adecuada implicación de estos actores clave, la implementación del sistema de gestión de seguridad podría verse afectada, limitando el alcance y los resultados esperados.
- 2. Requerimientos presupuestarios:** la creación y capacitación de una brigada contra incendios es fundamental para asegurar el cumplimiento continuo de las normativas NFPA y los estándares propuestos. No obstante, este proceso requiere de un presupuesto asignado específicamente para la formación del personal y la compra de equipos necesarios. Las limitaciones financieras podrían retrasar o dificultar la implementación completa del plan de acción.

3. **Alcance técnico del proyecto:** el estudio se centra exclusivamente en el análisis técnico y la proyección de la instalación de un sistema eficiente de detección y extinción de incendios. No incluye la adquisición, instalación o puesta en marcha de los equipos recomendados, lo que limita el impacto inmediato del proyecto. Cualquier implementación real de los sistemas propuestos deberá abordarse en un proyecto posterior que considere la inversión y ejecución de estos.
4. **Limitación geográfica y de infraestructura:** La investigación se focaliza únicamente en las oficinas administrativas de la sucursal Salinas de Telconet S.A. No abarca el análisis ni las proyecciones para otras infraestructuras, como sucursales adicionales o estaciones de control de nodos. Por lo tanto, los resultados y recomendaciones obtenidos no pueden ser generalizados a otras instalaciones de la empresa sin realizar estudios adicionales que consideren las características específicas de esos espacios.

Objetivos de la investigación

OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema de gestión de seguridad contra incendios, basado en las normativas de la National Fire Protection Association (NFPA), para disminuir riesgos asociados a incendios en la empresa Telconet S.A.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1. Construir el estado del arte sobre la gestión de seguridad contra incendios, mediante un mapeo sistemático de la literatura, para recopilar información relevante sobre la aplicación de las normativas NFPA en sistemas de gestión contra incendios.

OE2. Estructurar el marco metodológico de la investigación, fundamentado en los resultados del estado del arte, como las técnicas de recolección de datos, y el procedimiento guía que oriente el diseño del sistema de gestión.

OE3. Desarrollar el sistema de gestión de seguridad contra incendios, basado en el procedimiento guía propuesto, con el objetivo de disminuir los riesgos asociados a incendios en las instalaciones de Telconet S.A., sucursal Salinas.

Hipótesis de investigación

1. Hipótesis general

Un sistema de gestión de seguridad contra incendios, diseñado conforme a las normativas NFPA, permite disminuir significativamente los riesgos asociados a incendios y fortalecer la seguridad integral en las operaciones de Telconet S.A., sucursal Salinas.

2. Hipótesis específicas

1. La identificación de los riesgos de incendio en la empresa Telconet S.A., sucursal Salinas, permitirá establecer los puntos críticos donde el sistema de gestión de seguridad contra incendios basado en la norma NFPA debería enfocarse para optimizar la seguridad.
2. El análisis de los requisitos de la norma NFPA aplicables a las operaciones de Telconet S.A. revelará áreas de mejora en la infraestructura y procedimientos actuales, lo que puede guiar la propuesta del sistema de gestión de seguridad contra incendios.
3. La propuesta de un sistema de gestión de seguridad contra incendios bajo la norma NFPA para Telconet S.A., sucursal Salinas, teóricamente contribuiría a mejorar la prevención y respuesta ante incendios, reduciendo los riesgos potenciales y fortaleciendo la seguridad en la empresa.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes del estudio

Dentro de los antecedentes de la investigación en base a las variables de estudio, se muestran los siguientes estudios: los autores Caiza (2023) en su proyecto titulado "Diseño de un sistema contra incendios para una fábrica cortadora de papel industrial", realizado en la Universidad Indoamérica en Quito-Ecuador, desarrollaron un sistema de protección contra incendios para una fábrica que carecía de normativas de seguridad, poniendo en riesgo tanto a sus trabajadores como a la infraestructura. Para ello, emplearon el método Méseri para evaluar el riesgo, y se basó en las normativas NFPA 10, 13, 20, 22 y 24, determinando un alto riesgo de incendio con un 95% de probabilidad.

El proyecto incluyó el diseño de un sistema que abarcó cálculos para rociadores, tuberías, bomba y cisterna, presentados en cuadros, planos y fórmulas técnicas. Tras la implementación del sistema, se logró reducir el riesgo de incendio al 38%, lo que supone una disminución del 57%, beneficiando significativamente la seguridad de la fábrica y la protección de vidas, materia prima e infraestructura.

También, Masquiarán (2019) realizó un estudio titulado "Sistema de protección contra incendio bajo la normativa NFPA para aplicar en la zona de talleres de la UTFSM, sede Concepción", presentado en la Universidad Técnica Federico Santa María, Concepción, Chile. Se realizó un análisis comparativo de los aspectos que determinan las exigencias de la resistencia al fuego entre la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y la NFPA, observándose en el taller mecánico los principales riesgos están vinculados con presencia de equipos de trabajo mecánicos y eléctricos.

Así como diversidad de motores hidráulicos, bombas centrifugas, piezas industriales, máquinas para cortar madera y mesones metálicos, mientras que en el taller de construcción se encontraron materiales plásticos, diluyente y aguarrás, en pocas cantidades; asimismo, en el taller eléctrico y el de mecánica automotriz, no se almacenaban sustancias peligrosas que pudieran iniciar un incendio; en el taller de estructuras se encontró material peligroso, 2 cilindros de oxígeno de 10m³, 2 cilindros de gas licuado de 45 kg, 2 cilindros de Argón, de 10m³, 3 cilindros de Argón + CO₂; esta observación permitió evidenciar la necesidad de proponer un sistema de protección contra incendio bajo la normativa NFPA.

En este sentido, las principales conclusiones indican que la empresa incumplía con la norma chilena y la OGUC, al no contar con el número mínimo de redes húmedas conectadas, por lo que fue necesario plantear soluciones individuales y generales para reducir los riesgos de incendio, se propuso así la construcción de un estanque acumulador de agua independiente, cumpliendo con la norma NFPA y en consecuencia poder actuar efectivamente ante un incendio.

Mientras que, Soriano (2019) realizó el estudio titulado “Diseño de un sistema contra incendio bajo las normas NFPA en la planta potabilizadora Aguapen ubicado en la parroquia Atahualpa de la Provincia de Santa Elena”, presentado en la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Los principales resultados del diagnóstico evidenciaron debilidades, los trabajadores manifestaron no haber recibido capacitación en prevención riesgos de incendio (100%), también aseguran no conocer un plan de prevención en caso de incendio (100%), tampoco han recibido capacitación de primeros auxilios (100%), asimismo, desconocen si los extintores están señalizados (100%), tampoco conocen la ruta de evacuación en caso de una situación de emergencia como un incendio (100%) y afirman no haber realizado simulacros de evacuación (100%); por otra parte, la aplicación del método MESERI permitió obtener el nivel de riesgo de incendio de cada área, resultando no aceptable (por estar en el rango de 3 y 5 en todas las áreas); estos resultados condujeron al diseño de un sistema contra incendios en base a las deficiencias encontradas.

Entre las conclusiones, la autora señala que a través de las normas NFPA se determinó la existencia de un riesgo ordinario en la organización, mientras que para el cálculo de extintores necesarios se usó la norma NFPA 10, el diseño de rociadores se realizó de acuerdo con la norma NFPA 13, asimismo, se consideró la instalación de gabinetes de incendio en las oficinas administrativas y en el laboratorio de calidad, la elección de la bomba estacionaria se realizó en base a la NFPA 24.

Al mismo tiempo, Freire & Torres(2019) desarrolló el estudio “Estructura y diseño técnico de sistema de Protección Contra Incendios en una Industria de Plástico Bajo Norma NFPA”, presentado en la Universidad Internacional Sek, Quito, Ecuador. Los resultados del diagnóstico realizado mostraron que la carga calorífica ponderada o la densidad de fuego (Q_s) en el área de Fabricación y Venta con 4 actividades con una calificación baja y 7 en calificación media, en tanto, en el área de Almacenamiento.

Con la actividad con una calificación baja y 4 en calificación media; con nivel de riesgo intrínseco variado, que puede resumirse como Bajo Nivel 1 ($Q_s < 425$) en las Bodegas A y F, Bajo Nivel 2 ($850 < Q_s < 425$) en las Bodegas D y E, Medio Nivel 5 ($1700 < Q_s < 3400$) en la Bodega G, Alto Nivel 6 ($3400 < Q_s < 6800$) en las Bodegas B y C, Alto Nivel 6 ($3400 < Q_s < 6800$) en el Intermedio, Planta Baja; asimismo, la zona de riesgo de las bodegas, de acuerdo a los contenidos (NFPA 101) y la ocupación de cada uno de ellos (NFPA 13).

Entre las conclusiones de la autora, señala que la empresa se encontró en un alto riesgo de incendio, evidenciándose que no contaba con un sistema de detección y extinción, así también, se verificó la presencia de sistemas contra incendios internos en diversas áreas (extintores PQS, CO₂, espumas AFFF), observándose de igual forma el desconocimiento de varios colaboradores en cuanto a respuestas ante emergencias.

Así mismo, Molano & Rodriguez (2017) desarrollaron un estudio titulado “Diseño del sistema contra incendios de extinción y detección para la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, conforme a la Norma NFPA y la Normas Sismo Resistente (NSR-10)”, presentado en la Universidad Distrital Francisco José De Caldas, ubicada en Bogotá, Colombia, planteado con el objeto de diseñar el sistema de extinción y detección de incendios para la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, conforme a la norma NFPA.

El proyecto fue desarrollado bajo la Norma NFPA 909, Code for the Protection of Cultural Resources, la cual aplica para bibliotecas o museos. De esta manera, el diseño se estructuró con un sistema de supresión de incendios con rociadores automáticos y gabinetes contra incendios, bajo los parámetros de la NFPA 13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems; además del sistema de detección automática de incendios, diseñado bajo la NFPA 72 National Fire Alarm Code. Se llevó a cabo un diagnóstico empleando la norma NSR-10, tomando en cuenta los aspectos: tubería red de gabinetes, cuarto de bombas, tanque de almacenamiento, y extintores.

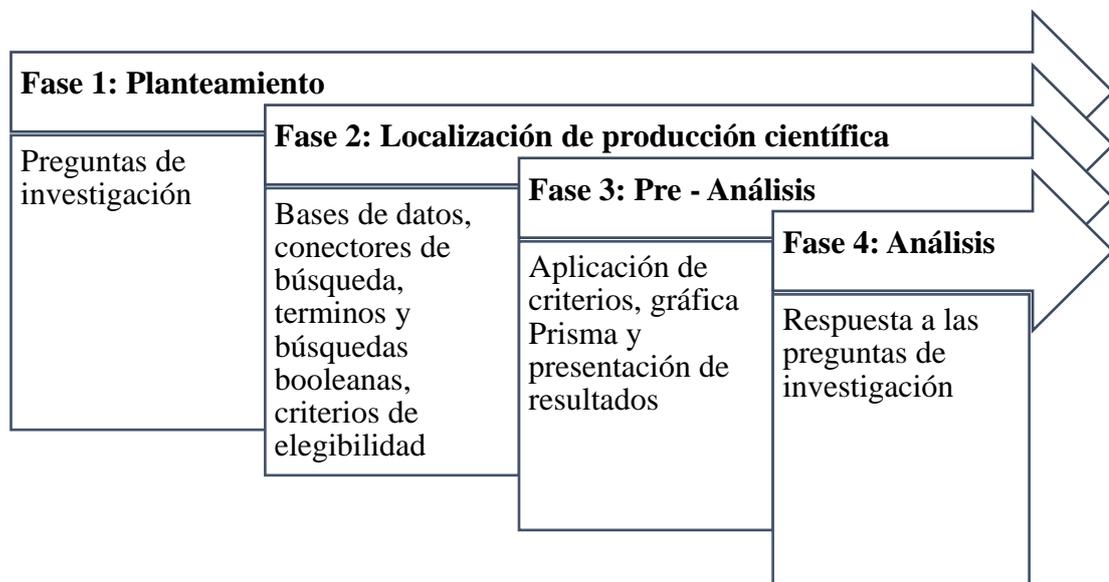
Esta evaluación permitió evidenciar que la tubería de la red no tiene agua, por lo que un incendio, tendría consecuencias catastróficas; asimismo, los gabinetes contra incendio estaban en mal estado físico y en algunos puntos con oxidación; tampoco había planos de la red contra incendios; mientras que el cuarto de bombas evidenció varias inconsistencias en función de lo establecido en la NFPA 2019, como la ausencia de una placa anti-vórtice y de soportes. En tal sentido, el diseño del sistema contra incendios logró contribuir la protección

de las instalaciones de la universidad en un 20%, simplificando las actividades de notificación y evacuación temprana del personal (Molano & Rodríguez, 2017).

1.2 Estado del arte

Con el fin de obtener información relevante para la investigación, se plantea el uso del mapeo sistemático de la literatura, siendo un proceso riguroso de revisión de la literatura científica que permita identificar las contribuciones más relevantes sobre el tema de la seguridad contra incendios y las normativas NFPA en contextos similares al de Telconet. Para el cual, va a seguir como guía la investigación de Navarro & Ramírez (2018), la misma que aplica las siguientes etapas de investigación mostradas en la Figura 1.

Figura 1. *Etapas del mapeo sistemático de la literatura*



Nota: Elaborado por el autor, en base a (Navarro & Ramírez, 2018)

Las etapas presentadas en la Figura 1, se pueden describir de la siguiente manera:

Fase 1 – Planteamiento: en esta fase inicial, se define claramente el problema de investigación y se formulan preguntas específicas que guiarán todo el proceso de mapeo sistemático. Este paso es crucial para delinear el alcance y los objetivos del estudio.

Fase 2 – Localización de producción científica: durante esta etapa, se lleva a cabo la búsqueda de literatura relevante utilizando diversas bases de datos académicas. Se emplean conectores de búsqueda y términos específicos relacionados con el tema, junto con operadores booleanos para afinar los resultados. Además, se aplican criterios de elegibilidad para filtrar

estudios que cumplan con las condiciones preestablecidas del mapeo.

Fase 3 – Pre-Análisis: aquí se realiza una evaluación preliminar de los estudios recuperados. Se aplican criterios de inclusión y exclusión más detallados para seleccionar los estudios que serán incluidos en el análisis final. También se podría utilizar una gráfica tipo PRISMA para visualizar el proceso de selección y descarte de los estudios.

Fase 4 – Análisis: esta fase implica el análisis profundo de los estudios seleccionados para responder a las preguntas de investigación planteadas en la primera fase. Se sintetiza la información recabada, se identifican patrones, tendencias y brechas en la literatura existente, y se extraen conclusiones relevantes que contribuyen al conocimiento del área investigada.

Ante lo mencionado, se presenta la ejecución de las fases del mapeo sistemático.

Fase 1. Planteamiento

En esta fase inicial del mapeo sistemático, se define el objetivo principal de la investigación y se formulan las preguntas de investigación que guiarán la búsqueda y análisis de la literatura relevante. Las preguntas planteadas para esta investigación son:

1. **¿Cuál es el enfoque y diseño utilizado por los autores en la propuesta de sistemas de gestión de seguridad contra incendios bajo las normas NFPA?** Aquí, se pretende comprender las metodologías predominantes que se han utilizado para investigar y desarrollar sistemas de gestión de seguridad, incluyendo los enfoques cualitativos, cuantitativos o mixtos.
2. **¿Cuál es la metodología más comúnmente empleada en la investigación de sistemas de gestión de seguridad contra incendios conforme a las normas NFPA?** Esta pregunta busca identificar las estrategias y modelos que los autores han empleado en sus estudios y cómo han estructurado sus propuestas para abordar la gestión de seguridad contra incendios de acuerdo con las normas NFPA.
3. **¿Qué métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos se utilizan con mayor frecuencia en estudios relacionados con sistemas de gestión de seguridad contra incendios y normas NFPA?** Se busca detallar los métodos de recolección de datos, como encuestas, entrevistas, observaciones o análisis documental, que los investigadores han utilizado para recoger información relevante en el contexto de la gestión de seguridad contra incendios.

Además, se plantea una pregunta adicional para obtener las mejores alternativas para la investigación:

1. **¿Cuál es la solución recomendada para las tres preguntas principales en la investigación, o qué herramientas y enfoques deben utilizarse basándose en estas preguntas?** Esta pregunta adicional tiene como objetivo identificar las mejores prácticas y soluciones efectivas basadas en las respuestas a las tres preguntas principales.

Fase 2. Localización de las Fuentes

2.1 Bases de datos

Para llevar a cabo una búsqueda exhaustiva y eficiente de la literatura relevante, se utilizarán varias bases de datos académicas reconocidas. Estas bases de datos son:

1. **Google Académico:** esta plataforma proporciona acceso a una amplia gama de artículos académicos, tesis y libros. Su cobertura abarca múltiples disciplinas y es útil para encontrar literatura de acceso abierto y estudios relevantes en diversos idiomas.
2. **Lens:** es una herramienta de búsqueda que permite explorar patentes y literatura académica. Ofrece una perspectiva integral de la investigación existente y ayuda a identificar estudios relevantes y citas en un contexto más amplio.
3. **ScienceDirect:** especializada en ciencias y tecnología, ScienceDirect ofrece acceso a una gran colección de artículos de revistas científicas revisadas por pares. Es particularmente útil para encontrar investigaciones detalladas y estudios recientes en el campo de la gestión de seguridad contra incendios.
4. **Scopus:** una de las bases de datos más completas para la investigación científica, Scopus cubre una amplia gama de disciplinas y proporciona acceso a artículos, conferencias y publicaciones de alta calidad. Es esencial para realizar un análisis exhaustivo y encontrar investigaciones relevantes en la gestión de seguridad contra incendios.

2.2 Conectores de búsqueda

Los conectores booleanos son fundamentales para refinar y orientar las búsquedas en las bases de datos académicas. Se utilizaron los siguientes conectores:

1. **AND:** este conector se emplea para combinar dos o más términos de búsqueda, asegurando que los resultados incluyan todos los términos especificados. Por ejemplo, la búsqueda de “sistema de gestión de la seguridad contra incendios” AND “normas NFPA” garantizará que los documentos encontrados contengan ambos conceptos.
2. **OR:** este conector se usa para ampliar la búsqueda, incluyendo resultados que contengan al menos uno de los términos especificados. Utilizar “sistema de gestión de la seguridad contra incendios” OR “normas NFPA” permitirá encontrar documentos que aborden cualquiera de los términos de búsqueda, ampliando así el alcance de la búsqueda.
3. **NOT:** este conector ayuda a excluir términos no deseados de los resultados de búsqueda. Por ejemplo, “sistema de gestión de la seguridad contra incendios” NOT “otras normas” excluirá documentos que no se centren en las normas NFPA, filtrando resultados irrelevantes.

2.3 Términos de búsqueda

Para asegurar una búsqueda exhaustiva, se utilizarán los siguientes términos de búsqueda, adaptados a los idiomas relevantes:

1. **En español:**

"Sistema de gestión de la seguridad contra incendios": este término engloba la estructura y procedimientos utilizados para gestionar la seguridad en caso de incendio.

"Normas NFPA": se refiere a las normas establecidas por la National Fire Protection Association para la gestión de seguridad contra incendios.

2. **En inglés:**

"fire safety management system": similar al término en español, este término se refiere al sistema utilizado para gestionar la seguridad contra incendios.

"NFPA standards": hace referencia a las normas y directrices emitidas por la National Fire Protection Association en inglés.

2.4 Búsquedas booleanas

Se diseñarán búsquedas booleanas para asegurar la inclusión de estudios relevantes y

específicos:

En español:

1. (“sistema de gestión de la seguridad contra incendios” AND “normas NFPA”) - Esta búsqueda identifica documentos que traten sobre ambos conceptos en conjunto.
2. (“sistema de gestión de la seguridad contra incendios” OR “normas NFPA”) - Amplia los resultados para incluir documentos que contengan cualquiera de los términos.
3. (“sistema de gestión de la seguridad contra incendios” NOT “otras normas”) - Excluirá resultados que se centren en normas distintas a las de NFPA.
4. (“normas NFPA” AND “sistema de gestión de la seguridad contra incendios”) - Asegura que los documentos incluyan ambos términos específicos.

En inglés:

1. (“fire safety management system” AND “NFPA standards”) – Busca artículos que incluyan ambos términos en conjunto.
2. (“fire safety management system” OR “NFPA standards”) - Incluye documentos que aborden cualquiera de los términos.
3. (“fire safety management system” NOT “other standards”) - Excluye estudios que no se enfoquen en las normas NFPA.
4. (“NFPA standards” AND “fire safety management system”) - Garantizará que los resultados contengan ambos términos relevantes.

2.4 Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión:

1. Artículos de investigación y tesis de pregrado y grado publicados entre 2017 y 2024.
2. Documentos de libre acceso
3. Publicaciones en inglés o español
4. Fuentes que utilicen al menos uno de los términos de búsqueda o ambas variables

Criterios de exclusión:

1. Artículos que no se enfoquen en "sistema de gestión de la seguridad contra incendios" o "normas NFPA"
2. Documentos fuera del rango de años especificado (anterior a 2017 o posterior a 2024)
3. Fuentes que no sean de libre acceso
4. Publicaciones en idiomas distintos al inglés o español
5. Tesis y artículos que no sean de pregrado, grado o investigación relevante

Fase 3: Pre – Análisis

En esta sección, se presenta el total de documentos científicos recuperados en las distintas bases de datos consultadas. La búsqueda se llevó a cabo utilizando palabras clave específicas y filtros correspondientes al área de estudio. A continuación, se muestra la Tabla 1, que detalla la cantidad de artículos identificados por cada base de datos, lo que permite observar las diferencias en la cobertura y relevancia de cada fuente de información

Tabla 1. *Resultados obtenidos en las bases de datos*

Base de datos	Total
Google Académico	995
Lens	5089
ScienceDirect	78
Scopus	3418
Total	9580

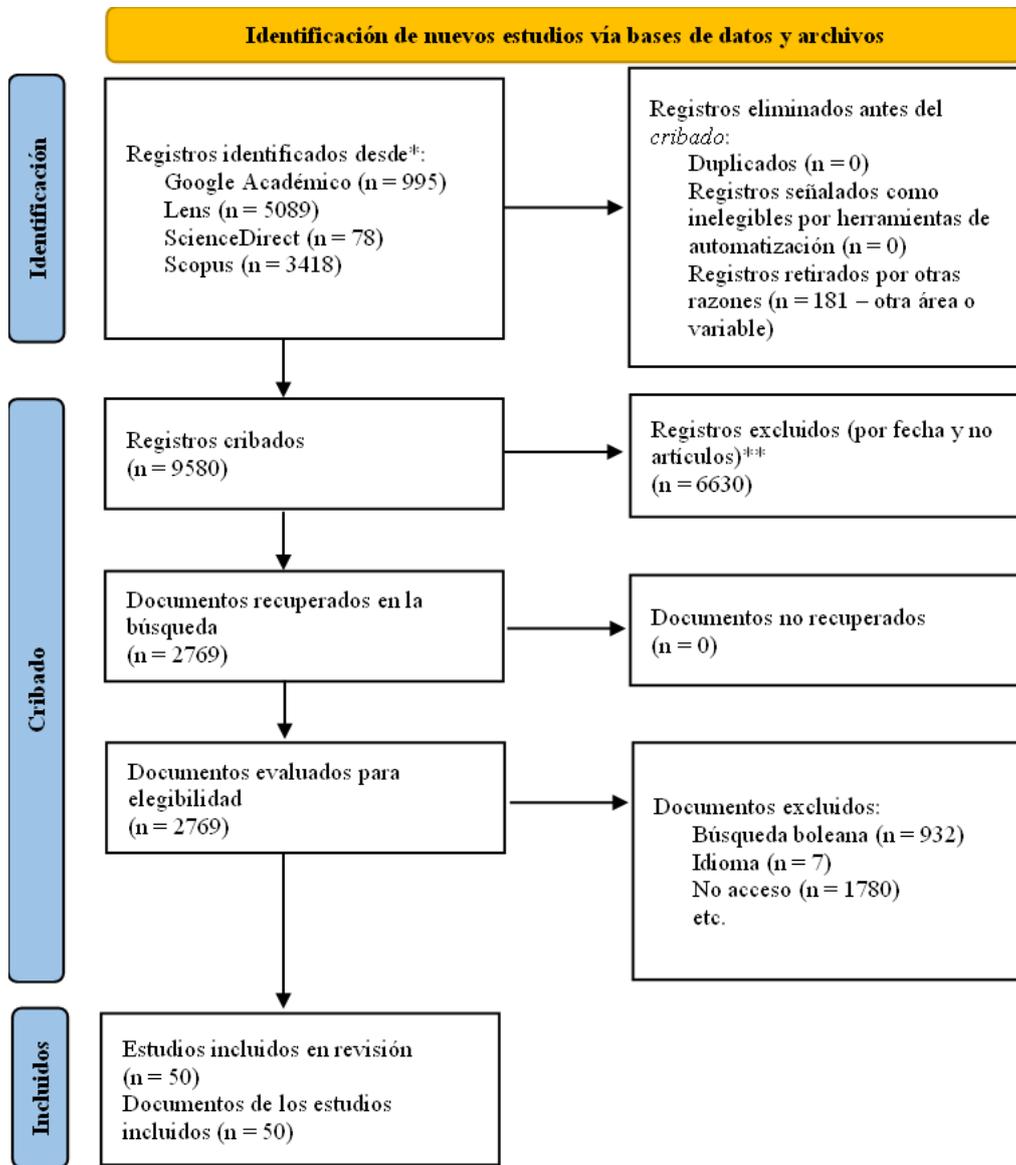
Nota: Elaborado por el autor.

Como se observa en la Tabla 1, las bases de datos Lens y Scopus fueron las más productivas en términos de recuperación de documentos relevantes. La variabilidad en los resultados refleja tanto las particularidades de cada base como el enfoque de los repositorios. Esta información es clave para refinar futuras búsquedas y para comprender mejor los recursos disponibles en el campo de estudio.

A estos resultados, se le aplicaron criterios de elegibilidad para filtrar los documentos relevantes al estudio. En total, se identificaron 50 documentos científicos, de los cuales 14 son artículos de investigación y el resto corresponden a tesis de grado y pregrado. En la Figura 2, se resume la eliminación de estos documentos según las etapas de cribado y los seleccionados

tras la aplicación de los criterios.

Figura 2. Diagrama Prisma del resumen de la revisión de la literatura



Nota: Elaborado por el autor.

En la Figura 2, se da a conocer el total de artículo eliminador por cada uno de los criterios de elegibilidad, de los cuales 181, son separados por pertenecer a otras áreas y no contar con las variables presentadas, un total de 6630 por fecha y no ser artículos o tesis académica, 7 por idioma diferente a español e inglés, 1780 por no tener el libre acceso a la información, y por último 932 por búsquedas booleanas, teniendo como resultado un total de 50 documentos para el estudio.

De la misma manera, se presenta la Tabla 2, en donde se detallan los títulos de los documentos seleccionados, los autores correspondientes y las principales variables estudiadas en cada uno de ellos. Esta información es crucial para realizar un análisis exhaustivo del enfoque de cada estudio y de su pertinencia en el marco del proyecto.

Tabla 2. *Resultados finales de artículos y tesis*

N°	Título	Autor	Variables
1	Diseño de un sistema contra incendios en base a la norma NEC-HS-IC para una empresa turística	Tituaña (2024)	Sistema contra incendios - NFPA
2	Diseño de un sistema contra incendios para la edificación de una institución financiera en la ciudad de Cuenca	Zhunio (2024)	Sistema contra incendios - NFPA
3	Herramientas y técnicas modernas de protección contra incendios. Una revisión bibliográfica actualizada	Medina & Medina (2024)	Sistema contra incendios
4	Análisis de seguridad contra incendios para minimizar el riesgo en construcciones con el sistema de Steel Framing	Quezada et al. (2024)	Sistema contra incendios
5	Desafíos y perspectivas en la implementación del sistema de protección contra incendios en instituciones federales de educación superior en Brasil	Franco & Gaydeczka (2024)	Sistema contra incendios
6	Propuesta de un diseño contra incendios en una estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias en el cantón Naranjal	Vizhco (2023)	Sistema contra incendios - NFPA
7	Fire risk assessments and fire protection measures for wind turbines: A review	You et al. (2023)	Sistema contra incendios - NFPA
8	Fire protection system design for thermal power plants	Tian & Zhang (2023)	Sistema contra incendios
9	Diseño de un Sistema contra Incendio en base a la normativa NFPA, para una fábrica cortadora de papel higiénico industrial y servilletas de uso doméstico	Caiza (2023)	Sistema contra incendios - NFPA
10	Diseño del sistema contra incendios de la empresa Ecuaquímica Portoviejo.	Intriago & Rodríguez (2022)	Sistema contra incendios - NFPA

N°	Título	Autor	Variables
11	Diseño de un sistema contra incendios para mejorar la política pública	Salas & Aguilera (2022)	Sistema contra incendios - NFPA
12	Ampliación y mejoramiento del sistema contra incendios del centro comercial Buenaventura Moreno del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, cumpliendo con las Normas Técnicas del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios del Ecuador, NEC HS CI y NFPA	Méndez & Ponce (2022)	Sistema contra incendios - NFPA
13	Adaptation of Fire-Fighting Systems to Localization of Fires in the Premises: Review	Kuznetsov et al. (2022)	Sistema contra incendios
14	Implementación de Protección contra Incendios en Procesos Constructivos	Carbo(2022)	Sistema contra incendios
15	Propuesta de rediseño del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la Dirección Distrital 05D01 Latacunga Salud, bajo la Norma NFPA	Chacón & Cordova (2021)	Sistema contra incendios - NFPA
16	Programa para la incorporación de la seguridad humana y protección contra incendios en la planta industrial Tico 2 de la empresa Tico Electronics TPE S.A.	López (2021)	Sistema contra incendios - NFPA
17	Comparación de costos entre: el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios (2020) y el Manual de Disposiciones Técnicas Generales al Reglamento sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios (2013) basados en bodegas de almacenamiento	Fernández (2021)	Sistema contra incendios - NFPA
18	Evaluación financiera aplicada a una empresa de sistemas de detección contra incendios en la ciudad de Bogotá	González et al. (2021)	Sistema contra incendios
19	Diseño de un sistema contra incendio por tubería húmeda para la sala de cables del edificio de control de la planta de tratamiento del agua de mar de refinería talara	Garrido & Chavarría (2021)	Sistema contra incendios - NFPA
20	A smart fire detection system using IoT technology with automatic water sprinkler	Alqourabah et al. (2021)	Sistema contra incendios
21	Design and Test Research of Fire Monitoring and Alarm System Based on Red and Ultraviolet Double Discrimination Technology	Yu et al. (2021)	Sistema contra incendios

Nº	Título	Autor	Variables
22	Design and Development of Fire Fighting System Using Hot Redundant PLC in COVID Situation	Das et al. (2021)	Sistema contra incendios
23	Diseño del sistema de supresión de incendios para una planta de distribución de productos alimenticios	Rojas (2021)	Sistema contra incendios - NFPA
24	Design and Implementation of a Smart Wireless Fire-Fighting System Based on NB-IoT Technology	Shi & Songlin (2020)	Sistema contra incendios
25	Sistema contra incendio bajo la norma NFPA para incrementar la seguridad del personal en la minera las bambas, Apurímac – 2020	Panduro (2020)	Sistema contra incendios - NFPA
26	Diseño de un sistema contra incendios mediante la utilización de la herramienta CFAST en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL	Córdova & Zurita (2020)	Sistema contra incendios - NFPA
27	Estudio para el mejoramiento de la red del sistema contra incendio en una fábrica manufacturera de plástico	Vivanco (2020)	Sistema contra incendios - NFPA
28	Diseño para la instalación de cuarto de bombas, tubería, válvulas de control y accesorios para el sistema contra incendios en el Centro Universitario de Petén	Santos (2020)	Sistema contra incendios - NFPA
29	Evaluación y diseño de un sistema de prevención contra riesgo de incendio en el taller de soldadura eléctrica del Instituto Pedro P. Díaz	Perez & Ruelas (2020)	Sistema contra incendios
30	Fase de diseño de un sistema contra incendio en la empresa ModulHent bajo la norma NFPA en la ciudad de Bogotá	Gómez et al. (2020)	Sistema contra incendios - NFPA
31	Propuesta de mejora del sistema contra incendios aplicando el método Meseri en las galerías parque Duhamel- Arequipa 2019	Mantilla (2020)	Sistema contra incendios - NFPA
32	Case study on Designing a Comprehensive Fire Protection System for KY Power Station	Yusoff et al. (2020)	Sistema contra incendios - NFPA
33	Diseño de un sistema contraincendios por agente limpio para la biblioteca de la universidad Antonio Nariño sede sur, de acuerdo con las normas NFPA y NSR - 10	Rincón (2020)	Sistema contra incendios - NFPA

N°	Título	Autor	Variables
34	Diseño de una red contra incendios para las instalaciones de la empresa textil Ritchi S.A.S.	Cifuentes & Garzon (2020)	Sistema contra incendios - NFPA
35	Estructura y diseño técnico de sistema de Protección Contra Incendios en una Industria de Plástico Bajo Norma NFPA	Freire & Torres (2019)	Sistema contra incendios - NFPA
36	Sistema de protección contra incendio bajo la normativa NFPA para aplicar en la zona de talleres de la UTFSM, sede Concepción	Masquiarán (2019)	Sistema contra incendios - NFPA
37	Gestión de un sistema contra incendios mediante interfaces de comunicación field server para plantas de procesamiento de oro caso: Minera Buenaventura	Portillo (2019)	Sistema contra incendios - NFPA
38	Sistemas de extinción contra incendios en las edificaciones en Colombia (lineamientos normativos para su diseño y construcción)	Duitama (2019)	Sistema contra incendios
39	Diseño para la normalización de red de incendios según normas NFPA en Plasco Filial CCU	Quintanilla (2019)	Sistema contra incendios - NFPA
40	Diseño de un sistema de protección contra incendio con rociadores automáticos para la empresa Tarrillo Barba S.A. Lima - Perú	Paytan (2019)	Sistema contra incendios - NFPA
41	Estudio y diseño del sistema contra incendios del teatro universitario correspondiente a la universidad Estatal Península de Santa Elena de acuerdo a las normas NEC 2014 y NFPA.	Banchón & Borbor (2019)	Sistema contra incendios - NFPA
42	Elaboration of a fire prevention and fire fighting project in te Manaus - Amazonas city	Pereira et al. (2019)	Sistema contra incendios - NFPA
43	A new tunnel fire detection and suppression system based on camera image processing and water mist jet fans	Sarvari & Mazinani (2019)	Sistema contra incendios - NFPA
44	Gestión de riesgos mayores en el mercado central perteneciente al cantón Tisaleo.	Ortiz & Jeyson (2018)	Sistema contra incendios - NFPA

N°	Título	Autor	Variables
45	Diseño de un sistema automático de protección contra incendios para el edificio de apoyo docente de la UNEXPO	González (2018)	Sistema contra incendios - NFPA
46	Design and implementation of digital fire control system based on BIM and 3D GIS	Bi et al. (2018)	Sistema contra incendios
47	Diseño de un sistema de protección contra incendios bajo las normas NFPA para el coliseo el Campin de Bogotá	González et al. (2018)	Sistema contra incendios - NFPA
48	Dirección del proyecto: sistema de detección, alarma y extinción de incendios de planta Atocongo	Córdova et al. (2017)	Sistema contra incendios
49	Sistema de Control y Protección contra Incendios para el Hospital General de Macas en la provincia de Morona Santiago	Jurado & Romero (2017)	Sistema contra incendios - NFPA
50	Diseño de un sistema de prevención y defensa contra incendios en base a la normativa NFPA para todas las áreas de la Empresa Calzado Gamo`s ubicada en la Provincia de Tungurahua.	Vargas (2017)	Sistema contra incendios - NFPA

Nota: Elaborado por el autor.

La tabla anterior ofrece una visión general de los estudios seleccionados, brindando información clave sobre las variables analizadas. Este análisis preliminar permite identificar los principales enfoques temáticos y metodológicos que se han aplicado en el campo, sirviendo como base para el análisis detallado en etapas posteriores

Fase 4. Análisis

Por último, en la fase 4 de análisis, se presenta la Tabla 3 que sintetiza el enfoque, diseño, metodología, método, técnica e instrumentos de recolección de datos utilizados en los 50 documentos seleccionados durante el mapeo sistemático de la literatura. Esta información es fundamental para entender cómo cada estudio abordó sus preguntas de investigación y cuál fue la estrategia metodológica empleada. A continuación, se detallan estos aspectos por cada autor, lo cual permitirá un análisis comparativo de las aproximaciones metodológicas que respaldan las conclusiones presentadas en los diferentes trabajos

Tabla 3. *Sintetización de datos de los documentos seleccionados*

N°	Enfoque	Diseño	Metodología	Método	Técnica	Instrumento
1	Mixto	No experimental	Método de Méseri	Inductivo - Deductivo	Observación	Check List
2	Cuantitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Observación	Ficha de registro
3	Cualitativo	No experimental	Revisión de la literatura	Inductivo	Análisis documental	Ficha de registro
4	Cuantitativo	No experimental	Análisis de datos	Deductivo	Observación	Ficha de registro
5	Cuantitativo	No experimental	Análisis de datos	Deductivo	Encuesta	Cuestionario
6	Cuantitativo	No experimental	Método de Méseri	Deductivo	Observación	Check List
7	Mixto	No experimental	Revisión de la literatura	Inductivo	Encuesta	Cuestionario
8	Cuantitativo	No experimental	Análisis de datos	Deductivo	Observación	Ficha de registro
9	Cuantitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Observación	Check List
10	Cuantitativo	No experimental	Método de Gretener	Inductivo	Observación	Check List
11	Mixto	No experimental	Método de FRAME	Inductivo - Deductivo	Análisis documental	Check List
12	Cuantitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Observación	Ficha de registro
13	Cualitativo	No experimental	Revisión de la literatura	Inductivo	Análisis documental	Ficha de registro
14	Cualitativo	No experimental	Revisión de la literatura	Inductivo	Análisis documental	Ficha de registro
15	Cuantitativo	Experimental	Método de NFPA	Inductivo - Deductivo	Observación	Ficha de registro
16	Cuantitativo	No experimental	Identificación de riesgos	Deductivo	Entrevista	Guía de entrevista - Ficha de registro
17	Mixto	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Encuesta - Observación	Cuestionario - Ficha de registro
18	Cuantitativo	No experimental	Análisis de datos	Deductivo	Encuesta	Cuestionario
19	Cuantitativo	No experimental	Método de Méseri	Deductivo	Observación	Ficha de registro
20	Cuantitativo	Experimental	Análisis de datos	Deductivo	Observación	Ficha de registro
21	Cualitativo	No experimental	Análisis de datos	Deductivo	Observación	Ficha de registro
22	Cuantitativo	Experimental	Análisis de datos	Deductivo	Observación	Ficha de registro
23	Cuantitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Análisis documental - Observación	Ficha de registro
24	Cuantitativo	Experimental	Análisis de datos	Deductivo	Observación	Ficha de registro
25	Cuantitativo	Experimental	Identificación de riesgos	Deductivo	Análisis documental - Observación	Check List
26	Cuantitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Observación	Ficha de registro
27	Cuantitativo	Experimental	Identificación de riesgos	Deductivo	Observación	Ficha de registro

N°	Enfoque	Diseño	Metodología	Método	Técnica	Instrumento
28	Cuantitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Observación	Ficha de registro
29	Cualitativo	No experimental	Método del riesgo intrínseco	Deductivo	Ecuesta - Observación	Cuestionario - Check List
30	Cuantitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Observación	Ficha de registro
31	Mixto	No experimental	Método de Méseri	Deductivo	Observación	Check List
32	Cuantitativo	No experimental	Análisis de datos	Deductivo	Observación	Ficha de registro
33	Cuantitativo	Experimental	Método de NFPA	Deductivo	Análisis documental - Observación	Ficha de registro
34	Mixto	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Observación	Ficha de registro
35	Cuantitativo	No experimental	Método de Gretener	Inductivo - Deductivo	Observación	Check List
36	Cuantitativo	Experimental	Método de NFPA	Deductivo	Observación	Ficha de registro
37	Cuantitativo	No experimental	Identificación de riesgos	Hipotético - Deductivo	Análisis documental	Check List
38	Cuantitativo	No experimental	Identificación de riesgos	Deductivo	Análisis documental	Ficha de registro
39	Cualitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Observación	Ficha de registro
40	Cuantitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Observación	Ficha de registro
41	Cuantitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Análisis documental - Observación	Ficha de registro
42	Cuantitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Observación	Ficha de registro
43	Cuantitativo	No experimental	Método FPGA	Deductivo	Observación	Ficha de registro
44	Cuantitativo	No experimental	Método de Meipee - Méseri	Deductivo	Entrevista	Guía de entrevista - Check List
45	Cuantitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Análisis documental - Observación - Entrevista	Ficha de registro - Check List - Guía de entrevista
46	Cuantitativo	No experimental	Metodología BIM	Deductivo	Observación	Ficha de registro
47	Cuantitativo	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Análisis documental - Observación	Ficha de registro
48	Cuantitativo	No experimental	Identificación de riesgos	Deductivo	Observación	Ficha de registro
49	Cuantitativo	Experimental	Identificación de riesgos	Deductivo	Entrevista - Observación	Guía de entrevista - Ficha de registro
50	Mixto	No experimental	Método de NFPA	Deductivo	Observación	Ficha de registro

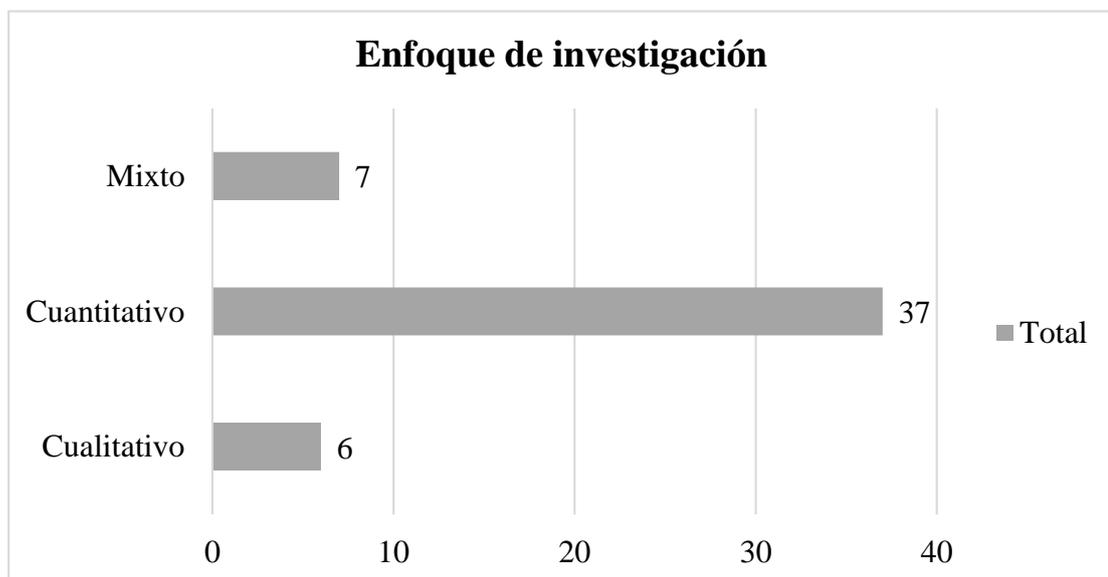
Nota: Elaborado por el autor.

La Tabla 3 proporciona un resumen detallado de los enfoques y metodologías aplicados por los distintos autores. Como se puede observar, existe una diversidad de enfoques cualitativos, cuantitativos y mixtos, con técnicas de recolección de datos que varían desde entrevistas hasta análisis documental y observación. Esta variedad metodológica no solo refleja la amplitud del campo de investigación, sino también la riqueza de las perspectivas con las que se han abordado las problemáticas estudiadas. Esta información servirá como base para el análisis de las estrategias más efectivas en la respuesta a las preguntas de investigación planteadas en el mapeo sistemático.

Con el fin de continuar con la fase de análisis del mapeo sistemático, se plantean los siguientes puntos para dar respuesta a las preguntas de investigación.

Como primero, se da a conocer la Figura 3, siendo esta una gráfica de barras muestra la distribución de los enfoques de investigación utilizados en los estudios analizados. Los enfoques se clasifican en cualitativo, cuantitativo y mixto. Este gráfico proporciona una visión clara de la predominancia de ciertos enfoques metodológicos en el campo de estudio, reflejando la naturaleza de las investigaciones y las preferencias metodológicas prevalentes entre los investigadores.

Figura 3. Resultados del enfoque de investigación



Nota: Elaborado por el autor.

Como se observa en la Figura 3, el enfoque cuantitativo es el más utilizado, con un total de 37 estudios, seguido por el enfoque cualitativo y mixto, con 6 y 7 respectivamente. Esta

tendencia indica una preferencia por métodos estructurados y cuantificables en el área de estudio. El menor uso de enfoques mixtos podría sugerir una oportunidad para futuras investigaciones que integren métodos cualitativos y cuantitativos para una comprensión más holística de los fenómenos investigados.

Así mismo, se presenta la Figura 4, relacionada a un gráfico de pastel que ilustra la proporción de estudios que emplean diseños de investigación experimental y no experimental. Este tipo de representación ayuda a visualizar el balance entre estas dos metodologías y a entender cómo los investigadores estructuran sus estudios para abordar sus hipótesis y objetivos.

Figura 4. *Resultados diseño de investigación*



Nota: Elaborado por el autor.

En la Figura 4, se puede ver que la mayoría de los estudios (41) optan por un diseño no experimental, mientras que solo 9 estudios utilizan un diseño experimental. Esto refleja una predominancia de estudios observacionales sobre los experimentales en el campo investigado, lo cual puede estar relacionado con las características específicas de las temáticas abordadas o las limitaciones prácticas para llevar a cabo experimentos en estos contextos.

¿Cuál es el enfoque y diseño utilizado por los autores en la propuesta de sistemas de gestión de seguridad contra incendios bajo las normas NFPA?

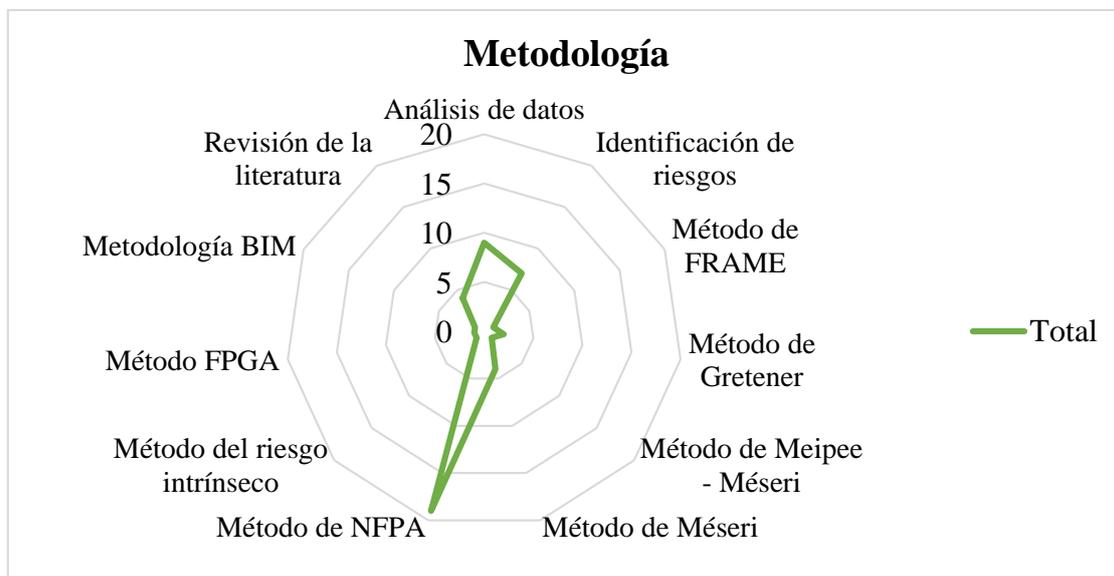
La revisión de la literatura sobre las propuestas de sistemas de gestión de seguridad contra incendios bajo las normas NFPA muestra que los autores predominantemente adoptan

un enfoque cuantitativo y un diseño de investigación no experimental. Esta combinación refleja una preferencia por métodos que permiten la recopilación y análisis de datos estructurados, facilitando la evaluación de cumplimiento y efectividad de las normas NFPA en diversos entornos.

El uso del diseño no experimental es particularmente útil para observar y analizar situaciones existentes sin la manipulación de variables, lo cual es fundamental para estudios que buscan evaluar normativas y protocolos en entornos operativos reales.

Por otro lado, se presenta la Figura 5 como un gráfico de radar que muestra la diversidad de metodologías utilizadas en los estudios sobre sistemas de gestión de seguridad contra incendios bajo las normas NFPA. Las metodologías incluyen desde revisiones de literatura hasta análisis de datos, identificación de riesgos, y aplicaciones de métodos específicos como BIM y NFPA. Esta visualización ayuda a identificar las metodologías más empleadas y las menos comunes en el campo de estudio.

Figura 5. Resultados de metodologías utilizadas



Nota: Elaborado por el autor.

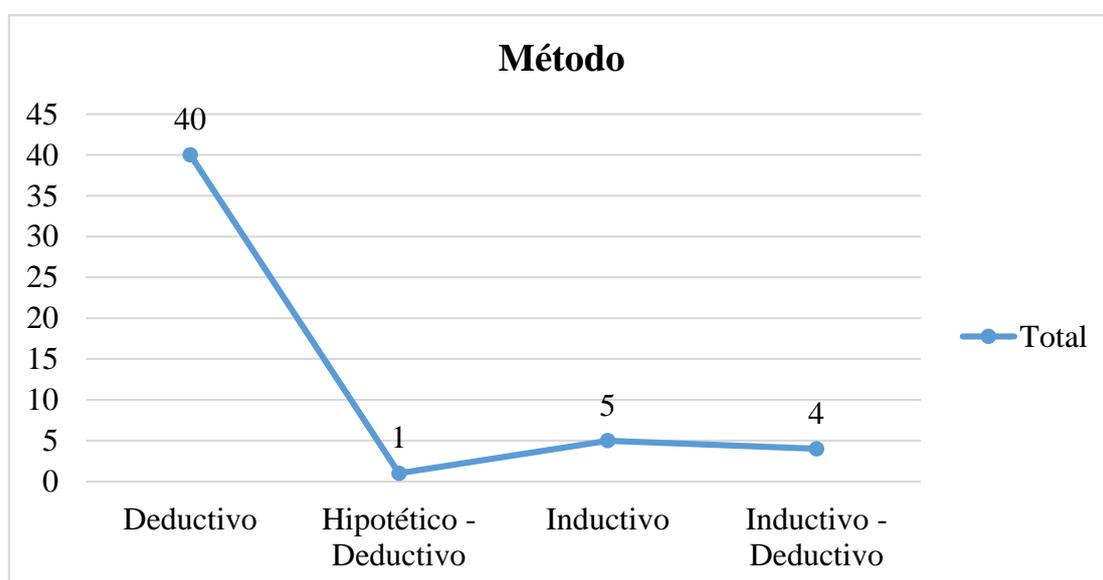
Como se observa en la Figura 5, el “método NFPA” y “análisis de datos” son las metodologías más comúnmente utilizadas, lo que indica una fuerte base teórica y un enfoque analítico en la investigación de sistemas de gestión de seguridad contra incendios. Métodos específicos como la “identificación de riesgo” y el “método Méseri” también son destacados, reflejando su relevancia y aplicabilidad específica en la conformidad con las normas NFPA.

¿Cuál es la metodología más comúnmente empleada en la investigación de sistemas de gestión de seguridad contra incendios conforme a las normas NFPA?

En la investigación de sistemas de gestión de seguridad contra incendios conforme a las normas NFPA, las metodologías más comúnmente empleadas son el Método NFPA y el Análisis de datos. El Método NFPA se centra en la aplicación directa y evaluación de las normativas NFPA dentro de diferentes contextos operativos, asegurando que los sistemas de seguridad sean efectivos y conformes con las regulaciones vigentes. Por otro lado, el Análisis de datos complementa este enfoque al permitir una evaluación cuantitativa de la efectividad de estos sistemas, facilitando la identificación de tendencias, eficacias y áreas potenciales de mejora basadas en evidencia objetiva.

De igual forma, se da a conocer la Figura 6, que ilustra la frecuencia de uso de diferentes métodos de razonamiento en la investigación de sistemas de gestión de seguridad contra incendios, clasificados como deductivo, hipotético-deductivo, inductivo, e inductivo-deductivo. Esta clasificación permite entender cómo los investigadores abordan el proceso de formular y verificar hipótesis en este campo específico.

Figura 6. Resultados métodos de investigación



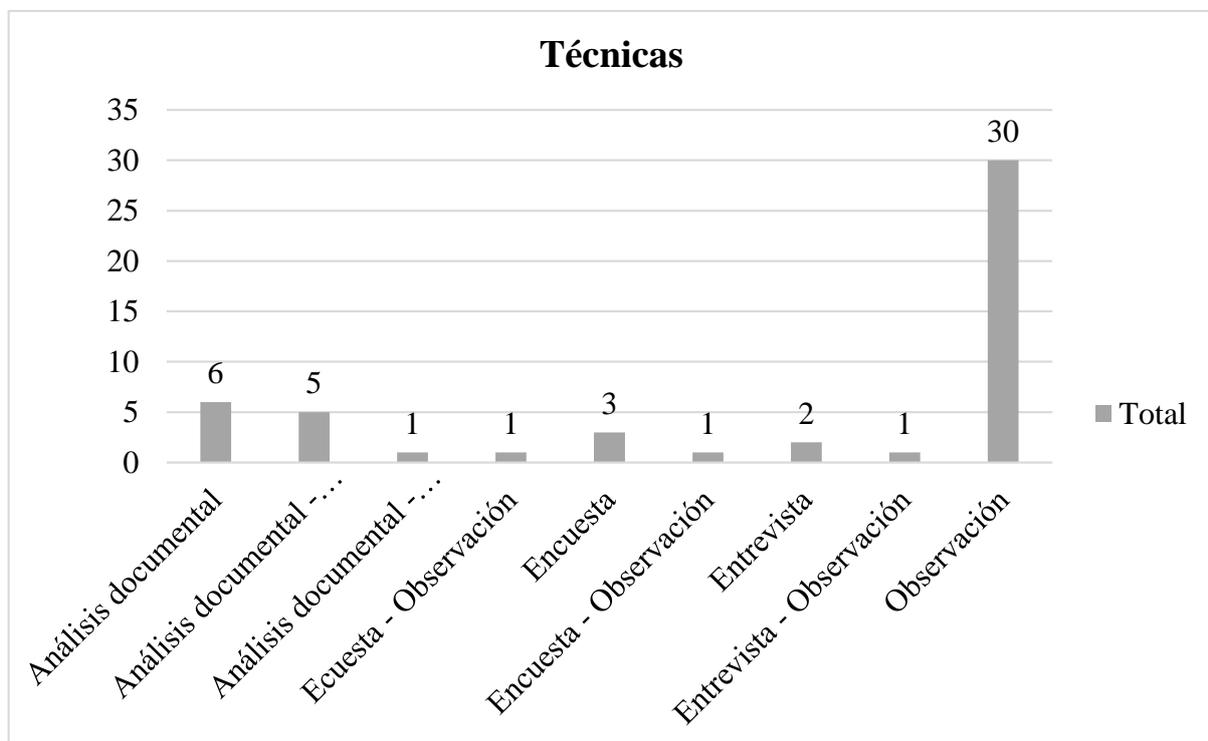
Nota: Elaborado por el autor.

El gráfico lineal de la Figura 6, muestra una predominancia del método deductivo con una frecuencia notablemente mayor comparado con los otros métodos. Esto sugiere que la mayoría de los estudios prefieren un enfoque lógico y estructurado para probar sus teorías, empezando con teorías o suposiciones generales y moviéndose hacia observaciones

específicas. Los métodos inductivos, aunque menos utilizados, también juegan un papel importante en la formación de nuevas teorías a partir de datos observados.

De igual manera, se plantea la Figura 7, la cual es una gráfica de barras que ilustra la variedad y frecuencia de las técnicas empleadas en la investigación de sistemas de gestión de seguridad contra incendios conforme a las normas NFPA. Este gráfico ayuda a identificar cuáles técnicas son más prevalentes y cuáles son menos utilizadas, proporcionando una visión clara de las tendencias metodológicas en el campo.

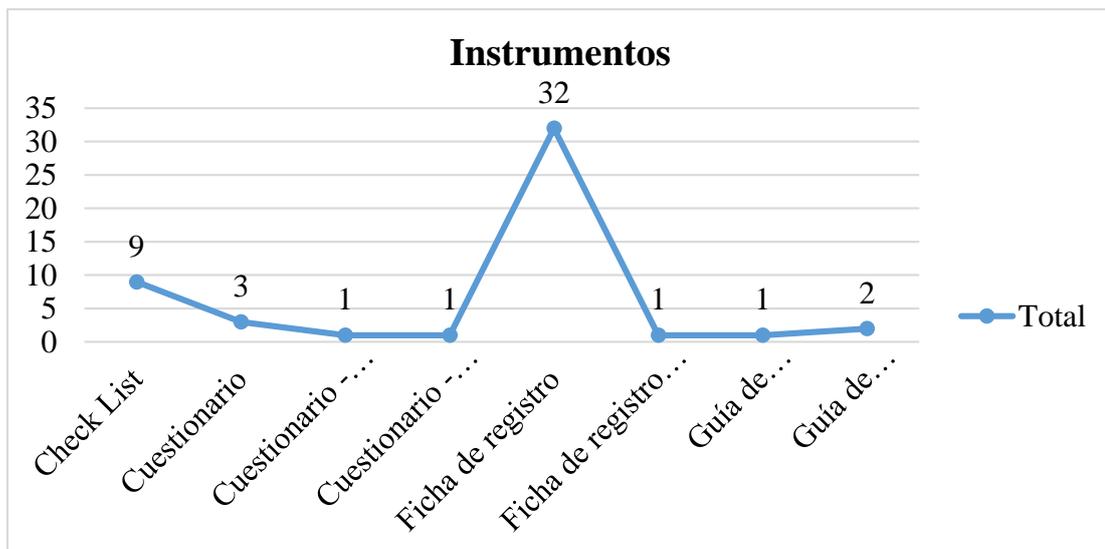
Figura 7. Resultados de técnicas de recolección de datos



Nota: Elaborado por el autor.

La Figura 7, da a conocer que las técnicas más utilizadas son la “observación” y el “análisis documental”. Estas técnicas permiten a los investigadores obtener insights directos y detallados sobre la implementación y eficacia de las normas NFPA, facilitando la comprensión de los contextos operativos reales y la documentación relevante. Por último, la Figura 8, que muestra la distribución y frecuencia de los diferentes instrumentos de recolección de datos utilizados en la investigación.

Figura 8. Resultados de los instrumentos de recolección de datos



Nota: Elaborado por el autor.

La Figura 8, destaca que los instrumentos más empleados son la “ficha de registro” y el “check list”. Estos instrumentos son cruciales para asegurar la recopilación sistemática y estructurada de datos, lo que es esencial en estudios que requieren precisión y conformidad con las normas de seguridad. La predominancia de estos métodos refleja un enfoque metódico y detallado en la evaluación y documentación de la implementación de las normas NFPA, facilitando análisis exhaustivos y seguimiento de cumplimiento.

¿Qué métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos se utilizan con mayor frecuencia en estudios relacionados con sistemas de gestión de seguridad contra incendios y normas NFPA?

Los estudios relacionados con las variables de estudio: “sistemas de gestión de seguridad contra incendios” y “normas NFPA” suelen utilizar con mayor frecuencia el método deductivo, destacándose por su enfoque lógico y estructurado para probar teorías a partir de premisas generales. Las técnicas más comunes son la observación y el análisis documental, las cuales permiten a los investigadores obtener información detallada y directa sobre la implementación y efectividad de las normas.

Los instrumentos de recolección de datos más utilizados incluyen la ficha de registro y el “check list”, los cuales facilitan una recopilación sistemática y precisa de datos, asegurando el cumplimiento y evaluación rigurosa de las normas de seguridad.

¿Cuál es la solución recomendada para las tres preguntas principales en la investigación, o qué herramientas y enfoques deben utilizarse basándose en estas preguntas?

La solución recomendada para abordar las preguntas principales en investigaciones sobre sistemas de gestión de seguridad contra incendios y normas NFPA debe combinar enfoques deductivos y cuantitativos, los cuales han demostrado ser predominantes en estudios previos. El uso del método NFPA y el análisis de datos proporcionan una base teórica sólida y un enfoque analítico riguroso.

Las técnicas de observación y análisis documental, junto con instrumentos como la ficha de registro y el “check list”, garantizan la recopilación precisa y detallada de datos. Además, el diseño no experimental y el uso de enfoques cuantitativos son los más comunes, lo que sugiere que los estudios deben priorizar metodologías observacionales con análisis estructurados. Sin embargo, se recomienda considerar enfoques mixtos para futuras investigaciones, ya que ofrecen una oportunidad de integrar tanto aspectos cuantitativos como cualitativos para una comprensión más integral.

1.3 Fundamentos teóricos

1.3.1 Sistema de gestión de la seguridad contra incendios

1. Conceptos

El sistema de gestión de seguridad contra incendios es un conjunto de medidas y prácticas coordinadas que tienen como objetivo prevenir, mitigar y controlar incendios en diversas instalaciones. Este integra dispositivos, estructuras de soporte, equipos y controles diseñados para detectar fuego o humo, que de forma inmediata, se activa una señal que permite su identificación o eliminación completa, con el principal propósito de salvar vidas y resguardar las propiedades (González et al., 2018). Por otro lado, Méndez & Ponce (2022), señalan que la protección contra incendios es un campo de conocimiento integral y multifacético que impacta todos los aspectos del edificio y su proceso de diseño, incluyendo la disposición del programa, las estructuras y la construcción.

Por otro lado, Tituaña (2024) destaca que un sistema contra incendios es un conjunto de medidas y dispositivos diseñados para prevenir y apagar incendios, se pueden clasificar en sistemas de protección pasiva y sistemas de protección activa. Mientras que, Córdova & Zurita (2020), lo describen como una serie de medidas implementadas en cualquier tipo de

construcción para proteger contra el fuego, evitar su propagación y mitigar los efectos de los gases tóxicos. Su objetivo es salvaguardar la vida de las personas y proteger la estructura del edificio.

Al igual que, Vivanco (2020), menciona que este tiene como función principal combatir los siniestros que provocan el encendido del fuego, los cuales pueden resultar en pérdidas materiales de bienes familiares, sociales o empresariales. Además, existe el riesgo de pérdida de vidas humanas. Este sistema está diseñado para ser activado de diversas maneras, ya sea de forma directa o indirecta, y está conectado a una red controlada automáticamente desde varios puntos de activación. Todos estos puntos deben estar completamente operativos para asegurar su eficacia, ya que el fallo de un solo detector de humo podría llevar a una serie de desastres graves.

Es fundamental subrayar la importancia de prevenir incendios debido a los graves efectos que estos pueden tener sobre la salud de las personas, los cuales pueden ser incluso mortales, la combustión de cualquier tipo de combustible genera calor y una atmósfera saturada de gases de combustión, dependiendo de las concentraciones de estos gases, pueden surgir condiciones peligrosas para la salud durante y después de la exposición (Panduro, 2020). Estas condiciones incluyen dificultades visuales debido al humo, irritación de las mucosas respiratorias, narcosis y pérdida de conciencia causada por gases asfixiantes, la afectación al proceso natural de captación y distribución de oxígeno puede causar daños graves a la salud, e incluso llevar a la muerte.

2. Métodos de identificación y evaluación

Existe varios métodos para identificar y evaluar riesgos, entre los cuales se encuentran:

2.1 MESERI

Se enfoca principalmente en la reducción y protección de bienes frente a los peligros presentes en una zona específica (Mantilla, 2020). Este método proporciona una tabla con varios parámetros que deben ser evaluados, aplicando nuestro propio criterio para asignar una valoración que ya está estandarizada. El método para evaluar el riesgo de incendio se desarrolla en tres fases, que se describen a continuación:

1. **Primera etapa:** se lleva a cabo una inspección de riesgos para recopilar la información necesaria y aplicar los parámetros establecidos por el método MESERI.

2. **Segunda etapa:** en esta fase se calcula la magnitud del riesgo existente en el área evaluada.
3. **Tercera etapa:** finalmente, se obtienen los resultados, que luego son sometidos a un análisis técnico para elaborar conclusiones y sugerir mejoras.

2.2 Evaluación bajo la NTP 599

La norma técnica española NTP 599 evalúa el riesgo de incendio y explosión en edificaciones industriales, comerciales y residenciales (Tituaña, 2024). Este proceso implica identificar, clasificar y evaluar los riesgos, dando prioridad a las acciones para prevenir y minimizar su impacto. Se enfoca en los factores desencadenantes, peligros, potencial de incendio y posibles daños. Además, ofrece orientación sobre medidas de seguridad, como detección, contención, evacuación y capacitación del personal. En resumen, su objetivo es reducir la probabilidad y el impacto de los incendios a través de un enfoque de gestión y prevención de riesgos, basado en encuestas.

2.3 Método MIEPEE

Se utiliza para identificar y evaluar los factores de riesgo (accidentes graves o mayores) que podrían causar emergencias e incidentes en el ámbito empresarial e industrial (Ortiz & Jeyson, 2018). El análisis de riesgos se fundamenta en criterios tanto cualitativos como cuantitativos, generales y específicos, tras identificar las amenazas y determinar el nivel de vulnerabilidad, se emplean diversas matrices para evaluar el riesgo.

2.4 Método de Gustav Purt

Este método facilita la implementación de las primeras medidas de control adecuadas para el riesgo de incendio, siendo una simplificación del método Gretener, diseñado para evaluar riesgos moderados y no es aplicable en la industria petroquímica (Perez & Ruelas, 2020). Se basa en dos parámetros: el riesgo para el edificio y el riesgo asociado al contenido de este.

2.5 Método Intrínseco

Este método de evaluación del riesgo de incendio se basa en el cálculo de la carga térmica ajustada según la actividad realizada por la organización, generalmente se aplica a establecimientos y actividades industriales (Perez & Ruelas, 2020). A partir del riesgo

intrínseco, se determinan las distancias de separación entre edificios, así como la resistencia al fuego y las características de la infraestructura (escaleras, paredes, rampas, etc.). El método permite aplicar medidas constructivas y de protección en función del riesgo intrínseco y del tipo de edificio.

Para calcular la carga de fuego ponderada en una organización industrial, se consideran todos los materiales combustibles presentes, ya sea en la construcción, el almacenamiento o en los materiales utilizados en la industria.

2.6 Método de Gretener

Es uno de los métodos más conocidos y ampliamente utilizados, ya que puede aplicarse a cualquier tipo de edificación. El método Gretener abarca la evaluación, control y comparación de las medidas de protección adecuadas al riesgo presente en la organización, este considera los factores de peligro esenciales y define las medidas necesarias para mitigar el riesgo identificado (Perez & Ruelas, 2020). Incluye medidas generales de seguridad, tales como las distancias de seguridad entre construcciones y las protecciones para las personas, como la iluminación y las vías de evacuación, entre otras.

1.3.2 Normas NFPA

1. Generalidades

La NFPA es una organización internacional que elabora normas y reglamentos técnicos relacionados con el diseño, instalación, inspección, pruebas y mantenimiento de sistemas de protección y prevención contra incendios (González, 2018). Fundada en 1896 y con sede en Quincy, Massachusetts, EE. UU., es la principal fuente global de conocimientos sobre seguridad contra incendios, destinada a proteger a las personas, propiedades, continuidad de las operaciones y el medio ambiente del fuego (González, 2018).

Es la fuente principal y autorizada de conocimientos técnicos, información y asesoramiento para el público sobre los problemas relacionados con el fuego y la protección. Proporciona recomendaciones mínimas de seguridad y prevención que deben considerarse para proteger un área determinada, mediante una combinación de sistemas y equipos.

Duitama (2019), destaca que esta es una organización sin fines de lucro con reconocimiento internacional, dedicada a desarrollar códigos y normas para la protección contra incendios y la seguridad humana. También proporciona información técnica sobre

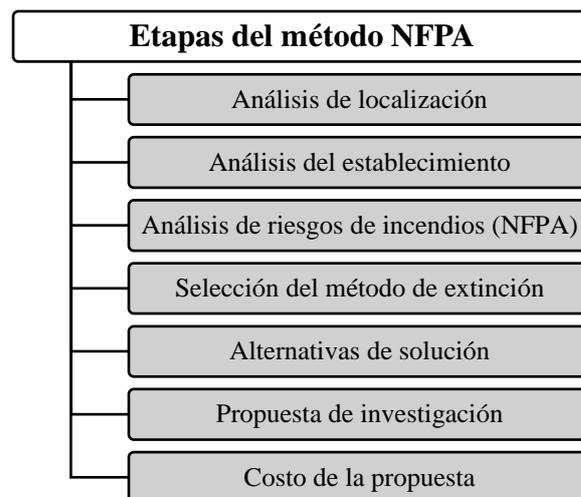
problemas relacionados con el fuego e incendios, y ofrece recomendaciones para su prevención y protección.

El proceso de desarrollo de los códigos y normas de la NFPA es abierto y continuo, basado en el consenso, y ha generado algunos de los materiales más referenciados en la industria de la protección contra incendios (González, 2018). Entre estos se incluyen el Código Eléctrico Nacional, el Código de Seguridad Humana, el Código Uniforme contra Incendios y el Código Nacional de Alarmas de Incendios.

2. Método NFPA

En base al estado del arte, existen varias alternativas para describir este método, sin embargo, se va a tomar como referencia el estudio guía para poder describirlo, tomando en consideración que es el óptimo. Las etapas del procedimiento metodológico aplicadas por Chacón & Cordova (2021), son las siguientes de la Figura 9.

Figura 9. Procedimiento NFPA



Nota: Elaborado por el autor.

Estas etapas mostradas en la Figura 9 se pueden describir de la siguiente forma:

1. **Análisis de localización:** esta etapa implica determinar la ubicación geográfica y las características del área donde se encuentra el establecimiento. Esto incluye evaluar los accesos, la proximidad a fuentes de riesgo y la disponibilidad de recursos de emergencia.
2. **Análisis del establecimiento:** consiste en examinar las instalaciones en cuestión, identificando áreas clave, uso del edificio, y materiales constructivos, entre otros

aspectos que puedan influir en la seguridad contra incendios.

3. **Análisis de riesgos de incendios (NFPA):** se realiza una evaluación detallada de los riesgos de incendio específicos del lugar basada en las normativas de la National Fire Protection Association (NFPA). Esto puede incluir la identificación de posibles fuentes de ignición, combustibles presentes y la carga de fuego potencial.
4. **Selección del método de extinción:** en esta etapa, se selecciona el sistema o método más adecuado para controlar o extinguir incendios en el lugar, basándose en los riesgos identificados y las características del establecimiento.
5. **Alternativas de solución:** se desarrollan diferentes estrategias y medidas que podrían implementarse para mejorar la seguridad contra incendios, ofreciendo varias opciones para mitigar los riesgos identificados.
6. **Propuesta de investigación:** se formula una propuesta detallada para llevar a cabo un proyecto o estudio adicional que pueda explorar más a fondo las soluciones o métodos propuestos para mejorar la seguridad contra incendios.
7. **Costo de la propuesta:** finalmente, se realiza una estimación de los costos asociados con la implementación de la propuesta de investigación, incluyendo recursos necesarios, materiales, mano de obra y otros posibles gastos.

3. Tipos de incendios

En base a Medina & Medina (2024), los incendios se clasifican en cuatro tipos según su origen:

1. Clase A: Se generan a partir de materiales sólidos de naturaleza orgánica, provocando la formación de brasas.
2. Clase B: Se inician debido a líquidos o gases con propiedades combustibles e inflamables.
3. Clase C: Son causados por fallas o desperfectos en equipos y aparatos eléctricos.
4. Clase D: Involucran metales combustibles en su origen, como sodio, magnesio o potasio

4. Tipos de riesgos

El riesgo de incendio es la probabilidad de ocurrencia del incendio, la magnitud del de este se puede calcular a partir de los elementos que se encuentran en el lugar de estudio que pueden ser materiales, objetos y fuentes de ignición (Intriago & Rodríguez, 2022). Se pueden establecer 3 tipos para cualquier estructura o edificio en base a las NFPA (Rojas, 2021).

4.1 Riesgo leve (bajo)

Este tipo de riesgo se presenta cuando la cantidad de materiales de clase A o B es mínima, lo que sugiere que los posibles incendios serían de baja magnitud (Rojas, 2021). Los espacios que corresponden a este nivel incluyen oficinas, iglesias, salones de conferencias y centrales telefónicas. En la clase B se encuentran pequeñas cantidades de materiales inflamables, como los presentes en máquinas copiadoras o departamentos de arte, siempre que los insumos estén en envases sellados y almacenados adecuadamente.

4.2 Riesgo ordinario (moderado)

Según la NFPA 13, este riesgo ocurre cuando la cantidad de materiales de clase A y B es mayor que en los casos de riesgo leve (Rojas, 2021). Incluye lugares como almacenes, salas de ventas en comercios, salones de exhibición de autos, estacionamientos, industrias manufactureras, bibliotecas y talleres (Paytan, 2019). Este tipo de riesgo se subdivide en dos grupos:

1. **Grupo 1:** se da en espacios con moderada cantidad de combustible y baja combustibilidad, donde el apilamiento no excede los 2,4 metros.
2. **Grupo 2:** ocurre en áreas con cantidades de combustible moderadas a altas y baja combustibilidad, con apilamientos que no superan los 3,7 metros.

4.3 Riesgo extraordinario (alto)

Según la NFPA 13, este riesgo se presenta cuando los materiales de clase A o B son tan abundantes que los incendios podrían ser de gran magnitud (Rojas, 2021). Este tipo de riesgo se observa en almacenes con materiales combustibles apilados y en áreas donde se realizan procesos como pintura, baños por inmersión, revestimientos y manipulación de líquidos inflamables, así como en talleres de carpintería o reparación de vehículos (Tituaña, 2024). También se divide en dos grupos:

1. **Grupo 1:** incluye ocupaciones con grandes cantidades de materiales altamente combustibles, y presencia de polvos, pelusas u otros elementos que aumentan la probabilidad de incendios de rápido desarrollo.
2. **Grupo 2:** incluye áreas con grandes cantidades de materiales combustibles o inflamables, donde la protección contra combustibles es extensiva.

5. Normas comunes de un sistema contra incendios

De acuerdo con Jurado & Romero (2017), algunas de las normas más reconocidas y utilizadas a nivel mundial son:

- I. NFPA 10. Regula los extintores portátiles contra incendios, abarcando su selección, instalación, inspección, mantenimiento y prueba.
- II. NFPA 30. Norma que clasifica los líquidos inflamables y combustibles, y establece directrices para su etiquetado, manejo y control.
- III. NFPA 58. Regula el manejo y la clasificación del gas licuado de petróleo (GLP).
- IV. NFPA 70. Conocida como el Código Eléctrico Nacional (NEC®), regula la instalación adecuada de sistemas eléctricos.
- V. NFPA 72. Define los requisitos mínimos para la instalación, inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de alarma contra incendios.
- VI. NFPA 101. Establece los requisitos mínimos para el diseño, operación y mantenimiento de estructuras seguras frente a incendios, también conocida como el Código de Seguridad Humana.
- VII. NFPA 170. Estandariza los símbolos utilizados para representar los riesgos asociados con incendios y otros peligros relacionados.

6. Medidas de protección contra incendios

La norma NFPA distingue dos tipos de medidas de protección contra incendios, basadas en las acciones que se implementen:

Protección activa

Estas medidas implican acciones directas para combatir y proteger un área en caso de

incendio, tales como la evacuación, el uso de extintores y la instalación de sistemas fijos, entre otros (Quintanilla, 2019). Incluye todas las acciones que implican una intervención inmediata sobre el fuego. Se refiere al conjunto de medios, equipos y sistemas instalados para detectar el incendio, alertar, señalizarlo y extinguirlo, su función es beneficiosa, ya que abarca todos los sistemas de detección y extinción de incendios, que están diseñados para alertar a los usuarios sobre un incendio y actuar sobre él mediante una intervención automática o manual Chacón & Cordova (2021).

Protección pasiva

Se refiere a las medidas que están permanentemente presentes y que no requieren una intervención directa sobre el fuego, pero que pueden prevenir su propagación, proteger instalaciones eléctricas o de equipos, y mantener la estabilidad estructural (Rojas, 2021). Estas medidas contribuyen a facilitar la evacuación de personas y retrasan el avance del fuego. Ejemplos de protección pasiva incluyen puertas de emergencia o paredes construidas con materiales no combustibles que ralentizan la acción del fuego (Paytan, 2019).

7. Sistemas de protección bajo la norma NFPA

Se puede clasificar los equipos de protección contra incendios en dos categorías:

7.1 Sistemas contra incendios portátiles

Este grupo incluye los extintores portátiles, los cuales deben seleccionarse de acuerdo con el tipo de combustible presente en la zona, utilizando la clasificación de tipos de fuego previamente mencionada (Rojas, 2021).

7.2 Sistemas de protección con extintores

De acuerdo con la NFPA 10, los extintores portátiles son la primera línea de defensa ante incendios de pequeña magnitud en su fase inicial (Rojas, 2021). La norma establece las pautas para una correcta selección e instalación de estos equipos. Las diferencias entre los tipos de extintores radican en el agente extintor que contienen, y su elección depende de los combustibles presentes en el lugar, según la clasificación del tipo de fuego. Además, la cantidad de extintores a instalar está determinada por el tipo de riesgo en la zona a proteger.

7.3 Sistemas contra incendios fijos

Incluye sistemas manuales como gabinetes con mangueras, hidrantes y sistemas de

rociadores (Rojas, 2021).

7.4 Sistemas de protección con hidrantes

La NFPA 14 establece que este sistema se instala de forma fija en puntos estratégicos alrededor de las áreas a proteger (Rojas, 2021). Consiste en una toma de agua que proporciona un caudal considerable para facilitar la labor de los bomberos en la extinción del incendio. Además, el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios requiere que los edificios con una superficie igual o mayor a 2000 m² cuenten con un hidrante conectado a la red pública, con tuberías de al menos 150 mm de diámetro, y que la distancia entre hidrantes no supere los 180 metros, medidos siguiendo el recorrido de la calle.

7.5 Sistemas de protección con rociadores:

Según la NFPA 13, este sistema consiste en una red de tuberías, generalmente instaladas bajo el techo, que puede estar expuesta o cubierta por el cielo raso (Rojas, 2021). Las tuberías están presurizadas por un sistema de bombeo de agua y en ellas se instalan rociadores distribuidos a distancias regulares. Estos rociadores están diseñados para activarse cuando reciben señales de calor o mediante un sistema de detección de incendios.

7.6 Sistemas de detección y alarma

Su función primordial es detectar un incendio y reportarlo para que entre en funcionamiento el sistema de extinción, de igual manera se deben tener libres las rutas designadas para evacuación (Banchón & Borbor, 2019).

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo mixto, combina tanto el enfoque cualitativo como el cuantitativo. Según Hernández & Mendoza (2018), el enfoque mixto permite un análisis más completo de la realidad al utilizar ambos tipos de datos para complementar y contrastar los resultados. En este caso, la información cualitativa es relevante para entender los procesos internos y las percepciones de los trabajadores sobre el sistema de gestión de seguridad contra incendios, mientras que la información cuantitativa se usará para medir niveles de seguridad y otros indicadores clave.

El diseño de la investigación es no experimental, no se manipularán deliberadamente las variables, sino que se observarán los fenómenos en su estado natural. Hernández & Mendoza (2018), indica que los estudios no experimentales son apropiados cuando el investigador no puede controlar las condiciones del experimento, lo cual es el caso en el presente estudio. Aquí, se buscará analizar la situación actual de la empresa Telconet S.A. sin alterar sus procesos para evaluar la implementación de un sistema de gestión de seguridad contra incendios basado en las normas NFPA.

Además, esta investigación tiene un carácter descriptivo, puesto que busca detallar y especificar las características del sistema de seguridad contra incendios existente y el nivel de seguridad en la empresa. Según Hernández & Mendoza (2018), los estudios descriptivos permiten obtener información detallada sobre las características de un fenómeno, lo que en este estudio se aplicará al evaluar los niveles actuales de seguridad contra incendios y las mejoras propuestas.

2.2. Variables y operacionalización

La variable independiente es el sistema de gestión de seguridad contra incendios, definido como el conjunto de medidas, dispositivos y procedimientos diseñados para detectar, prevenir y mitigar incendios dentro de las instalaciones de la empresa, con base en las normas NFPA (González et al., 2018). Esta variable incluye la evaluación de la implementación de equipos de detección y control, así como las medidas de respuesta ante emergencias dentro de Telconet S.A. a esto,

Tabla 4. Matriz de operacionalización de la variable independiente

Matriz de Operacionalización de Variables.						
Título: Propuesta de sistema de gestión de seguridad contra incendios bajo la norma NFPA (National Fire Protection Association) para la empresa Telconet s.a. sucursal Salinas.						
Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Escala de medición
VI: Propuesta de un sistema de gestión de seguridad contra incendios bajo la norma NFPA.	Conjunto de medidas y prácticas coordinadas que tienen como objetivo prevenir, mitigar y controlar incendios en diversas instalaciones. Este integra dispositivos, estructuras de soporte, equipos y controles diseñados para detectar fuego o humo, que de forma inmediata, se activa una señal que permite su identificación o eliminación completa, con el principal propósito de salvar vidas y resguardar las propiedades (González et al., 2018)	Sistema integrado de detección y alarma de incendios que incluye la instalación, funcionamiento y mantenimiento de dispositivos de detección de humo y fuego, soportes, equipos de control y señalización (González et al., 2018).	Estructura del sistema de seguridad	Números de componentes del sistema Tipos de equipos de seguridad propuesto Procedimiento de Emergencia Plan de mantenimiento del sistema de seguridad Frecuencia de capacitación	Revisión documental, entrevistas con expertos. Normas NFPA	Cualitativa. Cuantitativa (descripción de componentes, números de equipos etc.)
			Capacitación del personal	Contenido de los programas de capacitación Participación del personal Nivel de conocimiento adquirido Numero de riesgos identificados Tipología de los riesgos (eléctricos, materiales inflamables, etc.) Métodos para mitigar incendios	Encuestas al personal, observación directa, entrevistas a responsables	Cualitativa y cuantitativa (porcentaje de personal capacitado, nivel de conocimiento)
			Evaluación de riesgo	Frecuencia de actualización del análisis de riesgo Porcentaje de medidas de seguridad alineadas con la NFPA	Observación directa, revisión de informes de seguridad, análisis de riesgo	Cualitativa y cuantitativa (descripción de riesgos, frecuencia de evaluación)
			Cumplimiento de la normativa NFPA	Grado de adecuación de la infraestructura Cumplimientos de los procedimientos según NFPA Verificación de equipamiento de seguridad conforme a NFPA Componentes del sistema propuesto	Análisis comparativo con la normativa NFPA, revisión documental	Cuantitativo (porcentaje de cumplimiento)
			Propuesta del sistema	Procesos operativos recomendados Equipos de seguridad recomendados Procedimientos de emergencias	Revisión documental, análisis de normas NFPA	Cualitativa (descriptiva de los componentes y procedimientos)

Nota: Elaborado por el autor.

Mientras que, la variable dependiente es el nivel de seguridad contra incendios en Telconet S.A., definido como el grado de protección contra posibles incendios que existe en la empresa, medido a través de métodos de evaluación de riesgos (Duarte & Piqué, 2001). Esta

variable será evaluada en términos de la efectividad de las medidas de prevención y control implementadas en la empresa, basándose en los estándares establecidos por las normas NFPA.

Tabla 5. Matriz de operacionalización de variable dependiente

Matriz de Operacionalización de Variables.						
Título: Propuesta de sistema de gestión de seguridad contra incendios bajo la norma NFPA (National Fire Protection Association) para la empresa Telconet s.a. sucursal Salinas.						
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Escala de medición
VD: Disminución de riesgos de incendios en Telconet S.A	Grado de protección de una empresa o edificio para prevenir posibles efectos de incendio (Duarte & Piqué, 2001)	Aplicación de métodos de evaluación de riesgos contra incendios para medir el nivel de seguridad (Duarte & Piqué, 2001)	Identificación de áreas críticas	Áreas con mayor vulnerabilidad Frecuencia de incidentes históricos Evaluación de infraestructura críticas Riesgos relacionados con materiales inflamables Proyección de reducción de incidentes	Revisión de informes de seguridad, entrevistas a responsables de seguridad	Cuantitativa (identificación y evaluación de áreas críticas)
			Impacto teórico en la reducción de riesgo	Nivel de mitigación de riesgos teóricos Efectividad esperada del sistema propuesto Comparación de escenarios propuestos Proyección de mejora en el conocimiento teórico personal	Simulación de escenarios, entrevistas a expertos	Cualitativa (proyección teórica de impacto, comparación)
			Evaluación teórica del conocimiento del personal	Participación esperada en las capacitaciones Evaluación teórica de tiempos de respuestas en emergencias Nivel de concientización sobre la seguridad proyección de mejoras en el equipamiento de seguridad	Encuestas teóricas a personal, análisis documental sobre capacitación	cualitativa (proyección de mejora de conocimiento)
			Impacto teórico de la infraestructura de seguridad	Evaluación teórica de la infraestructura actual Aumento teórico de la capacidad de respuesta de los sistemas propuestos Nivel de adecuación de la infraestructura de la normativa NFPA	análisis comparativo con normas NFPA, observación directa	Cualitativa (descripción teórica de mejoras de infraestructura)
			Percepción teórica de seguridad	Opinión teórica del personal sobre las medidas propuesta Percepción de los responsables sobre la propuesta de mejora	Encuesta y entrevista a personal y directivos, revisión de	Cualitativa (percepción teórica de seguridad)

Nota: Elaborado por el autor.

2.3. Población y muestra

2.3.1 Población

La población de este estudio incluye a todos los trabajadores de la empresa Telconet S.A. Sucursal Salinas, quienes están involucrados de alguna manera en el sistema de seguridad contra incendios, ya sea en su implementación, evaluación o uso.

2.3.2 Muestra

La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, definido por Hernández (2021) como aquel en el que el investigador selecciona a los participantes de acuerdo con su accesibilidad y disposición para participar en el estudio. En este caso, se escogieron 20 trabajadores de la empresa debido a la autorización y permisos concedidos para la recolección de datos. Esta muestra representa a los empleados con mayor conocimiento y experiencia en las políticas de seguridad contra incendios de la empresa.

2.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

2.4.1 Técnicas de recolección de los datos

Las técnicas de recolección de datos que se utilizarán son:

1. Encuesta: es una técnica de recolección de datos cuantitativos que se utilizará para obtener información directamente de los empleados de Telconet S.A. acerca de su percepción y conocimientos sobre el sistema de gestión de seguridad contra incendios. Es adecuada para recopilar datos de manera eficiente de un grupo amplio de personas y permite comparar las respuestas de manera estandarizada. Esta resulta especialmente útil para evaluar actitudes, conocimientos y opiniones de los empleados sobre aspectos clave del sistema de seguridad, como los dispositivos de seguridad instalados, los procedimientos en caso de emergencia, y la efectividad de la capacitación recibida. Las encuestas brindarán una visión general del nivel de preparación y percepción de seguridad que tienen los trabajadores frente a posibles incendios dentro de la empresa. Observación: Se empleará para analizar de manera directa las condiciones de seguridad de las instalaciones y los procedimientos implementados. Se utilizará una guía de observación, que permitirá evaluar de manera estructurada los diferentes aspectos

del sistema de gestión de incendios en la empresa.

2. **Observación:** es una técnica cualitativa que se utilizará para realizar un análisis directo de las condiciones de las instalaciones de Telconet S.A. y los procedimientos relacionados con la seguridad contra incendios. Esta técnica implica que el investigador esté presente en el entorno natural (las instalaciones de la empresa) para evaluar visualmente las condiciones de seguridad, tales como la distribución de los equipos de extinción de incendios, señalización, accesibilidad de rutas de evacuación, y otros elementos críticos. Esta permitirá obtener información objetiva sobre cómo se aplican las medidas de seguridad contra incendios en la práctica, si se cumple con las normativas establecidas y si hay áreas que requieren mejoras. Al no depender de las respuestas de los empleados, esta técnica permitirá identificar potenciales fallos o debilidades en las infraestructuras de seguridad que podrían pasar desapercibidos en las encuestas.

2.4.2 Instrumentos de recolección de los datos

1. **Cuestionario para la Encuesta:** El cuestionario será el instrumento principal utilizado en la técnica de encuesta. Este cuestionario incluirá ítems diseñados de manera estructurada para evaluar diferentes aspectos del sistema de gestión de seguridad contra incendios, tales como:
2. **Dispositivos de seguridad:** preguntas sobre el conocimiento de los empleados respecto a la existencia y uso de equipos como extintores, alarmas contra incendios, sistemas de rociadores automáticos, etc.
3. **Procedimientos en caso de emergencia:** ítems que evalúan si los empleados están familiarizados con los procedimientos de evacuación, rutas de escape y puntos de reunión.
4. **Capacitación:** preguntas sobre la frecuencia, calidad y percepción de utilidad de las capacitaciones impartidas sobre seguridad contra incendios.

El cuestionario incluirá tanto preguntas cerradas (de opción múltiple o escala Likert) como abiertas (para que los empleados puedan expresar sus opiniones y sugerencias), siendo así: las preguntas cerradas serán para obtener datos cuantitativos y las abiertas percepciones individuales.

Estructura del cuestionario:

1. Sección 1. Datos demográficos (cargo, años de experiencia, área de trabajo).
2. Sección 2. Percepción sobre la seguridad contra incendios (preguntas sobre el conocimiento de dispositivos y procedimientos).
3. Sección 3. Evaluación de la capacitación (frecuencia y utilidad de la formación recibida).
4. Sección 4. Opinión general y sugerencias (preguntas abiertas).

3. Guía de Observación

La guía de observación será el principal instrumento para analizar de forma directa las instalaciones y los procedimientos relacionados con la seguridad contra incendios, este se estructurará a través de una lista de verificación basada en el método de Méseri, con el fin de garantizar una evaluación detallada y organizada de los aspectos críticos de la seguridad en la empresa.

1. **Equipos de detección y control:** el análisis incluirá la revisión de equipos de detección y control, como extintores, alarmas, sensores de humo y sistemas de rociadores, verificando que estos dispositivos estén en lugares accesibles, correctamente señalizados y en óptimas condiciones de funcionamiento. para identificar posibles fallas y garantizar su eficacia en caso de emergencia.
2. **Señalización y rutas de evacuación:** se evaluará la señalización y las rutas de evacuación, la claridad de las señales, la accesibilidad de las salidas de emergencia y la ausencia de obstáculos que dificulten una evacuación rápida, buscando reducir los riesgos y mejorar la respuesta en situaciones de incendio.
3. **Condiciones estructurales:** observación de las áreas de mayor riesgo de incendio (almacenamiento de materiales inflamables, equipos eléctricos, cocinas, etc.) y la existencia de medidas preventivas adecuadas en esas áreas.
4. **Procedimientos de seguridad:** observación de simulacros o actividades que se realicen para preparar a los empleados ante una emergencia por incendio.

Estructura de la guía de observación:

1. **Sección 1: equipos de extinción de incendios** (estado, señalización, accesibilidad).

2. **Sección 2: señalización y rutas de evacuación** (visibilidad, accesibilidad, mantenimiento).
3. **Sección 3: evaluación de zonas de riesgo** (almacenamiento de materiales peligrosos, instalaciones eléctricas, etc.).
4. **Sección 4: procedimientos y simulacros** (observación de prácticas de seguridad y simulacros de incendio).

La guía permitirá evaluar de forma consistente y objetiva cada área relevante del sistema de gestión de seguridad contra incendios, al aplicar un enfoque estructurado que garantice la revisión detallada de los elementos clave, sirviendo para obtener información clara sobre las condiciones actuales de la infraestructura

2.5. Procedimientos

El procedimiento por seguir para la investigación consta de las siguientes etapas, como se detalla a continuación, estas son parte de la estructura metodológica de Caiza (2023):

1. **Diagnóstico de la situación actual:** se busca evaluar la situación actual de la empresa de estudio, mediante el reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios, contando con una lista de verificación de 19 ítems, siendo esta la guía de observación.
2. **Inspección interior de la instalación:** mediante la misma lista de verificación, se busca relacionar los ítems anteriores (respuestas negativas), con la normativa NFPA.
3. **Evaluación de riesgo mediante el método de Méseri:** se aplica la lista de verificación de Méseri, para conocer el nivel de riesgo que presenta la empresa.
4. **Propuesta de investigación:** en ella se incluye cálculo de carga térmica, sistema de rociadores, áreas a proteger, cálculos de rociadores necesarios.
5. **Verificación de resultados:** nuevamente se utiliza el método de Méseri para observar el nivel de riesgo, y este tuvo que haberse incrementado
6. **Costo del proyecto:** análisis de costos relacionados con el sistema contra incendios y sus elementos.

2.6. Método de análisis de datos

Los métodos para analizar datos son:

1. Validación por expertos: se aplicará una matriz de validación con expertos en el área de seguridad contra incendios para asegurar la validez del contenido de las preguntas incluidas en la encuesta. Estos expertos evaluarán la pertinencia y claridad de los ítems. El promedio de la validación debe de ser calificada como “Bueno” para que sea aceptable para la investigación.
2. Alfa de Cronbach: este método se utilizará para evaluar la fiabilidad interna de las encuestas. El alfa de Cronbach mide la consistencia interna de un conjunto de ítems, proporcionando un índice de fiabilidad, el cual debe de ser mayor a 0.75 para poder ser aceptable. En este estudio, se calculará para verificar que las respuestas obtenidas a través de las encuestas sean consistentes y fiables.
3. Prueba t de Student: se aplicará una prueba t para muestras emparejadas con el fin de comparar los resultados obtenidos antes y después de la implementación de la propuesta de sistema de gestión de seguridad contra incendios. Cabe recalcar que el valor de alfa de dos colas debe de ser superior a 0.05 para ser aceptable.

2.7. Matriz de consistencia

Tabla 6. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
General	General	General	Dependiente:	Tipo de estudio:
¿Cómo puede diseñarse un sistema de gestión de seguridad contra incendios, basado en las normativas NFPA, para disminuir los riesgos asociados a incendios y fortalecer la seguridad integral en las operaciones de la empresa Telconet S.A., sucursal Salinas?	Proponer un sistema de gestión de seguridad contra incendios, basado en las normativas de la National Fire Protection Association (NFPA), para la empresa Telconet S.A., sucursal Salinas, con el propósito de disminuir riesgos asociados a incendios y fortalecer la seguridad integral en sus operaciones.	Un sistema de gestión de seguridad contra incendios, diseñado conforme a las normativas NFPA, permite disminuir significativamente los riesgos asociados a incendios y fortalecer la seguridad integral en las operaciones de Telconet S.A., sucursal Salinas.	Disminución de riesgos de incendios en Telconet S.A.	El estudio es de tipo descriptivo y propositivo Diseño: Diseño no experimental, transversal y descriptivo Área de estudio: Telconet, Sucursal Salinas, Provincia de Santa Elena Población: todos los colaboradores de las instalaciones de la sucursal, incluye tanto al personal administrativa como técnicos.
Específicos	Específicos	Específicos	Independiente:	Muestra:
1. ¿Qué información relevante sobre la aplicación de las normativas NFPA en sistemas de gestión contra incendios puede obtenerse a través de un mapeo sistemático de la literatura?	1. Construir el estado del arte sobre la gestión de seguridad contra incendios, mediante un mapeo sistemático de la literatura, para recopilar información relevante sobre la aplicación de las normativas NFPA en sistemas de gestión contra incendios.	1. El mapeo sistemático de la literatura proporciona información clave sobre la aplicación de las normativas NFPA, permitiendo identificar mejores prácticas en sistemas de gestión contra incendios.	Propuesta de un sistema de gestión de seguridad contra incendios bajo la norma NFPA	grupo de empleados (jefe de seguridad, operarios y personal administrativo). incluyendo las áreas crítica de la infraestructura Técnicas de recolección de datos: Entrevista y observación directa, análisis documental, revisión de informes y consultas a expertos

<p>2 ¿Cómo puede estructurarse un marco metodológico que, basado en los resultados del estado del arte y las técnicas de recolección de datos, oriente el diseño de un sistema de gestión de seguridad contra incendios?</p>	<p>2. Plantear el marco metodológico de la investigación, fundamentado en los resultados del estado del arte, como las técnicas de recolección de datos, y el procedimiento guía que oriente el diseño del sistema de gestión.</p>	<p>2. Un marco metodológico fundamentado en el estado del arte y en técnicas adecuadas de recolección de datos facilita el diseño efectivo de un procedimiento guía para la gestión de seguridad contra incendios.</p>
<p>3 ¿De qué manera el desarrollo de un sistema de gestión de seguridad contra incendios, basado en el procedimiento guía, puede contribuir a disminuir los riesgos asociados a incendios en las instalaciones de Telconet S.A., sucursal Salinas?</p>	<p>3. Desarrollar el sistema de gestión de seguridad contra incendios, basado en el procedimiento guía propuesto, con el objetivo de disminuir los riesgos asociados a incendios en las instalaciones de Telconet S.A., sucursal Salinas.</p>	<p>3. El sistema de gestión de seguridad contra incendios, desarrollado con base en un procedimiento guía, reduce significativamente los riesgos asociados a incendios en las instalaciones de Telconet S.A., sucursal Salinas.</p>

Nota: Elaborado por el autor.

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Validación y confiabilidad de instrumento

Dentro de este apartado, se pretende desglosar todo el procedimiento guía de la investigación, sin embargo, como primero se debe de plantear la validez y confiabilidad de los instrumentos, al igual que los resultados de las encuestas.

3.1.1. Validación de instrumento

La validez de un instrumento es al grado en que este mide con precisión el fenómeno que se pretende estudiar. En este caso, el objetivo es proponer un sistema de gestión contra incendios basado en la norma NFPA en la empresa Telconet, se ha diseñado un instrumento de evaluación que fue sometido a un proceso de validación a través de juicio de expertos. Este se muestra en el Anexo 1 como matriz de evaluación, y el Anexo 2 como hoja de calificación de experto

El experto evaluador seleccionado debe de poseer un título de cuarto nivel relacionado al área en que se desarrolla el proyecto, además de más de 5 años de experiencia en la misma, siendo esta la de seguridad industrial, además de plantear otras áreas conocidas. En el caso de estudio, los expertos seleccionados fueron: Ing. Alonso Pirela, PhD; Ing. Martin Baquerizo, MSc; Ing. Kleber González, MSc; Ing. Leonel Moleñon, MSc y Ing. Sosa Bueno, PhD. En el proceso de validación se llevó a cabo siguiendo los siguientes criterios:

1. **Relación entre la variable y la dimensión:** determina si cada ítem refleja de manera adecuada la variable general del estudio.
2. **Relación entre la dimensión y el indicador:** evalúa si cada dimensión corresponde a los indicadores asociados dentro del contexto de gestión de seguridad contra incendios.
3. **Relación entre el indicador y el ítem:** verifica si los ítems reflejan de manera precisa los indicadores establecidos.
4. **Relación entre el ítem y la opción de respuesta:** asegura que las respuestas propuestas en el instrumento son adecuadas para medir los ítems.

Estos criterios de validación fueron evaluados para cada uno de los ítems contenidos en la matriz de validación. En base a los resultados de esta evaluación, se realizaron ajustes necesarios para garantizar que el instrumento cumpla con los estándares de validez, obteniendo

una calificación “Buena” en la valoración general del instrumento. El procedimiento utilizado para la validación de la guía de entrevista fue el siguiente:

1. Selección de expertos: se escogió a 5 personas con experiencia relevante en el tema relacionado al área de seguridad y salud en el trabajo.
2. Preparación del material: se proporcionó a los expertos la guía de entrevista y una ficha de evaluación.
3. Criterios de evaluación: se pidió que evalúen cada pregunta según su claridad, relevancia y coherencia, asegurándose de que cada ítem se entienda y esté alineado con el objetivo de la encuesta.
4. Recopilación de comentarios: se recogió las observaciones de los expertos, incluyendo sugerencias para mejorar la redacción o el orden de las preguntas.
5. Análisis de evaluaciones: se analizó los resultados, y se ponderó una calificación final de validación.
6. Modificación del cuestionario: se incorporó los ajustes necesarios en la encuesta basados en las sugerencias recibidas y el análisis de las evaluaciones.

De este procedimiento, se obtuvieron los siguientes resultados:

Se consideró que las preguntas son claras y están alineadas con los riesgos específicos de la empresa Telconet, aunque se sugirió una mayor especificidad en la definición de ciertos términos técnicos para facilitar la comprensión por parte del personal entrevistado. Estos resultados se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. *Validación de expertos*

Experto	Bueno	Regular	Malo
1	X		
2	X		
3	X		
4	X		
5	X		
Promedio		Bueno	

Nota: Elaborado por el autor.

3.1.2. Resultados de las encuestas

Para la evaluación del sistema de gestión contra incendios en la empresa Telconet, se realizaron encuestas a una muestra representativa del personal, utilizando el instrumento validado y descrito anteriormente. Los datos obtenidos de las encuestas se presentan en las gráficas adjuntas, donde se analizaron las siguientes dimensiones:

D1: riesgo e infraestructura

D2: conocimiento del personal

D3: infraestructura de seguridad

Cada dimensión contiene ítems que fueron valorados por los participantes en una escala del 1 al 3, donde:

1. indica un bajo nivel de cumplimiento o capacidad (No)
2. indica un nivel medio (Parcial)
3. indica un alto nivel (Si)

A continuación, se describen los resultados obtenidos en cada una de las preguntas evaluadas, tomando en consideración que son 20 encuestados: Como primero, se plantea la Figura 10 con los resultados de la pregunta 1 “¿Considera que la infraestructura actual está adecuadamente protegida contra incendios?”.

Figura 10. Resultados - P1



Nota: Elaborado por el autor.

La gráfica de pastel ilustra que el 60% de los encuestados considera que la protección

contra incendios es solo parcialmente adecuada, reflejando que la mayoría percibe un cumplimiento insuficiente de los estándares de seguridad. En contraste, el 40% de los participantes opina que la protección es adecuada, lo que destaca una división en las percepciones, este resultado subraya una preocupación significativa sobre la efectividad de las medidas actuales, siendo necesario para identificar áreas críticas que requieren mejora y fortalecer la confianza en la seguridad contra incendios.

A continuación, en la Figura 11, se presentan además los resultados de la pregunta: “¿Cree que los sistemas eléctricos de la empresa podrían representar un riesgo de incendio?”, aportando más información sobre este tema.

Figura 11. Resultados - P2



Nota: Elaborado por el autor.

El 55% de los encuestados considera que los sistemas eléctricos de la empresa representan un riesgo parcial, mientras que el 45% percibe un riesgo considerable, en donde más de la mitad reconoce la necesidad de optimizar la gestión eléctrica para minimizar posibles amenazas de incendio, este dato enfatiza la urgencia de implementar mejoras preventivas en los sistemas.

Además, en la Figura 12, se presentan los resultados de la pregunta: “¿Opina que los sistemas de protección contra incendios actuales son insuficientes?”, aportando un contexto complementario.

Figura 12. Resultados - P3



Nota: Elaborado por el autor.

Los resultados de la encuesta revelan que el 55% de los participantes cree que los sistemas de protección contra incendios son parcialmente insuficientes, y el 45% opina que son completamente inadecuados, existiendo una percepción generalizada de que la cobertura y efectividad de los sistemas actuales necesitan mejoras urgentes, estos datos subrayan la importancia de optimizar los recursos de protección.

Seguidamente, la Figura 13 detalla los resultados de la pregunta: “¿Cree que la infraestructura crítica necesita actualizaciones para cumplir con los estándares modernos de seguridad?”.

Figura 13. Resultados - P4



Nota: Elaborado por el autor.

La gráfica muestra una división equitativa en las opiniones: el 50% de los encuestados considera que la infraestructura crítica requiere actualizaciones parciales, mientras que el otro 50% afirma que estas son necesarias, indicando que existe un consenso general sobre la necesidad de modernización para alinear la infraestructura con los estándares actuales de seguridad.

En la Figura 14 se presentan los resultados relacionados con la pregunta: “¿Existen materiales inflamables que no se almacenan adecuadamente en la empresa?”, añadiendo más profundidad al análisis.

Figura 14. Resultados - P5



Nota: Elaborado por el autor.

El 60% de los encuestados opina que el almacenamiento de materiales inflamables es parcialmente inadecuado, mientras que el 40% cree que no cumple con los estándares requeridos, refleja una preocupación significativa sobre el manejo de estos materiales, lo que resalta posibles riesgos de seguridad en la empresa.

La Figura 15 complementa esta información, proporcionando una visualización de los resultados de la pregunta 6.

Figura 15. Resultados - P6



Nota: Elaborado por el autor.

Todos los encuestados (100%) coincidieron en que el manejo de materiales inflamables sigue los protocolos de seguridad establecidos, lo cual es un resultado positivo y destaca el cumplimiento estricto de las normas en esta área.

En la figura 16, se da a conocer los resultados de la P7 “¿Cree que el manejo de materiales inflamables sigue los protocolos de seguridad?”

Figura 16. Resultados - P7



Nota: Elaborado por el autor.

El 60% de los encuestados considera que el personal está capacitado parcialmente, mientras que el 40% opina que no está capacitado. Este resultado indica que una parte significativa de los encuestados ve áreas de mejora en la formación del personal.

Se presenta la Figura 17, con los resultados de la P8.

Figura 17. Resultados - P8



Nota: Elaborado por el autor.

El 60% de los encuestados considera que es imprescindible implementar más medidas de seguridad, mientras que el 40% cree que estas son necesarias solo de forma parcial, mostrando una clara demanda por reforzar las estrategias de seguridad, especialmente en el manejo de materiales sensibles, esto subraya la importancia de priorizar acciones que minimicen riesgos y garanticen un entorno laboral más seguro.

De la misma forma, los resultados de la pregunta 9 “¿Considera que los incidentes de incendios pueden reducirse a cero con un sistema adecuado?”, se muestran en la Figura 18.

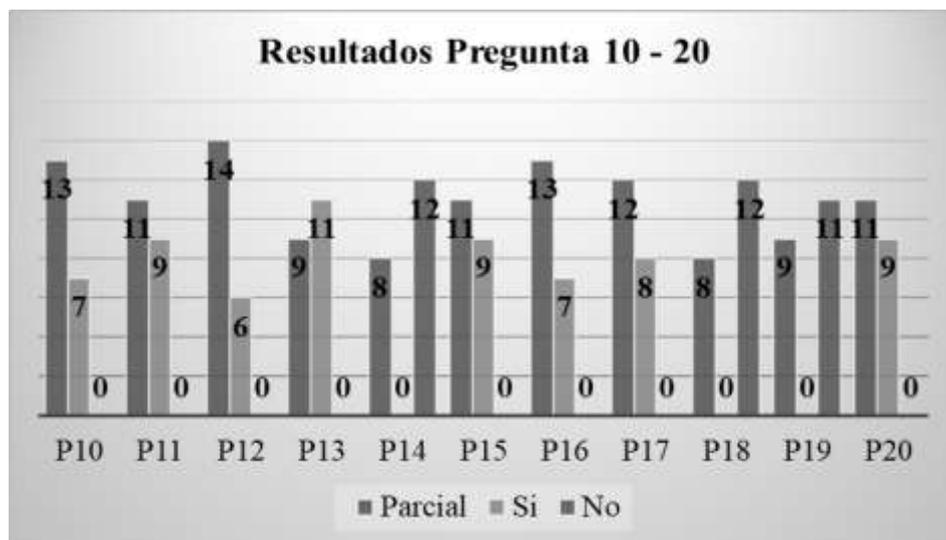
Figura 18. Resultados - P9



Nota: Elaborado por el autor.

El 60% de los encuestados dice que si se pueden reducir los incidentes de incendios con un sistema adecuado. A continuación, se presentan los resultados generales de las preguntas 10 a 20 en la Figura 19.

Figura 19. Resultados - P10



Nota: Elaborado por el autor.

El análisis correspondiente a cada pregunta se da a conocer de la siguiente manera:

1. P10: El 65% de los encuestados respondió de manera parcial (13), mientras que un grupo menor del 35% indicó un sí claro (7), y no hubo respuestas negativas. Esto sugiere que los participantes creen que, aunque los equipos de detección actuales pueden estar cumpliendo con su función, la instalación de equipos adicionales podría mejorar la seguridad contra incendios, aunque no ven esto como una necesidad urgente.
2. P11: El 55% de los encuestados indicó que el personal está parcialmente capacitado (11), mientras que un 45% respondió de forma positiva (9) y no se registraron opiniones negativas, reflejando que, aunque el personal tiene conocimientos básicos, existen áreas por mejorar, como la formación especializada y los protocolos para emergencias, poniendo en manifiesto la importancia de reforzar el entrenamiento para garantizar una respuesta más eficiente.
3. P12: Aquí, las respuestas parciales (14) son predominantes con un 70%, mientras que solo 6 personas dieron un sí afirmativo siendo un 30%. La ausencia de respuestas negativas sugiere que el personal tiene algún nivel de concientización, pero no

suficiente para que la mayoría lo considere adecuado. Este resultado refleja una necesidad de mayor concienciación en torno a los riesgos de incendio.

4. P13: Aunque el 55% de los encuestados señaló que el conocimiento de las rutas de evacuación es parcial (11), un 45% lo calificó como adecuado, la ausencia de respuestas negativas sugiere que existe cierta confianza en esta área, sin embargo, indicando que aún persisten vacíos en la difusión de la información o en el entrenamiento práctico, lo que evidencia la necesidad de fortalecer estos aspectos críticos.
5. P14: Las respuestas muestran que el 60% de los encuestados cree que el equipamiento contra incendios es parcialmente funcional (12), mientras que el 40% lo considera adecuado (8), sin respuestas negativas, este equilibrio revela una preocupación, en donde los datos apuntan a que, aunque es funcional, no garantiza una prevención óptima, lo que resalta la necesidad de actualizar y reforzar los sistemas existentes.
6. P15: Se observa una clara predominancia de respuestas parciales con un 60%, con un menor número de respuestas afirmativas de 40% y ninguna negativa. Esto indica que los encuestados consideran que el equipamiento es razonable, pero puede haber mejoras necesarias para alcanzar la suficiencia total.
7. P16: El 65% de los encuestados respondió parcial (13), con un número significativo del 35% que destacaron que sí (7), no hubo respuestas negativas, los encuestados consideran que es probable que se necesite una inversión en equipamiento de seguridad, aunque la necesidad de inversión es clara, la magnitud exacta de la misma puede no estar completamente definida para todos.
8. P17: Las respuestas parciales (12) representan el 60%, mientras que el 40% restante respondió afirmativamente (8), sin respuestas negativa, las personas parecen creer que la infraestructura está cerca de cumplir con los estándares, aunque probablemente existen áreas que aún no se alinean completamente con las normativas actuales, dando a conocer la necesidad de realizar una revisión más exhaustiva para garantizar el cumplimiento total.
9. P18: De manera similar, las respuestas se dividen entre parcial con un 60% y sí con un 40%, sin respuestas negativas. Esto indica una preocupación por la falta de cumplimiento total con la normativa NFPA, aunque los encuestados no consideran que la situación sea de riesgo inminente, sino algo que debe ser atendido.
10. P19: El 55% de las respuestas fueron parciales, y el 45% restante consideró que la empresa está preparada, sin respuestas negativas, aunque se percibe que la empresa

podría estar lista, la ausencia de un sistema adicional propuesto genera incertidumbre sobre su efectividad completa en una emergencia.

11. P20: Al igual que en las preguntas anteriores, el 55% de los encuestados respondió parcialmente, mientras que el 45% opinó afirmativamente, sin respuestas negativas, aunque hay confianza en la efectividad de los sistemas actuales, parece haber consenso en que todavía hay margen para mejorar su eficiencia

En el análisis general de las dimensiones se destaca lo siguiente:

1. La dimensión de Riesgo e Infraestructura muestra una percepción de seguridad parcialmente adecuada, la mayoría de los entrevistados considera que existen deficiencias significativas en áreas clave como la protección contra incendios, los sistemas eléctricos y el almacenamiento de materiales inflamables, aunque a pesar de que se siguen los protocolos de manejo, los resultados sugieren que la cobertura de los sistemas de protección y la actualización de la infraestructura crítica son áreas que requieren atención urgente para cumplir con los estándares modernos de seguridad y reducir los riesgos de incendio.
2. En cuanto a la dimensión conocimiento del personal, los resultados indican que, aunque el personal posee conocimientos básicos para la prevención de incendios, hay espacio para mejorar, los entrevistados mostraron confianza en que, con un sistema de capacitación más robusto, los incidentes de incendio podrían disminuir considerablemente, también señalaron deficiencias en la formación sobre emergencias, la conciencia sobre riesgos y el conocimiento de las rutas de evacuación.
3. Respecto a la dimensión infraestructura de seguridad, los encuestados valoraron positivamente la funcionalidad básica del equipo y las instalaciones, pero reconocieron que hay áreas que necesitan mejoras para mejorar la efectividad general, existiendo la percepción de que, aunque la infraestructura actual es funcional, se beneficiaría de refuerzos adicionales y de una mayor alineación con las normativas de seguridad, como la NFPA, lo que fortalecería la capacidad de respuesta ante emergencias.

3.1.3. Confiabilidad de instrumento

Para evaluar la fiabilidad del cuestionario utilizado en la investigación, se calculó el coeficiente Alfa de Cronbach, este es una medida estadística que indica la consistencia interna de un instrumento, es decir, qué tan bien los ítems del cuestionario están correlacionados entre

sí, una alta consistencia interna es esencial para garantizar que el instrumento sea confiable y mida de manera coherente el concepto de interés. Se considera que un valor de Alfa de Cronbach superior a 0,7 refleja una buena consistencia interna. La Tabla 8 muestra el resultado calculado utilizando el software IBM SPSS Statistics.

Tabla 8. Resultados del análisis de alfa de cronbach

Resumen de procesamiento de casos			
		N	%
Casos	Válido	20	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	20	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,802	20

Nota: Elaborado por el autor.

En la Tabla 8, presentada, se observa que el Alfa de Cronbach obtenido es de 0,802 para un total de 20 elementos, lo cual indica una alta fiabilidad del cuestionario. Este valor está por encima del umbral mínimo recomendado de 0,7, lo que sugiere que los ítems del cuestionario son coherentes entre sí y miden de manera consistente el concepto de seguridad contra incendios percibido por los empleados. Además, de los 20 casos válidos analizados, ninguno fue excluido.

3.2. Empresa de estudio

Figura 20. Imagen referente de la empresa de estudio



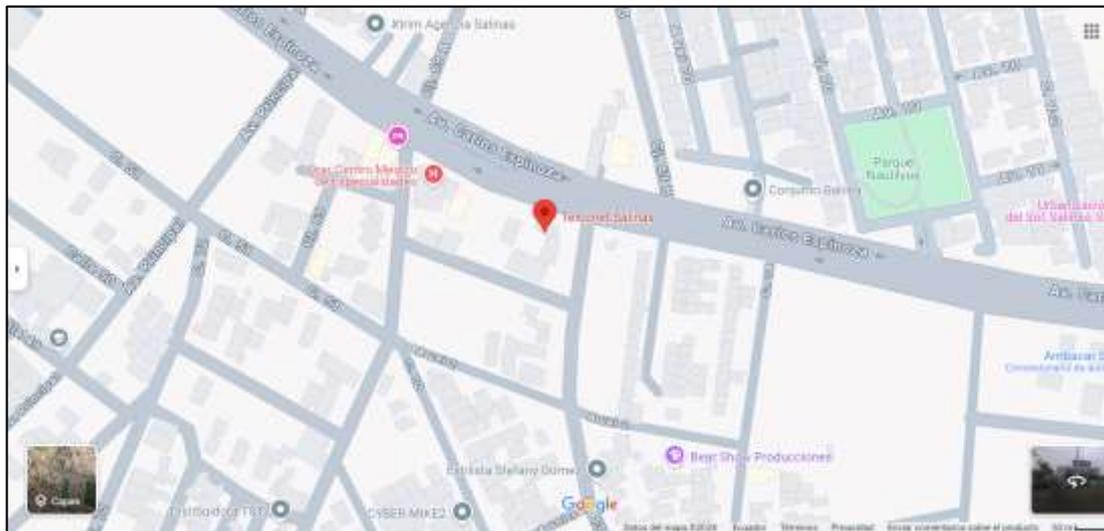
Nota: Elaborado por el autor.

Telconet es una empresa que se especializa en servicios de telecomunicaciones para grandes corporaciones y servicios mayoristas para otras operadoras de telecomunicaciones. Entre sus servicios se encuentran:

1. Network: soluciones de conectividad y redes
2. Connectivity: servicios de internet y conectividad
3. Cloud: almacenamiento en la nube
4. Security: soluciones de seguridad informática
5. Electronic Security: seguridad electrónica
6. Transit:
7. servicios de tránsito de datos

Además, Telconet cuenta con una sólida plataforma e infraestructura de fibra óptica de alto nivel, lo que les permite ofrecer servicios de alta calidad. La empresa también ha desarrollado nuevos servicios enfocados en inteligencia artificial. Esta se encuentra ubicada en la vía principal de Salinas - La Libertad, en la 1^{ra} Entrada a Muey, Santa Elena – Ecuador, así como se muestra en la Figura

Figura 21. Ubicación de Telconet



Nota: Elaborado por el autor.

Misión

Buscar la excelencia en la provisión de la comunicación de datos, a través del uso de la mejor tecnología disponible y la preparación continua de nuestros recursos humanos, en beneficio de la comunidad, cliente y empresa.

Visión

Ser la mejor alternativa e integrar al Ecuador a través de la provisión de servicios de comunicación de video, voz y datos; siguiendo estándares internacionales de calidad y usando la mejor y más moderna tecnología en telecomunicaciones.

Valores:

1. Excelencia
2. Integridad
3. Transparencia
4. Innovación
5. Proactividad

3.3. Diagnóstico inicial

Con el fin de conocer la situación inicial de la empresa de estudio, se plantea la siguiente Tabla 9 con los resultados de una lista de verificación del Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios, específicamente en su artículo 114, indicando que todo lugar cerrado que sea punto de reunión de personas debe contar con sistemas y equipos necesarios para la prevención y combate de incendios.

Tabla 9. *Reglamento contra incendios*

REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			
Responsable	William Perero	Fecha	20/10/24
Lugar	TELCONET	Cumple	Observaciones
N°	Regla	Si No	
1	Las precauciones estructurales proveen a una edificación de la resistencia necesaria contra un incendio, limitando la propagación de este y reduciendo al mínimo el riesgo personal y estructural.	X	
2	Toda edificación dispondrá de al menos una fachada accesible al ingreso de los vehículos de emergencia, a una distancia máxima de ocho (8) metros libres de obstáculos con respecto a la edificación.	X	
3	Todo medio de ingreso por recorrer debe ser claramente visible e identificado de tal manera que todos los ocupantes de la edificación, que sean física y mentalmente capaces, puedan encontrar rápidamente la dirección de escape es de cualquier punto hacia la salida.		X

4	<p>Todo establecimiento de trabajo, comercio, prestación de servicios, alojamiento, concentración de público, parqueaderos, industrias, transportes, instituciones educativas públicas y privadas, hospitalarios, almacenamiento y expendio de combustibles, productos químicos peligrosos, de toda actividad que representen riesgos de incendio; deben contar con extintores de incendio del tipo adecuado a los materiales usados y a la clase de riesgo.</p>	X	<p>Se tiene una cantidad mínima de extintores con relación a las áreas</p>
5	<p>Se colocará extintores de incendios de acuerdo con la normativa, esta exigencia es obligatoria para cualquier uso y para el cálculo de la cantidad de extintores a instalarse. No se tomará en cuenta aquellos que formen parte de las bocas de incendios equipadas (BIE).</p>	X	
6	<p>La red hídrica de servicio contra incendios dispondrá de una derivación hacia la fachada principal del edificio o hacia un sitio de fácil acceso para los vehículos de bomberos y terminará en una boca de impulsión o hidrante de fachada de doble salida hembra (con anillos giratorios) o siamesa en bronce bruñido con rosca NST, ubicada a una altura mínima de noventa centímetros (90 cm) del piso terminado hasta el eje de la siamesa; tales salidas serán de 2 1/2 pulgadas (63.5 milímetros) de diámetro a da una y la derivación en hierro galvanizado del mismo diámetro de la cañería.</p>	X	
7	<p>La presión mínima de descarga (pitón) requerida en el punto más desfavorable de la instalación de protección contra incendios para vivienda será de tres puntos cinco kilogramos por centímetro cuadrado (3.5 Kg/cm²) (50 PSI) y para industria cinco kilogramos por centímetro cuadrado (5 Kg/cm²) (70 PSI). Este requerimiento podrá lograrse mediante el uso de un sistema adicional de presurización, el mismo que debe contar con una fuente de energía autónoma independiente a la red pública normal para lo cual se instalará un sistema de transferencia automática y manual</p>	X	
8	<p>Las tuberías deben cumplir con las normas ASTM, puede ser de: hierro, acero o cobre sin costura. Deben resistir una presión de 1 2 kg/cm² (170 PSI) como máximo, su diámetro será de 2 a 6 pulgadas (red principal) de la misma manera todos los accesorios deben ser normados por ASTM.</p>	X	
9	<p>En aquellas edificaciones donde el servicio de protección contra incendios requiera de instalación estacionaria de agua para este</p>	X	

	<p>fin, se debe proveer del caudal y presión suficientes, aún en caso de suspensión del suministro energético o de agua de la red general (municipal) por un período no menor a una hora. La reserva de agua para incendios estará determinada por el cálculo que efectuará el profesional responsable del proyecto, considerando un volumen mínimo de trece metros cúbicos (13 m3).</p>	
10	<p>Las especificaciones técnicas de ubicación de la reserva de agua y dimensionamiento del equipo de presurización estarán dadas por el respectivo cálculo hidráulico contra incendios, el mismo que será revisado y aprobado por el cuerpo de bomberos de su respectiva jurisdicción</p>	X
11	<p>De acuerdo con el tipo de proyecto o uso se colocará estratégicamente, estructuras que tienen la finalidad de aislar, confinar las áreas o sectores de incendios, evitando la propagación del fuego, de conformidad a las normas vigentes.</p>	X
12	<p>Tablero central, fuente de alimentación eléctrica, detectores de humo, alarmas manuales, difusores de sonidos, sistema de comunicación y señal de alarma sonora y visual.</p>	X
13	<p>Los proyectos de todo tipo de edificación deben contemplar un sistema de instalaciones eléctricas idóneo, el mismo. que estará sujeto a lo dispuesto en el artículo 45 de la Ley de Defensa Contra Incendios, el Código Eléctrico Ecuatoriano y por normas INEN (Instalaciones Eléctricas Protección Contra Incendios)</p>	X
14	<p>Sistema que tiene como función activar una instalación de respuesta ante la iniciación de un incendio o avisar a las personas posiblemente afectadas.</p>	X
15	<p>Todo sistema de detección y alarma de incendios debe estar instalado cumpliendo lo especificado en las normas NFPA 70 y 72</p>	X
16	<p>Las edificaciones de este uso que empleen estructura metálica deben contar con un sistema de descargas estáticas atmosféricas (pararrayos), y debe garantizar un RF-120 y presentar certificaciones de la soldadura de acuerdo con la norma AWS D1.1.</p>	X
17	<p>Las construcciones de una sola planta serán de materiales ignífugos y dotados de muros cortafuego en sus colindancias, para impedir la propagación del incendio de un local a otro y que garanticen un RF-120.</p>	X

18	<p>Todo establecimiento de trabajo en el cual exista riesgo potencial de incendio dispondrá de sistemas automáticos de detección, alarma y extinción de incendios, cuyo funcionamiento esté asegurado aun cuando no exista personal o fluido eléctrico</p>	X
19	<p>Los establecimientos de tipo industrial o fabril deben contar con extintores de incendio del tipo adecuado (ver Tabla 2 del artículo 31 de este reglamento). Además, equipos, sistemas e implementos de protección contra incendios, los mismos que deben estar reglamentariamente señalizados de acuerdo con la norma NTE INEN 439.</p>	X

Nota: Elaborado por el autor.

La empresa de estudio cumple aproximadamente en un 21.05% del reglamento de prevención, mitigación, protección contra incendios, incumpliendo un 78.95%. En base a la Tabla 9, se desglosa lo siguiente:

1. En algunos aspectos, como la resistencia estructural de la edificación para limitar la propagación de incendios (Regla 1) y la accesibilidad para vehículos de emergencia (Regla 2), la empresa cumple con las normativas, lo cual indica un esfuerzo inicial hacia la protección estructural y el acceso para bomberos.
2. Existen varias reglas clave que no cumplen con el estándar establecido, tales como la visibilidad y señalización de las salidas de emergencia (Regla 3), la cantidad de extintores de incendio (Regla 5), y el sistema de presión y caudal de agua en caso de incendio (Reglas 7, 9 y 10).
3. La falta de equipos de detección y alarma automáticos, como se señala en las Reglas 12, 14 y 18, presenta un riesgo significativo, debido a la ausencia de estos sistemas limita la capacidad de la empresa para alertar y evacuar a sus empleados de manera rápida y eficiente en caso de incendio, este vacío en la infraestructura de seguridad representa un desafío importante en términos de prevención y protección ante emergencias.
4. La mayoría de los sistemas automáticos y de protección avanzada, incluyendo el sistema de detección y alarma de incendios (Regla 15) y los pararrayos en caso de uso de estructuras metálicas (Regla 16), tampoco están implementados. Esto sugiere que la empresa podría no estar preparada para responder de manera autónoma ante un incendio.

5. En cuanto a los extintores, la observación revela que la empresa dispone de una cantidad mínima en relación con el tamaño de sus instalaciones, implicando que la falta de una distribución adecuada de extintores, en función de la extensión del edificio y las áreas de riesgo, pone en duda la capacidad de respuesta ante un incendio, lo que subraya la necesidad de un cálculo más preciso de los recursos necesarios para garantizar una respuesta efectiva.
6. Aspectos eléctricos y de materiales ignífugos también presentan incumplimiento (Reglas 13 y 17), lo que podría elevar el riesgo de incendio en instalaciones donde estos sistemas son deficientes.

En términos generales, aunque Telconet S.A. cumple con algunos elementos básicos de protección estructural y accesibilidad en emergencias, se observa una falta considerable de sistemas de detección, extinción y seguridad avanzada, las recomendaciones apuntan a la adquisición de más extintores adecuados, la instalación de sistemas automáticos de detección y alarma, así como la implementación de infraestructura resistente al fuego, además, es fundamental el cumplimiento de normativas específicas como la NFPA para mejorar la seguridad general.

En vista a que no se puede dar solución a todos los incumplimientos a la vez, a continuación, se presenta la Tabla 10 con las observaciones de aquellas reglas que serán planteadas con su debida solución, incluyendo la norma NFPA que debe de considerarse para cada caso.

Tabla 10. *Solución de problemas bajo normas NFPA*

REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS				
Responsable	William Perero	Fecha	20/10/24	
Lugar	TELCONET	Cumple		Observaciones
N°	Regla	Si	No	
3	Todo medio de ingreso por recorrer debe ser claramente visible e identificado de tal manera que todos los ocupantes de la edificación, que sean física y mentalmente capaces, puedan encontrar rápidamente la dirección de escape es de cualquier punto hacia la salida.	X		De acuerdo con la norma NFPA 72, se deben aplicar rótulos claros y visibles al público.

5	<p>Se colocará extintores de incendios de acuerdo con la normativa, esta exigencia es obligatoria para cualquier uso y para el cálculo de la cantidad de extintores a instalarse. No se tomará en cuenta aquellos que formen parte de las bocas de incendios equipadas (BIE).</p>	X	<p>En base a la NFPA 10, se debe calcular bien el número de extintores dependiendo el riesgo de incendio.</p>
7	<p>La presión mínima de descarga (pitón) requerida en el punto más desfavorable de la instalación de protección contra incendios para vivienda será de tres puntos cinco kilogramos por centímetro cuadrado (3.5 Kg/cm²) (50 PSI) y para industria cinco kilogramos por centímetro cuadrado (5 Kg/cm²) (70 PSI). Este requerimiento podrá lograrse mediante el uso de un sistema adicional de presurización, el mismo que debe contar con una fuente de energía autónoma independiente a la red pública normal para lo cual se instalará un sistema de transferencia automática y manual</p>	X	<p>De acuerdo con la NFPA 25, se debe tener una presión adecuada para el sistema contra incendios, en bares o PSI.</p>
8	<p>Las tuberías deben cumplir con las normas ASTM, puede ser de: hierro, acero o cobre sin costura. Deben resistir una presión de 1 2 kg/cm² (170 PSI) como máximo, su diámetro será de 2 a 6 pulgadas (red principal) de la misma manera todos los accesorios deben ser normados por ASTM.</p>	X	<p>Las tuberías deben regirse a la NFPA 14 y así ser adecuadas al sistema.</p>
10	<p>Las especificaciones técnicas de ubicación de la reserva de agua y dimensionamiento del equipo de presurización estarán dadas por el respectivo cálculo hidráulico contra incendios, el mismo que será revisado y aprobado por el cuerpo de bomberos de su respectiva jurisdicción</p>	X	<p>Este se cumple mediante la NFPA 22, indicando el material requerido para la cisterna.</p>
15	<p>Todo sistema de detección y alarma de incendios debe estar instalado cumpliendo lo especificado en las normas NFPA 70 y 72</p>	X	<p>Regulado bajo la norma NFPA 70 y 72.</p>

18	Todo establecimiento de trabajo en el cual exista riesgo potencial de incendio dispondrá de sistemas automáticos de detección, alarma y extinción de incendios, cuyo funcionamiento esté asegurado aun cuando no exista personal o fluido eléctrico	X
----	---	---

Nota: Elaborado por el autor.

La Tabla 10, da a conocer las reglas o ítems que no cumple la empresa de estudio con respecto al reglamento mínimo que debe de tener un edificio o instalación para la respectiva protección contra incendios. En estas, se incluye la norma NFPA a la que debe de estar regulado y enfocado cada solución.

3.4. Inspección interior de la instalación

Actualmente, la fábrica no cuenta con medidas de seguridad adecuadas para enfrentar un posible incendio, lo que subraya la urgencia de implementar mejoras en este ámbito, para el cual se deben detallar los elementos faltantes, basándose en las observaciones realizadas tanto por los colaboradores como por los propietarios, quienes buscan optimizar la seguridad de las instalaciones, el cual se apoya en los requisitos establecidos por el cuerpo de bomberos de la ciudad, garantizando que las futuras implementaciones no solo cumplan con las normativas locales, sino que también contribuyan a una protección efectiva tanto de las instalaciones como del personal.

Tabla 11. Aspectos evaluados internamente

INSPECCIÓN INTERNA DE LAS INSTALACIONES DE TELCONET			
Responsable	William Perero	Fecha	20/10/24
Lugar	TELCONET	Cumple	
N°	Aspecto	Si	No
1	Alturas correspondientes de tuberías	x	
2	Organización de cableado		x
3	Delimitación de áreas de trabajo		x
4	Orden y limpieza	x	
5	Equipos alejados de riesgos	x	
6	Elementos de seguridad	x	

Hay cableado en el piso, riesgo de corto circuito.
Poco espacio en oficinas.
Faltan extintores.

Nota: Elaborado por el autor.

En la Tabla 11, se observa que algunos aspectos esenciales no se cumplen, lo que podría poner en riesgo la seguridad de las instalaciones y del personal, a pesar de que las alturas de las tuberías, el orden, limpieza y los elementos de seguridad cumplen con los estándares establecidos, hay áreas críticas que requieren atención inmediata, por ejemplo, el cableado expuesto en el piso representa un riesgo de cortocircuito, y la falta de delimitación de áreas de trabajo en oficinas podría dificultar una evacuación rápida en caso de emergencia. Además, aunque la señalización está presente, es insuficiente en ciertos equipos y áreas específicas, la falta de extintores en lugares clave también añade un riesgo significativo en cuanto a protección contra incendios, subrayando la necesidad de realizar mejoras urgentes en la infraestructura y la organización del espacio, para cumplir con los requisitos de seguridad y reducir los riesgos dentro de la empresa.

A esto, se adjunta la Figura 22, que contiene imágenes referentes a la inspección interna realizada en las instalaciones de la empresa.

Figura 22. *Imágenes referentes de la inspección interna*



Nota: Elaborado por el autor.

3.5. Evaluación de riesgo mediante el método de Méseri

A los resultados anteriores, se le adjunta la lista de verificación del método de Méseri,

la cual se muestra a continuación en la Tabla 11, incluyendo el nivel de riesgo al que corresponde. En la evaluación de riesgos contra incendios realizada para Telconet S.A., se han considerado diferentes factores de riesgo y de protección según el método de Méseri, que incluye características de la construcción, destructibilidad, propagabilidad, situación y factores de protección. Los valores en cada sección fueron determinados según un coeficiente específico y una situación de diagnóstico inicial que proporciona el puntaje total y, finalmente, una calificación general de riesgo.

Tabla 12. Resultados del método de Méseri

EVALUACIÓN DE RIESGOS CONTRA INCENDIOS (MÉTODO DE MÉSERI)							
Nombre de la empresa:	TELCONET SA	Situación	Diagnóstico inicial		N°		
CONSTRUCCIÓN		Coeficiente	Puntos	DESTRUCTIBILIDAD	Coeficiente	Puntos	
N° de pisos	Altura			Por calor			
1 o 2	menor de 6 m	3	3	Baja	10	0	
3, 4 o 5	entre 6 y 15 m	2		Media	5		
6, 7, 8 o 9	entre 15 y 28 m	1		Alta	0		
10 o más	más de 28 m	0		Por humo			
Superficie mayor sector de incendios			4	Baja	10	0	
de 0 a 500 m ²		5		Media	5		
de 501 a 1500 m ²		4		Alta	0		
de 1501 a 2500 m ²		3		Por corrosión		5	
de 2501 a 3500 m ²		2		Baja	10		
de 3501 a 4500 m ²		1	Media	5			
más de 4500 m ²		0	Alta	0			
Resistencia al fuego			10	Por agua		10	
Resistente al fuego (hormigón)		10		Baja	10		
No combustible (metálica)		5		Media	5		
Combustible (madera)		0		Alta	0		
Falsos techos			3	PROPAGABILIDAD		0	
Sin falsos techos		5		Vertical			
Con falsos techos incombustibles		3		Baja	5		
Con falsos techos combustibles		1	Media	3	0		
FACTORES DE SITUACIÓN			8	Alta		0	
Distancia de bomberos				Horizontal		59	
Menor de 5 km	5 min	10		Baja	5		
Entre 5 y 10 km	5 y 10 min	8		Media	3		
Entre 10 y 15 km	10 y 15 min	6		Alta	0		
Entre 15 y 25 km	15 y 25 min	2	SUBTOTAL x				
Mayor a 25 km	25 min	0	FACTORES DE PROTECCIÓN				
Accesibilidad a edificios			1	Concepto	Sin vigilancia	Con vigilancia	Puntos
Buena		5		Extintores portátiles (EXT)	1	2	1
Media		3		Bocas de incendios equipadas (BIE)	2	4	2
Mala		1		Columnas hidratantes exteriores (CHE)	2	4	2
Muy mala		0		Detección automática (DTE)	0	4	0
PROCESOS			0	Rociadores automáticos (ROC)	5	8	5
Peligro de activación				Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	2
Bajo		10		SUBTOTAL Y		12	
Medio		5	$P = \frac{5x}{120} + \frac{5y}{22} + 1 (BCI)$				
Alto		0	Bigrada contra incendios (BCI)		Sí (x)	No (x)	
Carga térmica			5			x	
Bajo		10		Valor de riesgo		5,18560606	
Medio		5		Calificación de riesgo		Bueno	
Alto		0	Observaciones: Se ha obtenido el puntaje mínimo en los factores de protección contra incendios, por ende se considera que la empresa no cuenta con estos. Sin embargo, el valor de riesgo de 5.18 es considerado como bueno.				
Combustibilidad							3
Bajo		5					
Medio		3					
Alto		0					
Orden y limpieza							5
Bajo		0					
Medio		5					
Alto		10					
Almacenamiento de altura							2
Menor de 2 m		3					
Entre 2 y 4 m		2					
Más de 6 m		0					
FACTOR DE CONCENTRACIÓN			0				
Factor de concentración \$/m ²							
Menor de 500		3					
Entre 500 y 1000		2					
Más de 1500		0					

Nota: Elaborado por el autor.

La evaluación de riesgos contra incendios en Telconet S.A., realizada mediante el método de Méseri, muestra un valor de riesgo de 5,18 que corresponde a una calificación de “Bueno”, aunque la calificación es positiva, existen áreas críticas que requieren atención urgente, la edificación tiene una altura media, una resistencia al fuego moderada y una accesibilidad razonable para los bomberos, lo que favorece una respuesta eficaz ante emergencias, mientras que, el riesgo de propagación vertical y horizontal es bajo, se identifican puntos críticos como una carga térmica media y un peligro de activación alto, lo que aumenta la vulnerabilidad en caso de incendio.

En cuanto a los factores de protección, se cuenta con elementos básicos como extintores y sistemas de detección, pero la ausencia de sistemas automáticos de extinción y rociadores reduce significativamente la capacidad de respuesta ante un incendio sin supervisión constante. Esto sugiere que, aunque la calificación general es favorable, Telconet S.A. debería mejorar sus medidas de protección contra incendios para reducir riesgos y garantizar una mayor seguridad.

3.6. Propuesta de investigación

En esta propuesta de investigación se busca analizar y mejorar las condiciones de seguridad contra incendios en la empresa Telconet S.A., mediante las normas de la National Fire Protection Association (NFPA) que establecen lineamientos técnicos y operativos necesarios para diseñar, instalar, mantener y evaluar sistemas contra incendios, estos sistemas son esenciales para prevenir, detectar, controlar y extinguir incendios de manera efectiva.

La investigación se enfocará en identificar riesgos específicos en cada área de trabajo y en proponer medidas correctivas para fortalecer la protección contra incendios y minimizar los riesgos. La empresa Telconet S.A. cuenta con ocho áreas clave: soporte, Arreglo de caja, eléctrico, Help Desk, bodega, instalación, garita, interurbano y construcción, cada una de las cuales será evaluada para asegurar un entorno seguro y conforme a las normativas vigentes.

3.6.1 Cálculo de extintores

Para cumplir con la normativa NFPA 10 y asegurar la protección contra incendios en Telconet S.A., se recomienda el uso de extintores de clase C, adecuados para áreas con equipos eléctricos energizados. La cantidad y ubicación de estos extintores dependerán del tamaño y disposición de cada área, siendo necesario contar con suficientes unidades para garantizar la cobertura y el rápido acceso en caso de emergencia. De acuerdo con la normativa, los extintores

que no superen las 40 libras (18.14 kg) deben instalarse a una altura máxima de 1.53 metros desde el suelo hasta la parte superior del extintor, mientras que aquellos que superen las 40 libras deben estar ubicados a no más de 1.07 metros del suelo, y a un mínimo de 10.2 cm de distancia respecto al suelo.

Adicionalmente, las instrucciones de operación deben ser claramente visibles en la parte frontal de cada extintor, sin etiquetas adicionales que bloqueen la información esencial. Es necesario realizar inspecciones periódicas manuales cada 30 días para asegurar que los extintores se encuentren en buen estado, accesibles, con manómetros en rango operable y sin obstrucciones. Estas inspecciones pueden ser más frecuentes en áreas de alto riesgo o exposición a condiciones corrosivas. La implementación de extintores clase C es esencial para que los operadores estén protegidos en presencia de equipos eléctricos activos, reduciendo riesgos de electrocución y permitiendo una respuesta rápida en caso de incendio.

De acuerdo con la NFPA 10, para el cálculo del número de extintores óptimos se debe considerar lo siguiente:

Área: 600 m²

Área de cobertura de extintor.

En el caso de los extintores tipo C, no se toma en cuenta la cobertura o capacidad límite de extensión, más bien, es requerido 1 extintor cerca de cada dispositivo electrónico. La empresa de estudio cuenta con 3 extintores actualmente, 1 en Bodega, 1 en Soporte y otro en Help desk. Sin embargo, la norma establece que debe haber al menos 1 extintor por cada dispositivo eléctrico cerca, por ende y para tener una mayor cobertura, debe implementarse 1 para Garaje, 1 para Jefatura, 1 para Eléctrico, y 1 para Garita, siendo 4 en total.

3.6.2 Sistema de rociadores

Para el diseño e implementación del sistema de rociadores de acuerdo con la norma NFPA 13, que clasifica las instalaciones en diferentes niveles de riesgo, en este caso se establece que la empresa corresponde al riesgo ordinario - grupo 1. Este nivel de riesgo determina tanto la cantidad de rociadores necesarios como el espaciamiento, ubicación y otras especificaciones para garantizar una protección adecuada.

Especificaciones del sistema de rociadores

1. Cobertura Total:

Conforme a la sección 8.1.1, los rociadores deben instalarse en todas las áreas del local, cubriendo todas las zonas, sin omitir espacios a menos que la norma lo permita explícitamente.

2. Espaciamiento y ubicación:

Los rociadores deben ubicarse de manera que no excedan el área máxima de protección por rociador, y deben estar posicionados para optimizar el tiempo de activación y la distribución del agua de extinción.

Según los principios de la norma, los rociadores se deben espaciar y posicionar de acuerdo con los requisitos de la sección 8.5, para cubrir el área efectiva y los objetivos de control del fuego de esta norma.

3. Limitación del área de protección por Sistema:

La máxima área que puede cubrir un sistema de rociadores en un área de riesgo ordinario es de 52000 pies² (4831 m²). Esto implica que, en caso de que la superficie del establecimiento sea mayor a este límite, se deben utilizar múltiples sistemas independientes.

4. Posicionamiento de rociadores en áreas de gran altura:

En caso de que el edificio sea de gran altura, cada piso debe contar con una válvula de control de rociadores y un sensor de flujo de agua, según los requisitos de la sección 11.8.3.1.

5. Consideraciones especiales para construcciones y estructuras:

Si existen elementos estructurales que podrían afectar el desempeño de los rociadores, debe asegurarse que la instalación de estos cumpla con los requisitos de desempeño en activación y distribución. La norma permite algunas desviaciones en el espaciamiento si se puede demostrar que el rendimiento de los rociadores no se ve afectado.

6. Condiciones de Protección Adicional:

En áreas donde haya mobiliario fijo, como gabinetes, vitrinas o áreas similares no ocupadas, no es obligatorio instalar rociadores dentro de estos espacios.

Las tapas y correas de protección de los rociadores deben retirarse antes de que el sistema entre en funcionamiento para asegurar su efectividad.

Mantenimiento y verificación del sistema

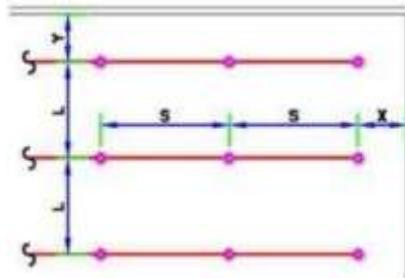
1. Los rociadores deben ser inspeccionados y mantenidos regularmente para asegurar que estén en las condiciones adecuadas de operación.

- Se debe garantizar que el acceso a cada rociador no esté obstruido y que el sistema cumpla con las revisiones recomendadas para mantener su funcionalidad y efectividad.

Área de cobertura de rociador

Como primero para el sistema de rociadores, se debe de realizar el cálculo de la cobertura de estos, para el cual se utiliza la formula $Ar = s * l$, donde s es la distancia entre rociadores horizontales, y l la distancia vertical, mostrándose en la Figura 23.

Figura 23. Área de cobertura de rociadores



Nota: Obtenido de Caiza (2023)

Así mismo, se muestra la Tabla 13 sobre la distancia de separación entre rociadores.

Tabla 13. Distancia entre rociadores

Clase - ocupación	Separación entre rociadores		Separación entre paredes	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Riesgo ligero	15 pies (4.6 m)		7.5 pies (2.3 m)	
Riesgo ordinario	15 pies (4.6 m)	6 pies (1.8 m)	7.5 pies (2.3 m)	4 in (10 cm)
Riesgo extra	15 pies (4.6 m)		7.5 pies (2.3 m)	
Almacenaje	12 pies (3.7 m)		6 pies (1.8 m)	

Nota: Elaborado por el autor, obtenido de Caiza (2023)

Ante lo mencionado, se considera que la separación entre rociadores debe de ser de 4.6 metros y entre paredes de 2.3 metros, tomando en consideración que este es el valor máximo que se tiene que alcanzar y no debe de ser superado. Y las distancias mínimas de 1.8 metros y 10 cm respectivamente. Como el riesgo es de nivel ordinario, la NFPA 13 ya establece que la cobertura de los rociadores debe de ser de 130 ft².

3.6.3 Áreas por proteger

Como ya se había mencionado, el área de la empresa de estudio corresponde a un total de 600 m², siendo de 30x20 m, siendo sus áreas las siguientes:

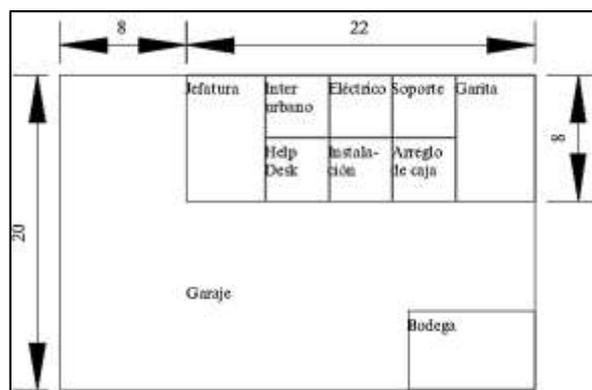
Tabla 14. Áreas y su valor correspondiente

Denominación	Área	Riesgo
Bodega	40 m ²	Ordinario 1
Soporte	16 m ²	
Arreglo de caja	16 m ²	
Interurbano	16 m ²	
Instalación	16 m ²	
Construcción	16 m ²	
Help Desk	16 m ²	
Eléctrico	16 m ²	
Garita	40 m ²	

Nota: Elaborado por el autor.

En la Tabla 14, se indican las áreas de la empresa de estudio y sus nombres, tomando en consideración que todas son de riesgo ordinario, y deben de ser cubiertas con rociadores, a excepción de garaje y bodega. A esto se le adjunta la Figura 24 con el plano de distribución.

Figura 24. Distribución de áreas

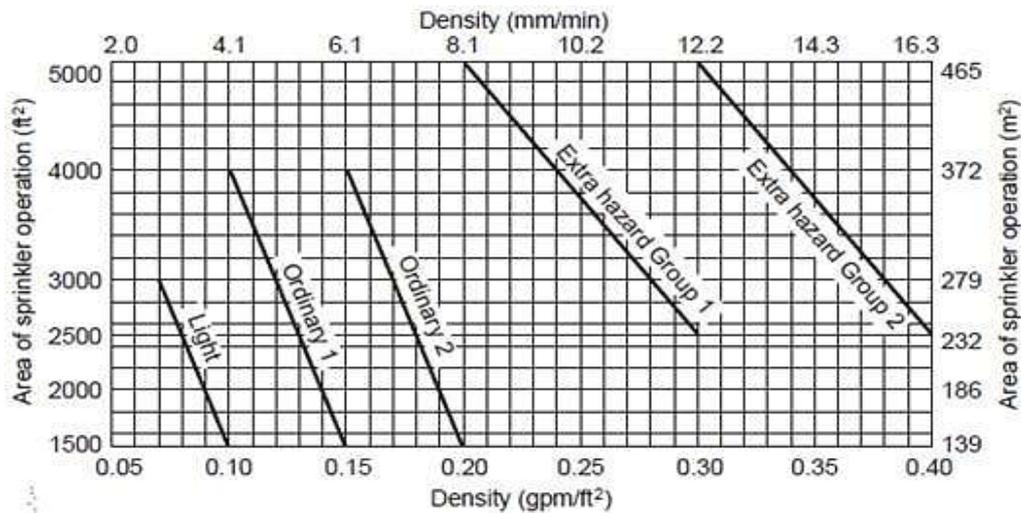


Nota: Elaborado por el autor en Autocad Web.

3.6.4 Densidad y área de diseño

Para poder determinar los datos necesarios sobre el caudal, presión y otros requerimientos del sistema de rociadores, se requiere aplicar el método de densidad y área presentado por la NFPA 13, tomando en consideración el nivel de riesgo de las áreas a proteger. En el caso de estudio, las áreas a proteger son 8 desde jefatura, hasta garita, con dimensiones de 22 x 8 metros, siendo 176 m² o 1894.45 ft², para encontrar el valor de la densidad, se debe de utilizar la siguiente Figura 25.

Figura 25. Curva de densidad y área



Nota: Obtenido de Caiza (2023)

En base a la Figura 25, el valor de la densidad es de aproximadamente 0.14, perteneciendo al riesgo ordinario 1 y al área a proteger correspondiente. Con estos datos, se aplica la fórmula del número de rociadores, siendo así:

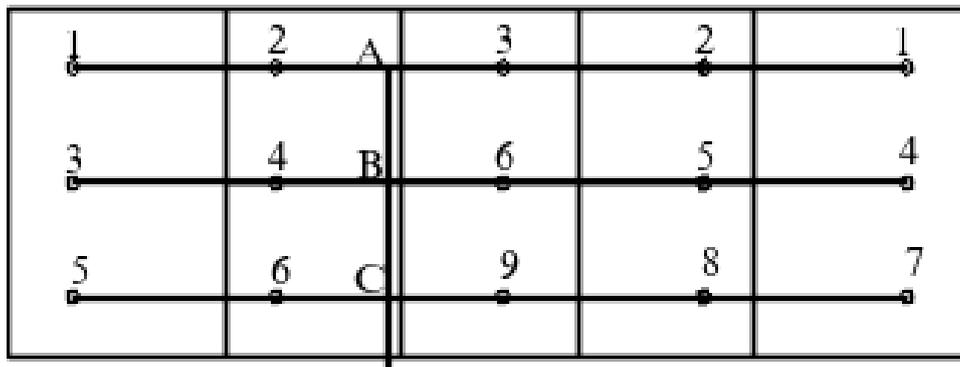
$$Nr = \frac{\text{Área total } (Ad)}{\text{Área del rociador } (Ar)}$$

$$Nr = \frac{1894.45 \text{ ft}^2}{130 \text{ ft}^2}$$

$$Nr = 14.57 \approx 15 \text{ rociadores}$$

Se requieren de un total de 15 rociadores para cubrir las áreas ya mencionadas. Estos van a ser distribuidos de la siguiente manera, como se da a conocer en la Figura 26. Cabe recalcar que se eliminaron los nombres de las áreas, y que no afecta si el rociador se encuentra por la mitad, en vista a que estas no tienen paredes, más bien solo están delimitadas.

Figura 26. Distribución de los rociadores en las áreas

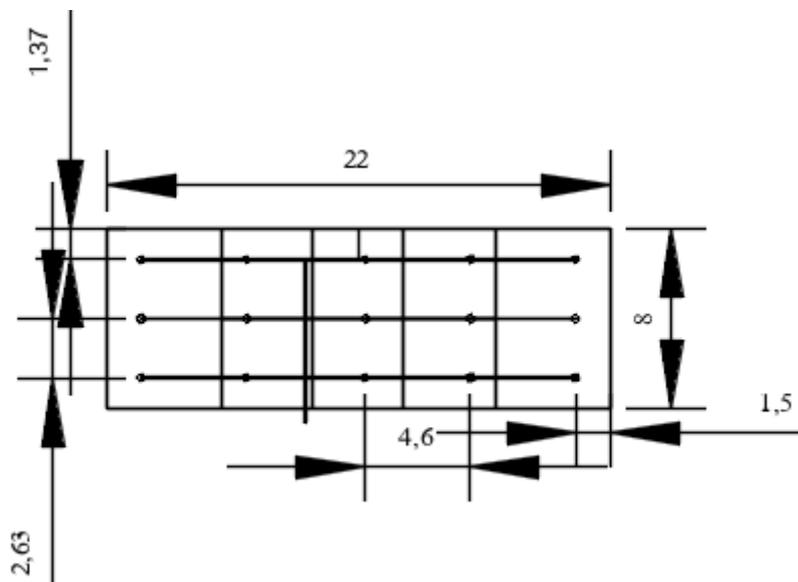


Nota: Elaborado por el autor en Autocad Web.

La Figura 26, muestra la distribución de los 15 rociadores requeridos, clasificados en 2 grupos, el de la derecha con 9 y el de la izquierda con 6, las conexiones realizadas representan los tubos con dimensiones de 2 pulgadas con diámetro externo de 52.5 mm de cédula 40 – diámetro interno de 2.067 in, tomando en consideración que estas deben de ser de Acero negro con un valor coeficiente C de 120 para sistemas de tubería húmeda reguladas bajo la NFPA 24, y con intercepciones o punto A, B y C para la evacuación de agua.

Así mismo, se presenta la Figura 27 en la que se muestra las dimensiones correspondientes a la separación de los rociadores.

Figura 27. *Distancia entre rociadores*



Nota: Elaborado por el autor en Autocad Web.

En base a la Figura 27, se describe que: la distancia horizontal entre rociadores es de 4.6 m y 2.63 m la vertical, la distancia entre los rociadores a las paredes de la derecha e izquierda es de 1.5 m, y de 1.37 m la superior e inferior. Adaptándose a la normativa mencionada para cubrir un área de 130 m² cada uno. Mientras que la distancia desde la tubería principal hasta sus primeros rociadores ya sea en el punto A, B o C es de 2.8 m.

Los resultados obtenidos a través de las fórmulas de caudal aplicadas en el análisis de Telconet S.A., sucursal Salinas, revelan la capacidad actual de los sistemas hidráulicos para responder de manera efectiva ante escenarios de emergencia por incendios. Este estudio ha permitido evaluar la suficiencia de los caudales disponibles en relación con los riesgos identificados, proporcionando una base técnica para validar la eficiencia de las medidas implementadas.

La correlación entre los parámetros de caudal, la infraestructura existente y los requerimientos mínimos normativos resalta áreas de mejora clave que deben abordarse para garantizar una protección integral. Asimismo, este análisis refuerza la importancia de mantener un sistema de suministro de agua contra incendios confiable, que esté en línea con las demandas específicas de la instalación y las regulaciones aplicables.

Continuamente, se realiza el cálculo del caudal ($Q = Dd * Ar$, siendo la densidad por área de rociador), presión de caudal ($P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$, donde K es un factor equivalente a $5.6 \frac{gpm}{\sqrt{psi}}$) y pérdida por fricción ($Pf = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$, donde L es la longitud hasta el siguiente rociador, C es el coeficiente de rugosidad equivalente a 120 y D el diámetro de la tubería siendo este de 52.5 mm – 0,0525 m), requeridos para que el sistema abastezca a la altura correspondiente. Entonces, como primero se calcula el caudal (Q1) mínimo para el primer rociador, de la siguiente manera:

$$Q1 = Dd * Ar$$

$$Q1 = 0.14 \frac{gpm}{ft^2} * 130 ft^2$$

$$Q1 = 18.2 gpm * \frac{0.0000630902 m^3/s}{1 gpm} = 0.00114824164 m^3/s$$

El rociador 1 requiere un caudal mínimo de 18.2 galones por minuto, mientras que su presión debe de ser de:

$$P1 = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$$

$$P1 = \left(\frac{18.2 gpm}{5.6 \frac{gpm}{\sqrt{PSI}}}\right)^2$$

$$P1 = 10.56 PSI$$

La presión mínima debe de ser de 10.56 psi, en cambio la pérdida de fricción entre en rociador 1 y 2 se calcula mediante la fórmula de Hazen – William:

$$Pf1 = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$$

$$Pf1 = \frac{10.674 * 4.6 m * \left(0.00114824164 m^3/s\right)^{1.852}}{120^{1.852} * (0.0525 m)^{4.871}}$$

$$Pf1 = 0.04263115044 \text{ m. c. a}$$

La pérdida de fricción de 0.04263 metros de columna de agua es relativamente baja, siendo justificada por la distancia corta entre los rociadores y favoreciendo a que el sistema funcione correctamente. Con el fin de calcular la presión del rociador 2, se le debe sumar la pérdida de fricción obtenida en el rociador 1, de la siguiente manera:

$$P2 = P1 + Pf1$$

$$P2 = 10.56 \text{ PSI} + 0.059842 \text{ m. c. a} * \frac{1.42197 \text{ PSI}}{1 \text{ m. c. a}}$$

$$P2 = 10.56 \text{ PSI} + 0.060620217 \text{ PSI}$$

$$P2 = 10.62062022 \text{ PSI}$$

En cambio, para el cálculo del caudal 2 se debe de despejar la fórmula de la presión, se la siguiente forma:

$$P2 = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$$

$$Q2 = K * \sqrt{P2}$$

$$Q2 = 5.6 \text{ gpm} / \sqrt{\text{PSI}} * \sqrt{10.62062022 \text{ PSI}}$$

$$Q2 = 18.254799 \text{ gpm} * \frac{0.0000757683211 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ gpm}} = 0.001151699 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para calcular la pérdida de presión siguiente, este debe de ser entre el 2-3, sumando los valores de ambos caudales:

$$Q3 - 2 = Q1 + Q2$$

$$Q3 - 2 = 0.001148242 \text{ m}^3/\text{s} + 0.0013844 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q3 - 2 = 0.002299941 \text{ m}^3/\text{s}$$

Entonces, la pérdida de presión es:

$$Pf2 = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$$

$$Pf2 = \frac{10.674 * 4.6 \text{ m} * \left(0.002299941 \text{ m}^3/\text{s}\right)^{1.852}}{120^{1.852} * (0.0525 \text{ m})^{4.871}}$$

$$Pf2 = 0.15432799545 \text{ m. c. a}$$

De la misma manera, calculamos la presión del rociador 3:

$$P3 = P2 + Pf2$$

$$P3 = 10.62062022 \text{ PSI} + 0.15432799545 \text{ m.c.a} * \frac{1.42197 \text{ PSI}}{1 \text{ m.c.a}}$$

$$P3 = 10.62062022 \text{ PSI} + 0.21944978 \text{ PSI}$$

$$P3 = 10.84007 \text{ PSI}$$

Y el caudal:

$$Q3 = K * \sqrt{P3}$$

$$Q3 = 5.6 \text{ gpm} / \sqrt{\text{PSI}} * \sqrt{10.84007 \text{ PSI}}$$

$$Q3 = 18.43758648 \text{ gpm} * \frac{0.0000757683211 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ gpm}} = 0.001163231 \text{ m}^3/\text{s}$$

E inmediatamente, se realiza el cálculo tanto de la pérdida de fricción 3 como la presión en el punto A:

$$QA - 3 = Q1 + Q2 + Q3$$

$$QA - 3 = 0.001148242 \text{ m}^3/\text{s} + 0.0013844 \text{ m}^3/\text{s} + 0.001163231 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QA - 3 = 0.003695873 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$PfA - 3 = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$$

$$PfA - 3 = \frac{10.674 * 2.8 \text{ m} * (0.003695873 \text{ m}^3/\text{s})^{1.852}}{120^{1.852} * (0.0525 \text{ m})^{4.871}}$$

$$PfA - 3 = 0.37149874619 \text{ m.c.a}$$

$$PA = P3 + PfA - 3$$

$$PA = 10.84007 \text{ PSI} + 0.37149874619 \text{ m.c.a} * \frac{1.42197 \text{ PSI}}{1 \text{ m.c.a}}$$

$$PA = 10.84007 \text{ PSI} + 0.528260072 \text{ PSI}$$

$$PA = 11.36833007 \text{ PSI}$$

Con estos datos de la presión y del caudal, se realiza el cálculo del factor K para el Punto A:

$$QA - 3 = K * \sqrt{PA}$$

$$K = \frac{QA - 3}{\sqrt{PA}}$$

$$K = \frac{0.003695873 \text{ m}^3/\text{s} * \frac{1 \text{ gpm}}{0.0000630902 \text{ m}^3/\text{s}}}{\sqrt{11.36833007 \text{ PSI}}}$$

$$K = \frac{58.580778 \text{ gpm}}{\sqrt{11.36833007 \text{ PSI}}}$$

$$K = 17.37427927 \text{ gpm}/\text{PSI}$$

Este valor obtenido de K va a ser el mismo para intercepciones similares. Ahora se realiza los cálculos correspondientes al Punto B. Siendo el caudal entre B – A el mismo que el de A – 3.

$$QA - 3 = 0.003695873 \text{ m}^3/\text{s}$$

Entonces:

$$PfB - A = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$$

$$PfB - A = \frac{10.674 * 2.63 \text{ m} * (0.003695873 \text{ m}^3/\text{s})^{1.852}}{120^{1.852} * (0.0525 \text{ m})^{4.871}}$$

$$PfB - A = 0.21240037010 \text{ m. c. a}$$

$$PB = PA + PfB - A$$

$$PB = 11.36833007 \text{ PSI} + 0.21240037010 \text{ m. c. a} * \frac{1.42197 \text{ PSI}}{1 \text{ m. c. a}}$$

$$PB = 11.36833007 \text{ PSI} + 0.302026954 \text{ PSI}$$

$$PB = 11.67035702 \text{ PSI}$$

Igualmente, calculamos el caudal de B – 6:

$$QB - 6 = K * \sqrt{PB}$$

$$QB - 6 = 17.37427927 \text{ gpm}/\sqrt{\text{PSI}} * \sqrt{11.67035702 \text{ PSI}}$$

$$QB - 6 = 59.35384648 \text{ gpm} * \frac{0.0000630902 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ gpm}} = 0.003744646 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ahora, para encontrar la pérdida de fricción entre C – B, se requiere de los caudales de QA – 3 y QB – 6:

$$QC - B = QA - 3 + QB - 6$$

$$QC - B = 0.003695873 \text{ m}^3/\text{s} + 0.003744646 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QC - B = 0.007440519 \text{ m}^3/\text{s}$$

Entonces:

$$Pfc - B = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$$

$$Pfc - B = \frac{10.674 * 2.63 \text{ m} * \left(0.007440519 \text{ m}^3/\text{s}\right)^{1.852}}{120^{1.852} * (0.0525 \text{ m})^{4.871}}$$

$$Pfc - B = 0.77616221096 \text{ m. c. a}$$

$$PC = PB + Pfc - B$$

$$PC = 11.67035702 \text{ PSI} + 0.77616221096 \text{ m. c. a} * \frac{1.42197 \text{ PSI}}{1 \text{ m. c. a}}$$

$$PC = 11.67035702 \text{ PSI} + 1.103679379 \text{ PSI}$$

$$PC = 12.7740364 \text{ PSI}$$

Igualmente, calculamos el caudal de C – 9:

$$QC - 9 = K * \sqrt{PC}$$

$$QC - 9 = 17.37427927 \text{ gpm} / \sqrt{\text{PSI}} * \sqrt{12.7740364 \text{ PSI}}$$

$$QC - 9 = 62.09703623 \text{ gpm} * \frac{0.0000630902 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ gpm}} = 0.003917714 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como último de este tramo, se realiza el cálculo en un punto D, siendo el codo en el que gira el agua hacia los puntos A, B, C para los rociadores. Planteando lo siguiente:

$$QD - C = QA - 3 + QB - 6 + QC - 9$$

$$QD - C = 0.003695873 \text{ m}^3/\text{s} + 0.003744646 \text{ m}^3/\text{s} + 0.003917714 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QD - C = 0.0113582233 \text{ m}^3/\text{s}$$

Entonces:

$$P_{fD} - C = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$$

$$P_{fD} - C = \frac{10.674 * 1.37 \text{ m} * \left(0.0113582233 \text{ m}^3/\text{s}\right)^{1.852}}{120^{1.852} * (0.0525 \text{ m})^{4.871}}$$

$$P_{fD} - C = 0.88499944143 \text{ m. c. a}$$

$$PD = PC + P_{fD} - C$$

$$PD = 12.7740364 \text{ PSI} + 0.88499944143 \text{ m. c. a} * \frac{1.42197 \text{ PSI}}{1 \text{ m. c. a}}$$

$$PD = 12.7740364 \text{ PSI} + 1.258442656 \text{ PSI}$$

$$\mathbf{PD = 14.03247906 \text{ PSI}}$$

Como resultado del primer tramo de rociadores (lado derecho) se tiene que el caudal debe de ser de $0.0113582233 \text{ m}^3/\text{s}$ (o 180.031439 gpm) y una presión de 14.03247906 PSI. De la misma manera, se realizan los cálculos para encontrar los resultados en el tramo izquierdo. Para el caudal 1:

$$Q1 = Dd * Ar$$

$$Q1 = 0.14 \text{ gpm}/\text{ft}^2 * 130 \text{ ft}^2$$

$$Q1 = 18.2 \text{ gpm} * \frac{0.0000630902 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ gpm}} = 0.001148242 \text{ m}^3/\text{s}$$

El rociador 1 requiere un caudal mínimo de 18.2 galones por minuto, mientras que su presión debe de ser de:

$$P1 = \left(Q/K\right)^2$$

$$P1 = \left(\frac{18.2 \text{ gpm}}{5.6 \text{ gpm}/\sqrt{\text{PSI}}}\right)^2$$

$$P1 = 10.56 \text{ PSI}$$

La presión mínima debe de ser de 10.56 psi, en cambio la perdida de fricción entre en rociador 1 y 2 se calcula mediante la fórmula de Hazen – William:

$$P_{f1} = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$$

$$Pf1 = \frac{10.674 * 4.6 \text{ m} * \left(0.001148242 \text{ m}^3/\text{s}\right)^{1.852}}{120^{1.852} * (0.0525 \text{ m})^{4.871}}$$

$$Pf1 = 0.04263117519 \text{ m. c. a}$$

Continuamente, se calcula la presión del rociador 2, se le debe sumar la perdida de fricción obtenida en el rociador 1, de la siguiente manera:

$$P2 = P1 + Pf1$$

$$P2 = 10.56 \text{ PSI} + 0.04263117519 \text{ m. c. a} * \frac{1.42197 \text{ PSI}}{1 \text{ m. c. a}}$$

$$P2 = 10.56 \text{ PSI} + 0.060620252 \text{ PSI}$$

$$P2 = 10.62062025 \text{ PSI}$$

Y el caudal 2:

$$P2 = \left(Q/K\right)^2$$

$$Q2 = K * \sqrt{P2}$$

$$Q2 = 5.6 \text{ gpm} / \sqrt{\text{PSI}} * \sqrt{10.62062025 \text{ PSI}}$$

$$Q2 = 18.25000414 \text{ gpm} * \frac{0.0000630902 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ gpm}} = 0.001151396 \text{ m}^3/\text{s}$$

Así mismo, el Q y Pf entre el punto A y el rociador 2:

$$QA - 2 = Q1 + Q2$$

$$QA - 2 = 0.001148242 \text{ m}^3/\text{s} + 0.001151396 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QA - 2 = 0.002299638 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$PfA - 2 = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$$

$$PfA - 2 = \frac{10.674 * 2.8 \text{ m} * \left(0.002299638 \text{ m}^3/\text{s}\right)^{1.852}}{120^{1.852} * (0.0525 \text{ m})^{4.871}}$$

$$PfA - 2 = 0.09391586128 \text{ m. c. a}$$

Así, la presión en el punto A sería:

$$PA = P2 + PfA - 2$$

$$PA = 10.62062025 \text{ PSI} + 0.09391586128 \text{ m. c. a} * \frac{1.42197 \text{ PSI}}{1 \text{ m. c. a}}$$

$$PA = 10.62062025 \text{ PSI} + 0.133545537 \text{ PSI}$$

$$PA = 10.75416579 \text{ PSI}$$

Con estos datos de la presión y del caudal, se realiza el cálculo del factor K, para el Punto A:

$$QA - 2 = K * \sqrt{PA}$$

$$K = \frac{QA - 2}{\sqrt{PA}}$$

$$K = \frac{0.002299638 \text{ m}^3/\text{s} * \frac{1 \text{ gpm}}{0.0000630902 \text{ m}^3/\text{s}}}{\sqrt{10.75416579 \text{ PSI}}}$$

$$K = \frac{36.45000333 \text{ gpm}}{\sqrt{10.75416579 \text{ PSI}}}$$

$$K = 11.11499339 \text{ gpm}/\text{PSI}$$

Este valor obtenido de K va a ser el mismo para intercepciones similares. Ahora se realiza los cálculos correspondientes al Punto B. Siendo el caudal entre B – A el mismo que el de A – 1.

$$QA - 2 = 0.002299638 \text{ m}^3/\text{s}$$

Entonces:

$$PfB - A = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$$

$$PfB - A = \frac{10.674 * 2.63 \text{ m} * \left(0.002299638 \text{ m}^3/\text{s}\right)^{1.852}}{120^{1.852} * (0.0525 \text{ m})^{4.871}}$$

$$PfB - A = 0.08821382684 \text{ m. c. a}$$

$$PB = PA + PfB - A$$

$$PB = 10.75416579 \text{ PSI} + 0.08821382684 \text{ m. c. a} * \frac{1.42197 \text{ PSI}}{1 \text{ m. c. a}}$$

$$PB = 10.75416579 \text{ PSI} + 0.125437415 \text{ PSI}$$

$$PB = 10.87960321 \text{ PSI}$$

Igualmente, calculamos el caudal de B – 2:

$$QB - 4 = K * \sqrt{PB}$$

$$QB - 4 = 11.11499339 \text{ gpm} / \sqrt{PSI} * \sqrt{10.87960321 \text{ PSI}}$$

$$QB - 4 = 36.66196488 \text{ gpm} * \frac{0.0000630902 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ gpm}} = 0.002313011 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ahora, para encontrar la perdida de fricción entre C – B, se requiere de los caudales de QA – 2 y QB – 4:

$$QC - B = QA - 2 + QB - 2$$

$$QC - B = 0.002299638 \text{ m}^3/\text{s} + 0.002313011 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QC - B = 0.004612649 \text{ m}^3/\text{s}$$

Entonces:

$$Pfc - B = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$$

$$Pfc - B = \frac{10.674 * 2.63 \text{ m} * (0.004612649 \text{ m}^3/\text{s})^{1.852}}{120^{1.852} * (0.0525 \text{ m})^{4.871}}$$

$$Pfc - B = 0.32016913918 \text{ m. c. a}$$

$$PC = PB + Pfc - B$$

$$PC = 10.87960321 \text{ PSI} + 0.32016913918 \text{ m. c. a} * \frac{1.42197 \text{ PSI}}{1 \text{ m. c. a}}$$

$$PC = 10.87960321 \text{ PSI} + 0.455270911 \text{ PSI}$$

$$PC = 11.33487412 \text{ PSI}$$

Igualmente, calculamos el caudal de C – 6:

$$QC - 6 = K * \sqrt{PC}$$

$$QC - 6 = 11.11499339 \text{ gpm} / \sqrt{PSI} * \sqrt{11.33487412 \text{ PSI}}$$

$$QC - 6 = 37.42118702 \text{ gpm} * \frac{0.0000630902 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ gpm}} = 0.00236091 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como último de este tramo, se realiza el cálculo en un punto D, siendo el codo en el que gira el agua hacia los puntos A, B, C para los rociadores. Planteando lo siguiente:

$$QD - C = QA - 2 + QB - 4 + QC - 6$$

$$QD - C = 0.002299638 \text{ m}^3/\text{s} + 0.002313011 \text{ m}^3/\text{s} + 0.00236091 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QD - C = 0.006973559 \text{ m}^3/\text{s}$$

Entonces:

$$Pfd - C = \frac{10.674 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * d^{4.871}}$$

$$Pfd - C = \frac{10.674 * 1.37 \text{ m} * (0.006973559 \text{ m}^3/\text{s})^{1.852}}{120^{1.852} * (0.0525 \text{ m})^{4.871}}$$

$$Pfd - C = 0.35857980549 \text{ m. c. a}$$

Y:

$$PD = PC + Pfd - C$$

$$PD = 11.33487412 \text{ PSI} + 0.35857980549 \text{ m. c. a} * \frac{1.42197 \text{ PSI}}{1 \text{ m. c. a}}$$

$$PD = 11.33487412 \text{ PSI} + 0.509889726 \text{ PSI}$$

$$PD = 11.84476385 \text{ PSI}$$

Para este tramo, el resultado del caudal es de $0.006973559 \text{ m}^3/\text{s}$ (o 110.5331573 gpm) y una presión de 11.84476385 PSI. Obteniendo como final:

$$QT = Qtramo 1 + Qtramo2$$

$$QT = 0.0113582233 \text{ m}^3/\text{s} + 0.006973559 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QT = 0.0183315823 \text{ m}^3/\text{s} \text{ o } 290.5614866 \text{ gpm}$$

Y para la presión:

$$PT = Ptramo 1 + Ptramo2$$

$$PT = 14.03247906 \text{ PSI} + 11.84476385 \text{ PSI}$$

$$PT = 25.87724291 \text{ PSI}$$

También, es necesario calcular la pérdida por elevación en la tubería, con una altura de 2.80 metros, con formula:

$$PE = h * 1.422$$

$$PE = 2.80 \text{ m} * \frac{1.422 \text{ PSI}}{1 \text{ m}}$$

$$PE = 3.9816 \text{ PSI}$$

Este valor nos indica, que el equipo de bombeo debe de tener un mínimo de 4 PSI , para poder impulsar el caudal de agua por las tuberías, y que lleguen sin problema alguno a los rociadores.

3.6.5 Equipo de bombeo

Para el diseño del sistema de protección contra incendios en la empresa Telconet S.A., sucursal Salinas, se selecciona el equipo de bombeo conforme a los lineamientos de la norma NFPA 20, asegurando que cumpla con las condiciones operativas y los riesgos previamente identificados en las instalaciones.

La elección de la bomba se fundamenta en las características específicas de las ocho áreas clave de la empresa, garantizando un rendimiento adecuado durante emergencias y maximizando la seguridad y confiabilidad del sistema. Además, se consideraron las necesidades particulares de Telconet S.A., como la disponibilidad de recursos hídricos y las demandas específicas de cada área, para proponer un equipo que se adapte de manera eficiente a su infraestructura y operaciones. A continuación, se detallan las especificaciones y la selección del equipo que cumple con los requisitos normativos y las condiciones de este caso de estudio

La NFPA 20 establece las siguientes directrices clave para las bombas contra incendios:

1. **Caudal:** la bomba debe ser capaz de proporcionar hasta el 150% del caudal nominal. Esto garantiza que, en situaciones de alta demanda, la bomba pueda incrementar su capacidad de suministro de agua para enfrentar condiciones críticas. Esta puede variar dependiendo los gpm así como se ve en la Tabla 15.
2. **Presión:** al operar al 150% de su capacidad, la bomba debe ser capaz de mantener al menos el 65% de la presión nominal. Este requisito asegura que, aunque la bomba esté entregando un caudal superior al nominal, la presión proporcionada aún será adecuada para el sistema de protección contra incendios.
3. **Curva Característica:** la curva de rendimiento de la bomba debe mostrar un incremento de presión a medida que el caudal se reduce hacia el cierre, lo que permite

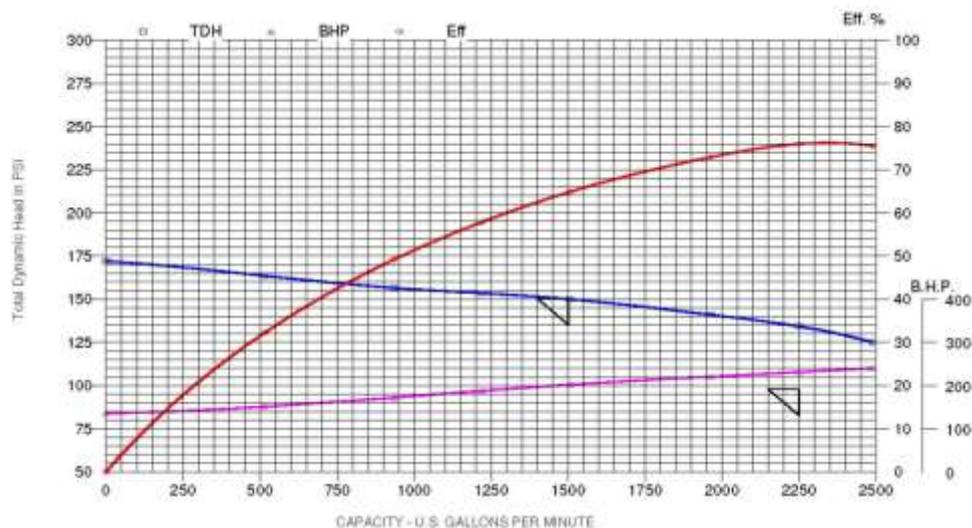
una operación más estable y evita problemas de cavitación. Adicionalmente, la presión no debe exceder el 140% del valor nominal para evitar el sobreesfuerzo de los componentes. Esta se muestra en la Figura 28.

Tabla 15. Flujo de bombas bajo NFPA 20

gpm	L/min	gpm	L/min
25	95	1,000	3,785
50	189	1,250	4,731
100	379	1,500	5,677
150	568	2,000	7,570
200	757	2,500	9,462
250	946	3,000	11,355
300	1,136	3,500	13,247
400	1,514	4,000	15,140
450	1,703	4,500	17,032
500	1,892	5,000	18,925
750	2,839		

Nota: Obtenido de Caiza (2023)

Figura 28. Curva de incremento de presión



Nota: Obtenido de Caiza (2023)

Las bombas horizontales se caracterizan por su alta capacidad de flujo y su facilidad de mantenimiento, lo que las convierte en una opción adecuada para sistemas de protección contra incendios de grandes edificios o instalaciones industriales. Las especificaciones para las bombas horizontales, de acuerdo con la NFPA 20, son las siguientes:

1. Capacidad: 250 GPM a 5000 GPM.
2. Presión: 40 PSI a 450 PSI.
3. Normativas: UL/FM y NFPA 20.

- Tipos de motor: Disponibles en versiones eléctricas y diésel.

Para el caso de estudio, donde se requiere un caudal de 290.5614866 GPM y una presión nominal de 25.877 PSI, se selecciona una bomba horizontal que cumpla con estos requisitos, proporcionando un margen adecuado para superar las pérdidas de presión por elevación de 3.9816 PSI. Esta debe de alcanzar al menos los 726.4037165 gpm a una presión de 16.82005 PSI para cumplir con la normativa, teniendo que elegir una de 300 gpm.

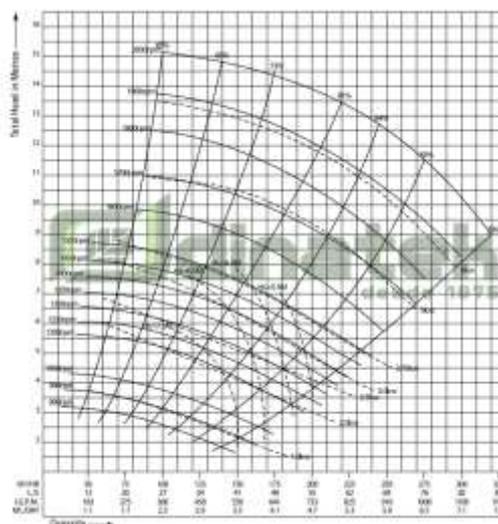
El modelo de bomba seleccionado es la HTK150 de (6x6) in, capaz de elevar hasta 21 metros de alto, y entre 600 a 1200 gpm, teniendo giro a la derecha a 900 o 1200 rpm. Para la cual, las especificaciones técnicas se muestran en la Figura 29, y la curva rendimiento en la Figura 30.

Figura 29. Especificaciones técnicas



Nota: Obtenido de (Hidrotek, s.f)

Figura 30. Curva de rendimiento de la bomba



Nota: Obtenido de (Hidrotek, s.f)

3.6.6 Volumen de cisterna

Según la NFPA 22, la capacidad y elevación de la cisterna deben determinarse en función de las condiciones específicas de la propiedad, teniendo en cuenta factores como el caudal de agua requerido y la altura del tanque para asegurar un suministro adecuado. La capacidad neta del tanque de succión se mide desde el nivel de entrada de rebosadero hasta el nivel de la placa de vórtice, garantizando que se mantenga suficiente agua disponible para el sistema contra incendios. Además, la ubicación del tanque debe minimizar la exposición al fuego y, en caso de que esto no sea posible, debe incluir protección adicional como estructuras ignífugas o rociadores abiertos.

En cuanto a los materiales, se especifica el uso de acero, madera, concreto o plástico reforzado con fibra para almacenamiento subterráneo, cumpliendo con normativas de resistencia para evitar el levantamiento del tanque debido a la presión subterránea. La estructura debe poseer una resistencia y rigidez adecuadas para soportar cargas de viento, sismo y otros factores de carga, como el peso del agua cuando el tanque está lleno, considerando un peso unitario del agua de 1000 kg/m³.

Para el cálculo del volumen, se requiere del tiempo de duración en que el rociador debe de expulsar el agua,

Figura 31. Duración del rociador

Ocupación	Mangueras interiores		Interiores y exteriores		Duración (minutos)
	Gpm	l/min	gpm	l/min	
Riesgo ligero	0.5 a 100	0, 180, 379	100	379	30
Riesgo ordinario	0.5 a 100	0, 189, 379	250	946	60 – 90
Riesgo extra	0.5 a 100	0, 189, 379	500	1893	90 – 120

Nota: Elaborado por el autor, obtenido de Caiza (2023)

La empresa de estudio se encuentra en el riesgo ordinario, por lo que, la duración se encuentra estimada entre 60 a 90 minutos, en el peor de los casos, que se requiera de 90 minutos, se plantea el siguiente calculo:

$$V = 0.0183315823 \text{ m}^3/\text{s} * 90 \text{ min} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$$

$$V = 98.9905 \text{ m}^3$$

La cisterna debe tener un volumen de aproximadamente 99 m³ para poder satisfacer el sistema de rociadores.

3.7. Verificación de resultados

Los resultados esperados para la implementación de la propuesta del sistema de protección contra incendios en la empresa de estudio, considerando tanto la disposición de extintores como el sistema de rociadores, son los siguientes:

1. Extintores tipo C, de acuerdo con los requerimientos de seguridad, la empresa necesita aumentar el número de extintores Tipo C para cubrir de manera adecuada las áreas cercanas a los dispositivos electrónicos. Actualmente, cuenta con tres extintores ubicados en áreas estratégicas. Sin embargo, la normativa establece que debe haber al menos un extintor Tipo C cerca de cada equipo eléctrico. Se sugiere instalar un extintor adicional en áreas clave como el garaje, la jefatura, el área eléctrica y la garita, elevando el total a siete extintores en la empresa. Esta medida mejorará la cobertura en caso de incendios relacionados con fallas eléctricas, proporcionando un acceso rápido y seguro a los extintores.
2. Caudal y presión: se ha determinado que el sistema de rociadores de la empresa requiere un caudal de 290.56 GPM (galones por minuto) y una presión nominal de 25.88 PSI para funcionar de manera eficiente. Para cumplir con estas especificaciones, se ha seleccionado una bomba horizontal adecuada que no solo satisface los requerimientos de caudal y presión, sino que también ofrece un margen adicional para compensar las pérdidas de presión debidas a la elevación, calculadas en aproximadamente 3.98 PSI.
3. Capacidad de la cisterna: debido a que la empresa está clasificada en el "riesgo ordinario", se estima una duración del sistema de rociadores de entre 60 y 90 minutos en caso de emergencia. Para la peor situación, que exige una duración de 90 minutos, se calculó que la cisterna debe tener una capacidad de aproximadamente 99 m³ para garantizar el suministro de agua durante todo el tiempo requerido.

Con esto, Telconet S.A. podrá cumplir con los estándares de seguridad establecidos en la normativa NFPA. La cantidad adecuada de extintores en áreas con equipos electrónicos reducirá significativamente el riesgo de daños por incendios eléctricos, mientras que el sistema de rociadores, apoyado por una cisterna de 99 m³ y una bomba apropiada, proporcionará una respuesta efectiva para controlar incendios estructurales. Esto mejorará la protección de las

instalaciones y minimizará el riesgo de pérdidas materiales o personales en situaciones de emergencia. Adjuntamente, se plantea los resultados del reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios actualizado, en la tabla

Tabla 16. Reglamento contra incendios propuesto

REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS			
Responsable	William Perero	Fecha	1/10/24
Lugar	TELCONET	Cumple	
N°	Regla	Si	No
Observaciones			
1	Las precauciones estructurales proveen a una edificación de la resistencia necesaria contra un incendio, limitando la propagación de este y reduciendo al mínimo el riesgo personal y estructural.	X	
2	Toda edificación dispondrá de al menos una fachada accesible al ingreso de los vehículos de emergencia, a una distancia máxima de ocho (8) metros libres de obstáculos con respecto a la edificación.	X	
3	Todo medio de ingreso por recorrer debe ser claramente visible e identificado de tal manera que todos los ocupantes de la edificación, que sean física y mentalmente capaces, puedan encontrar rápidamente la dirección de escape es de cualquier punto hacia la salida.		X
4	Todo establecimiento de trabajo, comercio, prestación de servicios, alojamiento, concentración de público, parqueaderos, industrias, transportes, instituciones educativas públicas y privadas, hospitalarios, almacenamiento y expendio de combustibles, productos químicos peligrosos, de toda actividad que representen riesgos de incendio; deben contar con extintores de incendio del tipo adecuado a los materiales usados y a la clase de riesgo.	X	
5	Se colocará extintores de incendios de acuerdo con la normativa, esta exigencia es obligatoria para cualquier uso y para el cálculo de la cantidad de extintores a instalarse. No se tomará en cuenta aquellos que formen parte de las bocas de incendios equipadas (BIE).	X	
6	La red hídrica de servicio contra incendios dispondrá de una derivación hacia la fachada principal del edificio o hacia un sitio de fácil acceso para los vehículos de bomberos y terminará en una boca de impulsión o hidrante de fachada de doble salida		X

- hembra (con anillos giratorios) o siamesa en bronce bruñido con rosca NST, ubicada a una altura mínima de noventa centímetros (90 cm) del piso terminado hasta el eje de la siamesa; tales salidas serán de 2 1/2 pulgadas (63.5 milímetros) de diámetro a una y la derivación en hierro galvanizado del mismo diámetro de la cañería.
- La presión mínima de descarga (pitón) requerida en el punto más desfavorable de la instalación de protección contra incendios para vivienda será de tres puntos cinco kilogramos por centímetro cuadrado (3.5 Kg/cm²) (50 PSI) y para industria cinco kilogramos por centímetro cuadrado (5 Kg/cm²) (70 PSI). Este requerimiento podrá lograrse mediante el uso de un sistema adicional de presurización, el mismo que debe contar con una fuente de energía autónoma independiente a la red pública normal para lo cual se instalará un sistema de transferencia automática y manual
- Las tuberías deben cumplir con las normas ASTM, puede ser de: hierro, acero o cobre sin costura. Deben resistir una presión de 12 kg/cm² (170 PSI) como máximo, su diámetro será de 2 a 6 pulgadas (red principal) de la misma manera todos los accesorios deben ser normados por ASTM.
- En aquellas edificaciones donde el servicio de protección contra incendios requiera de instalación estacionaria de agua para este fin, se debe proveer del caudal y presión suficientes, aún en caso de suspensión del suministro energético o de agua de la red general (municipal) por un período no menor a una hora. La reserva de agua para incendios estará determinada por el cálculo que efectuará el profesional responsable del proyecto, considerando un volumen mínimo de trece metros cúbicos (13 m³).
- Las especificaciones técnicas de ubicación de la reserva de agua y dimensionamiento del equipo de presurización estarán dadas por el respectivo cálculo hidráulico contra incendios, el mismo que será revisado y aprobado por el cuerpo de bomberos de su respectiva jurisdicción
- De acuerdo con el tipo de proyecto o uso se colocará estratégicamente, estructuras que tienen la finalidad de aislar, confinar las áreas o sectores de incendios, evitando la propagación del fuego, de conformidad a las normas vigentes.

7

X

8

X

9

X

10

X

11

X

12	<p>Tablero central, fuente de alimentación eléctrica, detectores de humo, alarmas manuales, difusores de sonidos, sistema de comunicación y señal de alarma sonora y visual.</p>	X
13	<p>Los proyectos de todo tipo de edificación deben contemplar un sistema de instalaciones eléctricas idóneo, el mismo. que estará sujeto a lo dispuesto en el artículo 45 de la Ley de Defensa Contra Incendios, el Código Eléctrico Ecuatoriano y por normas INEN (Instalaciones Eléctricas Protección Contra Incendios)</p>	X
14	<p>Sistema que tiene como función activar una instalación de respuesta ante la iniciación de un incendio o avisar a las personas posiblemente afectadas.</p>	X
15	<p>Todo sistema de detección y alarma de incendios debe estar instalado cumpliendo lo especificado en las normas NFPA 70 y 72</p>	X
16	<p>Las edificaciones de este uso que empleen estructura metálica deben contar con un sistema de descargas estáticas atmosféricas (pararrayos), y debe garantizar un RF-120 y presentar certificaciones de la soldadura de acuerdo con la norma AWS D1.1.</p>	X
17	<p>Las construcciones de una sola planta serán de materiales ignífugos y dotados de muros cortafuego en sus colindancias, para impedir la propagación del incendio de un local a otro y que garanticen un RF-120.</p>	X
18	<p>Todo establecimiento de trabajo en el cual exista riesgo potencial de incendio dispondrá de sistemas automáticos de detección, alarma y extinción de incendios, cuyo funcionamiento esté asegurado aun cuando no exista personal o fluido eléctrico</p>	X
19	<p>Los establecimientos de tipo industrial o fabril deben contar con extintores de incendio del tipo adecuado (ver Tabla 2 del artículo 31 de este reglamento). Además, equipos, sistemas e implementos de protección contra incendios, los mismos que deben estar reglamentariamente señalizados de acuerdo con la norma NTE INEN 439.</p>	X

Nota: Elaborado por el autor.

TELCONET ha logrado un avance significativo en su cumplimiento de normas de prevención y protección contra incendios, pasando de un cumplimiento inicial del 21.05% a un 63.16% así como se muestra en la Tabla 17, al incorporar medidas clave como la instalación de extintores adicionales, sistemas de alarma y detección, y una reserva de agua de emergencia,

lo cual fortalece su infraestructura de seguridad y reduce el riesgo para sus instalaciones y personal.

Tabla 17. Porcentaje de cumplimiento

	Actual	Propuesto
Puntos cumplidos	12	4
Puntos faltantes	7	15
Total	19	19
Cumplimiento	63.16%	21.05%

Nota: Elaborado por el autor.

Sin embargo, persisten aspectos críticos por mejorar, como la señalización de vías de escape y el cumplimiento con normativas eléctricas y estructurales, necesarios para garantizar una protección integral. Este progreso posiciona a TELCONET como una empresa comprometida con la seguridad y la prevención, aunque aún debe priorizar ciertas adecuaciones para cumplir plenamente con las normas de protección contra incendios.

A continuación, se presentan los resultados propuestos del método de Méseri:

Tabla 18. Matriz de Méseri propuesta

EVALUACIÓN DE RIESGOS CONTRA INCENDIOS (MÉTODO DE MÉSERI)						
Nombre de la empresa:	TELCONET SA	Situación	Diagnóstico inicial		N°	
CONSTRUCCIÓN	Coefficiente	Puntos	DESTRUCTIBILIDAD	Coefficiente	Puntos	
N° de pisos	Altura		Por calor			
1 o 2	menor de 6 m	3	Baja	10	0	
3, 4 o 5	entre 6 y 15 m	2	Media	5		
6, 7, 8 o 9	entre 15 y 28 m	1	Alta	0		
10 o más	más de 28 m	0	Por humo			
Superficie mayor sector de incendios			Baja	10	0	
de 0 a 500 m ²		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	5	
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	Baja	10	10	
No combustible (metálica)		5	Media	5		
Combustible (madera)		0	Alta	0		
Falsos techos			PROPAGABILIDAD			
Sin falsos techos		5	Vertical			
Con falsos techos incombustibles		3	Baja	5	0	
Con falsos techos combustibles		1	Media	3		
		0	Alta	0		
FACTORES DE SITUACIÓN			Horizontal			
Distancia de 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				
Entre 15 y 25 km	15 y 25 min	2				
Mayor a 25 km	25 min	0				
			SUBTOTAL x			59
FACTORES DE PROTECCIÓN			Concepto	Sin vigilancia	Con vigilancia	Puntos
Accesibilidad a edificios			Extintores portátiles (EXT)	1	2	2
Buena	5	1	Bocas de incendios equipadas (BIE)	2	4	4
Media	3		Columnas hidratantes exteriores (CHE)	2	4	2
Mala	1		Detección automática (DTE)	0	4	0
Muy mala	0		Rociadores automáticos (ROC)	5	8	8
			Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	2
PROCESOS			SUBTOTAL Y			18
Peligro de activación			$P = \frac{5x}{120} + \frac{5y}{22} + 1 (BCI)$			
Bajo	10	0	Bigrada contra incendios (BCI)	Si (x)	No (x)	
Medio	5					x
Alto	0			Valor de riesgo		
Carga térmica			Calificación de riesgo			Bueno
Bajo	10	5	Observaciones: Se ha obtenido el puntaje considerable en los factores de protección contra incendios, por ende se considera que la empresa cumple parcialmente estos puntos. Sin embargo, el valor de riesgo de 6.5492 es considerado como bueno.			
Medio	5					
Alto	0					
Combustibilidad						
Bajo	5	3				
Medio	3					
Alto	0					
Orden y limpieza						
Bajo	0	5				
Medio	5					
Alto	10					
Almacenamiento de altura						
Menor de 2 m	3	2				
Entre 2 y 4 m	2					
Más de 6 m	0					
FACTOR DE CONCENTRACIÓN						
Factor de concentración S/m²						
Menor de 500	3	0				
Entre 500 y 1000	2					
Más de 1500	0					

Nota: Elaborado por el autor.

Los resultados de la matriz de Méseri, dan a conocer que la calificación de riesgo pasó de 5.186 a 6.549, manteniéndose en la calificación de bueno. Sin embargo, se espera que futuras investigaciones continúen con los puntos críticos faltantes como son el sistema de detección y alarma, además de la parte eléctrica.

En base a lo expuesto en el marco metodológico, para la validez de los datos, es necesario utilizar la prueba t student para muestras emparejadas, para el cual se va a utilizar los siguientes datos de la Tabla 19.

Tabla 19. Datos para la prueba t student

Tabla	Actual	Propuesto
Puntos a favor	4	12
Cumplimiento del reglamento	21,05%	63,16%
Nivel de riesgo Méseri	5,186	6,549

Nota: Elaborado por el autor.

Para facilitar la validación de datos, se plantea el uso del software MS Excel, mediante el análisis de datos, obteniendo lo siguiente de la Tabla 20:

Tabla 20. Resultados de la prueba de muestra emparejadas

	Actual	Propuesto
Media	3,132166667	6,393533333
Varianza	6,753751083	32,32825705
Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0,745089526	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	-1,367525337	
P(T<=t) una cola	0,15242954	
Valor crítico de t (una cola)	2,91998558	
P(T<=t) dos colas	0,30485908	
Valor crítico de t (dos colas)	4,30265273	

Nota: Elaborado por el autor.

Los resultados del análisis de pruebas emparejadas, da a conocer que el valor de P de dos colas es mayor a 0.05, por lo tanto, los resultados son confiables. Recalcando, que hubo pocos datos por analizar.

3.8. Costo del proyecto

La Tabla 21, de costos muestra los elementos clave necesarios para la ejecución del

proyecto, detallados en categorías como equipos requeridos, mano de obra, equipamiento, transporte, gastos administrativos y otros imprevistos. Cada concepto se especifica con su cantidad, costo unitario y el total, permitiendo una visualización clara de los recursos asignados.

Tabla 21. *Costos del proyecto*

Descripción	N°	Costo U	Costo T
Costo de investigación	-	-	\$400
Extintores	4	\$59.54	\$238.16
Rociadores	15	\$9.5	\$142.5
Tubería 2 in – 6 m	12	\$49.05	\$588.6
Otros materiales	-	-	\$300
Bomba	1	\$2260	\$2260
Cisterna	1	\$2120	\$2120
Transporte	-	-	\$300
Gastos administrativos	-	-	\$300
Subtotal			\$6649.26
Imprevistos (10% del subtotal)			\$664.93
Subtotal con imprevisto			\$7314.19
Reajuste (15% del subtotal)			\$1097.13
Total			\$8411.31

Nota: Elaborado por el autor.

El costo total estimado para el proyecto y su implementación asciende a \$8411.32 aproximadamente. Para el cálculo de los indicadores financieros, como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación de la Inversión (PRI), se requiere contar con un flujo de efectivo o ingreso proyectado. En este caso, se tomará como referencia el ahorro anual de \$3750 que la empresa podría obtener al contar con un sistema adecuado contra incendios, lo cual representa un ingreso indirecto por la mitigación de riesgos y reducción de posibles costos asociados a siniestros. Estos indicadores se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Indicadores financieros

Indicador	Valor
Costo total de inversión	\$8411.32
Año 2025	\$3750
Año 2026	\$3750
Año 2027	\$3750
VAN (Valor Actual Neto)	\$150.77
TIR (Tasa Interna de Retorno)	16.08%

Nota: Elaborado por el autor.

El periodo de recuperación es calculado de la siguiente formula:

$$PRI = 2 + \frac{\$ 8411.32 - \$ 7500}{\$ 3750} = 2.243 \text{ años}$$

$$PRI = 2.243 = 0.243 \text{ años} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 2.916 \text{ meses} = 0.916 \text{ meses} * \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 27.48 \text{ días}$$

$$PRI = 2 \text{ años con 2 meses y 27.48 días}$$

Los indicadores de rentabilidad son positivos, indicando que el proyecto es rentable. Además, se estima que el tiempo de recuperación de la inversión es de 2 años, con 2 meses y 27.48 días.

3.9. Marco de discusión

El análisis sistemático de la literatura se llevó a cabo utilizando el enfoque propuesto por Navarro & Ramírez (2018), lo cual permitió identificar y evaluar diversas metodologías, enfoques, y técnicas utilizadas en el campo de estudio. Se destacaron los trabajos de Caiza (2023), Salas & Aguilera (2022) y Chacón & Cordova (2021), quienes profundizan en la evaluación de riesgos y en la aplicación de metodologías estructuradas, como el método de Méseri, el cual fue adoptado en esta investigación.

Este método facilitó la identificación de riesgos específicos en las instalaciones, garantizando un enfoque detallado que abarca tanto la infraestructura como los sistemas eléctricos y materiales inflamables presentes. La revisión confirmó que una identificación precisa de los riesgos es fundamental para el desarrollo de estrategias efectivas en la prevención de incendios.

La revisión exhaustiva de la normativa NFPA y su aplicación en distintos contextos

empresariales evidenció la importancia de adaptar estos requisitos a las características específicas de cada organización. En este sentido, se destacó el procedimiento metodológico sugerido por Caiza (2023), quien propuso enfoques que subrayan la flexibilidad y adaptación del marco NFPA según el contexto y necesidades de cada empresa. Siguiendo esta perspectiva, se estructuró un análisis que permitió identificar las secciones relevantes de la norma para Telconet S.A., evaluando su aplicabilidad y los requisitos específicos necesarios para alinearse con los estándares de seguridad contra incendios.

La aplicación de la metodología, propuesta por Caiza (2023) y la consulta a expertos en el área permitió no solo validar los hallazgos, sino también evaluar el impacto positivo de implementar un sistema de gestión de seguridad contra incendios basado en la NFPA. La validación mediante el coeficiente alfa de Cronbach y el análisis de los resultados sugieren que la adopción de este sistema contribuiría significativamente a mejorar la seguridad en las instalaciones, minimizando riesgos y asegurando un entorno más seguro para el personal y los activos de la empresa. Las recomendaciones derivadas de esta investigación ofrecen acciones concretas para optimizar los procesos de prevención y respuesta ante incendios, respaldando así el objetivo de mejora continua en seguridad.

3.10. Limitaciones del estudio

A pesar de los esfuerzos realizados durante la investigación, se identificaron varias limitaciones que impactaron el alcance y los resultados del estudio. En primer lugar, uno de los principales desafíos fue la falta de implementación de las propuestas desarrolladas. Además, el tiempo limitado disponible para llevar a cabo el estudio restringió la profundidad de la investigación en ciertos aspectos clave. La brevedad del período de análisis impidió una exploración exhaustiva de todos los factores relevantes que podrían haber sido considerados en la formulación de las propuestas. Como resultado, algunos puntos importantes que merecían ser abordados se dejaron fuera del análisis, lo que podría haber enriquecido el estudio y proporcionado una visión más integral de la situación.

CONCLUSIONES

1. La investigación permitió realizar una revisión exhaustiva de la literatura, incluyendo 50 artículos que abordaron diferentes metodologías y enfoques en la gestión de la seguridad contra incendios. Esta revisión proporcionó una base sólida para comprender las mejores prácticas, como el método de Méseri, empleado en la evaluación de riesgos en las instalaciones de Telconet S.A. Los hallazgos resaltaron las vulnerabilidades y áreas críticas que necesitan ser atendidas, ofreciendo información clave para la construcción del marco teórico y la fundamentación del sistema propuesto.
2. El Marco Metodológico, adoptado, de enfoque mixto, no experimental y descriptivo, permitió evaluar el cumplimiento de las normativas NFPA en las operaciones de Telconet S.A. A través de encuestas aplicadas a 20 empleados, se identificó que solo un 21.05% de los estándares de seguridad actuales se cumplían, evidenciando importantes brechas. Estos resultados guiaron la elaboración del procedimiento para el diseño del sistema de gestión, destacando las áreas críticas que requerían alinearse con las exigencias de la normativa NFPA para mejorar la seguridad en la empresa.
3. La implementación del sistema de gestión propuesto, bajo los lineamientos de la normativa NFPA, permitió elevar el cumplimiento de los estándares de seguridad al 63.16%. Aunque la evaluación de riesgos reflejó un aumento en el nivel de riesgo (de 5.186 a 6.549 puntos) debido a la integración de nuevos criterios, se validó la efectividad del sistema mediante la prueba t de Student, con un resultado estadísticamente significativo ($p = 0.30$). Además, los análisis financieros del proyecto confirmaron su viabilidad económica, con un costo total de \$8,411.32, un Valor Actual Neto (VAN) de \$150.77, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 16.08% y un Período de Recuperación de la Inversión (PRI) de 2 años, 2 meses y 27.48 días. Estos indicadores evidencian que la propuesta no solo optimiza la gestión de seguridad contra incendios, sino que también aporta beneficios tangibles en protección, cumplimiento normativo y sostenibilidad operativa.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que Telconet S.A. establezca un proceso regular de análisis y actualización del estado del arte en la gestión de seguridad contra incendios. Esto permitirá a la empresa mantenerse informada sobre las últimas normativas, metodologías y tecnologías disponibles en el campo, asegurando que el sistema de gestión contra incendios implemente las mejores prácticas. Tal revisión contribuirá a la identificación de nuevos riesgos emergentes y a la adaptación eficiente del sistema a las necesidades cambiantes de la industria.
2. Para incrementar la representatividad y precisión de futuros análisis, se aconseja utilizar un muestreo probabilístico y ampliar la muestra en las encuestas de percepción de seguridad del personal. Esto proporcionará una evaluación más completa del cumplimiento de las normativas NFPA dentro de las operaciones de Telconet S.A. Adicionalmente, se sugiere actualizar periódicamente los requisitos normativos y ajustar los procesos internos para garantizar el cumplimiento continuo y mejorar las condiciones de seguridad integral.
3. Con base en las áreas críticas identificadas, se recomienda implementar un plan de acción específico para integrar el sistema de gestión contra incendios bajo la normativa NFPA. Este plan debe incluir mejoras detalladas en los sistemas eléctricos, de detección, alarma y otros elementos esenciales. Asimismo, se aconseja realizar auditorías periódicas para evaluar la efectividad del sistema, ajustando y optimizando las medidas implementadas según sea necesario, con el fin de mantener un entorno seguro y minimizar los riesgos de incendio en todas las áreas operativas de la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alqourabah, H., Muneer, A., & Fati, S. M. (2021). A smart fire detection system using iot technology with automatic water sprinkler. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 11(4), 2994. <https://doi.org/10.11591/ijece.v11i4.pp2994-3002>
- Banchón-Palma, R. M., & Borbor-Quirumbay, C. G. (2019). *Estudio y diseño del sistema contra incendios del teatro universitario correspondiente a la universidad Estatal Península de Santa Elena de acuerdo a las normas NEC 2014 y NFPA*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4965>
- Bi, T., Wang, P., & Zhang, Q. (2018). Design and implementation of digital fire control system based on BIM and 3D GIS. *Proceedings of the 2017 3rd International Forum on Energy, Environment Science and Materials (IFEESM 2017)*. <https://doi.org/10.2991/ifeesm-17.2018.327>
- Blanco, L., & Lopez, L. (2015). Seguridad Laboral. *Programa de Publicaciones e Impresiones de La Universidad Nacional*.
- Carbo-Andrade, R. A. (2022). Implementación de protección contra incendios en procesos constructivos. *Gestión de La Seguridad y La Salud En El Trabajo*, 4(4), 37–41. <https://doi.org/10.15765/gsst.v4i4.3013>
- Chacón-Méndez, G. A., & Cordova-Muñoz, A. J. (2021). *Propuesta de rediseño del sistema contra incendios del Centro de Salud Tipo C Lasso, de la Dirección Distrital 05D01 Latacunga Salud, bajo la Norma NFPA* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8349>
- Cifuentes-Medina, D., & Garzon-Delgadillo, P. A. (2020). *Diseño de una red contra incendios para las instalaciones de la empresa textil Ritchi S.A.S*. [Tesis de pregrado, Fundación Universidad de América]. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7903/1/4142857-2020-1-IM.pdf>
- Córdova-Suárez, M. A., & Zurita-Castro, F. B. (2020). *Diseño de un sistema contra incendios mediante la utilización de la herramienta CFAST en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30828>

- Córdova-Venegas, J., Fernández-Rodríguez, I., Salgado-Osorio, N., & Soberón-Paredes, R. (2017). *Dirección del proyecto: sistema de detección, alarma y extinción de incendios de planta Atocongo* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <http://hdl.handle.net/10757/623977>
- Das, S., Dhar, A., Das, A., Gayen, P. K., Pal, B., & Biswas, P. (2021). Design and Development of Fire Fighting System Using Hot Redundant PLC in COVID Situation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1797(1), 012049. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1797/1/012049>
- Duarte-Viejo, D., & Piqué-Ardanuy, T. (2001). *NTP 599: Evaluación del riesgo de incendio: criterios*. https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_599.pdf/390d3910-3ad3-404b-8d12-ef93a1b7f0b0
- Duitama-Rincón, F. D. (2019). *Sistemas de extinción contra incendios en las edificaciones en Colombia (lineamientos normativos para su diseño y construcción)* [Tesis de maestría, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1043>
- Fernández-Acosta, J. M. (2021). *Comparación de costos entre: el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios (2020) y el Manual de Disposiciones Técnicas Generales al Reglamento sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios (2013) basados en bodegas de almacenamiento* [Tesis de pregrado, Universidad Latina de Costa Rica]. <https://hdl.handle.net/20.500.12411/1539>
- Franco, B. L., & Gaydeczka, B. (2024). Challenges and perspectives in the implementation of the Fire Protection System in Federal institutions of higher education in Brazil. *REM - International Engineering Journal*, 77(2). <https://doi.org/10.1590/0370-44672023770110>
- Freire-Constante, L. F., & Torres-Salazar, T. D. (2019). *Estructura y diseño técnico de sistema de Protección Contra Incendios en una Industria de Plástico Bajo Norma NFPA* [Tesis de pregrado, Universidad Internacional SEK]. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3240>
- Garrido-Liñan, G. L., & Chavarría-Chávez, J. M. (2021). *Diseño de un sistema contra incendio por tubería húmeda para la sala de cables del edificio de control de la planta de tratamiento del agua de mar de refinería talara* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao]. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/5923>
- Gómez-Bonilla, C. A., Chaves-Torres, H. D., & Gutiérrez-Rojas, D. L. (2020). *Fase de diseño de un sistema contra incendio en la empresa ModulHent bajo la norma NFPA en la ciudad*

- de Bogotá* [Tesis de maestría, Universidad El Bosque].
<https://hdl.handle.net/20.500.12495/4256>
- González, A. (2018). *Diseño de un sistema automático de protección contra incendios para el edificio de apoyo docente de la UNEXPO* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”].
<https://poz.unexpo.org/postgrado/repo/Tesis%20Especializaci%C3%B3n/EPR-Adriana%20Gonz%C3%A1lez-2018.pdf>
- González-Quiroga, A. F., Pinilla-Vargas, J. D., & Vargas-Mora, A. (2018). *Diseño del sistema de protección contra incendios bajo las normas NFPA para el coliseo El Campín de Bogotá* [Tesis de maestría, Universidad Piloto de Colombia].
<https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/3886/00004432.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González-Reyes, J. A., Meléndez-González, Y. M., & Orozco-Castañeda, J. D. (2021). *Evaluación financiera aplicada a una empresa de sistemas de detección contra incendios en la ciudad de Bogotá* [Tesis de maestría, Corporación Universitaria Minuto de Dios].
<https://hdl.handle.net/10656/12033>
- Hernández-González, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3).
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas* (S. A. de C. V. INTERAMERICANA EDITORES, Ed.; McGRAW-HILL). <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1292>
- Intriago-Moreira, J. F., & Rodríguez-Cuero, C. A. (2022). *Diseño del sistema contra incendios de la empresa Ecuauímica Portoviejo*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6624>
- Jurado-Lozada, M. A., & Romero-Ortiz, J. A. (2017). *Sistema de Control y Protección contra Incendios para el Hospital General de Macas en la provincia de Morona Santiago* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato].
<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26716>
- Kuznetsov, G., Kopylov, N., Sushkina, E., & Zhdanova, A. (2022). Adaptation of Fire-Fighting Systems to Localization of Fires in the Premises: Review. *Energies*, 15(2), 522.
<https://doi.org/10.3390/en15020522>
- López-Cordero, F. (2021). *Programa para la incorporación de la seguridad humana y protección contra incendios en la planta industrial Tico 2 de la empresa Tico Electronics*

- TPE S.A. [Tesis de pregrado, Tecnológico de Costa Rica].
<https://hdl.handle.net/2238/13353>
- Mantilla-Costa, L. E. (2020). *Propuesta de mejora del sistema contra incendios aplicando el método Meseri en las galerías parque Duhamel- Arequipa 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3792>
- Masquiarán-Arriagada, E. P. (2019). *Sistema de protección contra incendio bajo la normativa NFPA para aplicar en la zona de talleres de la UTFSM, sede Concepción* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María].
<https://repositorio.usm.cl/entities/tesis/4c34a207-bf7b-4f1b-83e3-d48f4d86e352>
- Medina-Pérez, V. H., & Medina-Gavidia, E. P. (2024). Herramientas y técnicas modernas de protección contra incendios. Una Revisión Bibliográfica actualizada. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 1131–1146.
https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11324
- Méndez-Méndez, I. L., & Ponce-Gil, R. A. (2022). *Ampliación y mejoramiento del sistema contra incendios del centro comercial Buenaventura Moreno del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, cumpliendo con las Normas Técnicas del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios del Ecuador, NEC HS CI y NFPA* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6941>
- Molano-Pinzón, J. A., & Rodríguez-Leguizamón, L. F. (2017). *Diseño del sistema contra incendios de extinción y detección para la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://hdl.handle.net/11349/6037>
- Navarro-Corona, C., & Ramírez-Montoya, M. S. (2018). Mapeo sistemático de la literatura sobre evaluación docente (2013-2017). *Educação e Pesquisa*, 44(0).
<https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844185677>
- OIT. (2019). *Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo: Aprovechar 100 años de experiencia* (1).
https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/documents/publication/wcms_686762.pdf
- Ortiz, P., & Jeyson-Abimael, C. C. (2018). *Gestión de riesgos mayores en el mercado central perteneciente al cantón Tisaleo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4884>

- Panduro-Cachique, R. (2020). *Sistema contra incendio bajo la norma NFPA para incrementar la seguridad del personal en la minera las bambas, Apurímac – 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8054>
- Paytan-Huamani, L. R. (2019). *Diseño de un sistema de protección contra incendio con rociadores automáticos para la empresa Tarrillo Barba S.A. Lima - Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur]. <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/383>
- Pereira-Da Silva, M., Barbosa-de Alencar, D., Dias-Maia, D. S., & Oliveira-Bezerra, I. F. (2019). Elaboration of a fire prevention and fire fighting project in the Manaus-Amazonas city. *ITEGAM- Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (ITEGAM-JETIA)*, 5(20). <https://doi.org/10.5935/2447-0228.20190095>
- Perez-Llerena, K. F., & Ruelas-Polanco, M. C. (2020). *Evaluación y diseño de un sistema de prevención contra riesgo de incendio en el taller de soldadura eléctrica del Instituto Pedro P. Díaz* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3542>
- Portillo, A. (2019). *Gestión de un sistema contra incendios mediante interfaces de comunicación Field Server para plantas de procesamiento de oro. Caso: Minera Buenaventura* [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional del Callao.
- Portillo-Allende, A. J. (2019). *Gestión de un sistema contra incendios mediante interfaces de comunicación field server para plantas de procesamiento de oro caso: Minera Buenaventura* [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Callao]. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/3547>
- Quezada-Asipuela, L. D., Ipiiales-Portilla, L. M., Barba-Barba, K. J., & Bustamante-Sánchez, S. I. (2024). Análisis de seguridad contra incendios para minimizar el riesgo en construcciones con el sistema de Steel Framing. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(1), 288–298. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i1.996>
- Quintanilla-Sarmiento, E. I. (2019). *Diseño para la normalización de red de incendios según normas NFPA en Plasco Filial CCU* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María]. <https://repositorio.usm.cl/server/api/core/bitstreams/e0a459f4-1c7a-4bce-8d69-89bbe1473279/content>
- Rincón-Ballesteros, A. F. (2020). *Diseño del sistema contraincendios por agente limpio para la biblioteca de la Universidad Antonio Nariño sede sur, de acuerdo con las normas NFPA y NSR-10* [Tesis de pregrado, Universidad Antonio Nariño].

<https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/cb31c633-344f-4548-a1c2-b92d890abbe6/content>

- Rojas-Meza, F. J. (2021). *Diseño del sistema de supresión de incendios para una planta de distribución de productos alimenticios* [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://hdl.handle.net/2238/13419>
- Salas-Arroyo, R., & Aguilera-Vidal, H. (2022). *Diseño de un sistema contra incendios para mejorar la política pública*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6763>
- Santos-Barillas, C. A. (2020). *Diseño para la instalación de cuarto de bombas, tubería, válvulas de control y accesorios para el sistema contra incendios en el Centro Universitario de Petén*. Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/USAC.636531>
- Caiza-Andrango, J. S. (2023). *Diseño de un sistema contra incendio en base a la normativa NFPA, para una fábrica cortadora de papel higiénico industrial y servilletas de uso doméstico* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Indoamérica]. <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/5521>
- Sarvari, A., & Mazinani, S. M. (2019). A new tunnel fire detection and suppression system based on camera image processing and water mist jet fans. *Heliyon*, 5(6), e01879. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01879>
- Shi, X., & Songlin, L. (2020). Design and Implementation of a Smart Wireless Fire-Fighting System Based on NB-IoT Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1606(1), 012015. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1606/1/012015>
- Soriano, M. (2019). *Diseño de un sistema contra incendio bajo las normas NFPA en la planta potabilizadora aguapen ubicado en la parroquia Atahualpa de la Provincia de Santa Elena* [Tesis de Pregrado]. Universidad de Guayaquil.
- Soriano-Orrala, M. V. (2019). *Diseño de un sistema contra incendio bajo las Normas NFPA en la Planta Potabilizadora Aguapen ubicado en la parroquia Atahualpa de la provincia de Santa Elena*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/41308>
- Tian, H., & Zhang, C. (2023). Fire protection system design for thermal power plants. In S. Patnaik & T. Shen (Eds.), *Seventh International Conference on Mechatronics and Intelligent Robotics (ICMIR 2023)* (p. 62). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2689217>

- Tituaña-Jiménez, J. R. (2024). *Diseño de un sistema contra incendios en base a la norma NEC-HS-IC para una empresa turística* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15814>
- Vargas-García, T. B. (2017). *Diseño de un sistema de prevención y defensa contra incendios en base a la normativa NFPA para todas las áreas de la Empresa Calzado Gamò's ubicada en la Provincia de Tungurahua*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/7630>
- Vivanco-Calderón, J. F. (2020). *Estudio para el mejoramiento de la red del sistema contra incendio en una fábrica manufacturera de plástico* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14283>
- Vizhco-Vera, J. C. (2023). *Propuesta de un diseño contra incendios en una estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias en el cantón Naranjal* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25155>
- You, F., Shaik, S., Rokonuzzaman, Md., Rahman, K. S., & Tan, W.-S. (2023). Fire risk assessments and fire protection measures for wind turbines: A review. *Heliyon*, 9(9), e19664. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19664>
- Yu, D., Zhou, G., Liu, Y., Wu, H., & Guo, J. (2021). Design and Test Research of Fire Monitoring and Alarm System Based on Red and Ultraviolet Double Discrimination Technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1992(3), 032134. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1992/3/032134>
- Yusoff, Y. F., Mohd-Lair, N. A., Tsen, M., & Harman, M. (2020). Case study on Designing a Comprehensive Fire Protection System for KY Power Station. *Journal of Physics: Conference Series*, 1529(3), 032098. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1529/3/032098>
- Zhunio-Medina, O. E. (2024). *Diseño de un sistema contra incendios para la edificación de una institución financiera en la ciudad de Cuenca* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cuenca]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27379>

ANEXOS

Anexo A. Matriz de validación por expertos

Matriz de validación por criterio de jueces o juicios de expertos																		
Instrumentos de variable dependiente: Sistema de gestión de la seguridad contra incendios																		
Variable	Dimensión	Indicadores	Ítems				Escala			Criterios de evaluación								observación y/o recomendación
							1. si	2. no	3. parcial	Relación entre la variable y la dimensión		Relación entre la dimensión y el indicador		Relación entre el indicador y el ítem		Relación entre el ítem y la opción de respuesta		
										si	no	si	no	si	no	si	no	
Sistema de gestión de la seguridad contra incendios: es un conjunto de medidas y prácticas coordinadas que tienen como objetivo prevenir, mitigar y controlar incendios en diversas instalaciones. Este integra dispositivos, estructuras de soporte, equipos y controles diseñados para detectar fuego o humo, que de forma inmediata, se activa una señal que permite su identificación o eliminación completa, con el principal propósito de salvar vidas y resguardar las propiedades (González-Quiroga et al., 2018).	Riesgos e infraestructura	Evaluación de infraestructura críticas	1	¿Considera que la infraestructura actual está adecuadamente protegida contra incendios?														
			2	¿Cree que los sistemas eléctricos de la empresa podrían representar un riesgo de incendio?														
			3	¿Opina que los sistemas de protección contra incendios actuales son insuficientes?				x			x							
			4	¿Cree que la infraestructura crítica necesita actualizaciones para cumplir con los estándares modernos de seguridad?														
		Riesgos relacionados con materiales inflamables	5	¿Existen materiales inflamables que no se almacenan adecuadamente en la empresa?														
			6	¿Cree que el manejo de materiales inflamables sigue los protocolos de seguridad?														
			7	¿Opina que el personal está capacitado para manejar correctamente los materiales inflamables?							x							
			8	¿Cree que la empresa necesita más medidas de seguridad para el manejo de materiales inflamables?														
	Evaluación teórica del conocimiento del personal	Sistema adecuado	9	¿Considera que los incidentes de incendios pueden reducirse a cero con un sistema adecuado?														
			10	¿Cree que la instalación de equipos adicionales de detección reduciría la frecuencia de incidentes?						x								
		Conocimiento general del personal	11	¿Considera que el personal está suficientemente capacitado para manejar situaciones de emergencia por incendios?														
			12	¿Cree que el personal está actualmente concientizado sobre los riesgos de incendio en el lugar de trabajo?							x							
			13	¿Opina que el personal conoce las rutas de evacuación en caso de un incendio?														
	Impacto teórico de la	Equipamiento de seguridad	14	¿Cree que el equipamiento de seguridad actual es suficiente para prevenir incendios?														

Anexo B. Validación de instrumentos por expertos

Validación de instrumento por Experto

Nombre de instrumento: Guía de entrevista del sistema de gestión de la seguridad contra incendios

Objetivo: Conocer la escala valorativa del sistema de gestión de la seguridad contra incendios inicial

Dirigido a: Jefe de seguridad de Telconet S.A

Apellidos y nombres del evaluador: Sosa Bueno, Graciela Celedonia.

Grado académico del experto evaluador: Ingeniera Industrial, Magister en sistemas integrados de gestión, Doctora, PhD.

Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)

Institucion dónde labora: Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena

Tiempo de experiencia profesional en el área: 31 años

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
X		

La Libertad, 20 de Septiembre del 2024



Dra. Graciela Celedonia Sosa Bueno
C.I: 0910845852
Experto

Anexo C. Validación de instrumentos por expertos

Validación de instrumento por Experto

Nombre de instrumento: Cuestionario del sistema de gestión de la seguridad contra incendios

Objetivo: Conocer la escala valorativa del sistema de gestión de la seguridad contra incendios inicial

Dirigido a: Jefe de seguridad de Telconet S.A

Apellidos y nombres del evaluador: Martín Tomas Baquerizo Orta

Grado académico del experto evaluador: Cuarto Nivel - Magister SHSO

Áreas de experiencia profesional: Profesional Educativa ()

Institución dónde labora: CNEEL EP UN STE

Tiempo de experiencia profesional en el área: 10 años

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

La Libertad, de Octubre del 2024



Ci: 0920608429
Experto

Anexo D. Validación de instrumentos por expertos

Validación de instrumento por Experto

Nombre de instrumento: Cuestionario del sistema de gestión de la seguridad contra incendios

Objetivo: Conocer la escala valorativa del sistema de gestión de la seguridad contra incendios inicial

Dirigido a: Jefe de seguridad de Telconet S.A

Apellidos y nombres del evaluador:

GONZÁLEZ CARVAJAL KLEBER GIOVANNY

Grado académico del experto evaluador:

MAESTRO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Áreas de experiencia profesional: Profesional Educativa ()

Institución dónde labora: EP PETROECUADOR

Tiempo de experiencia profesional en el área: 27 AÑOS

Valoración:

Bueno	Regular	Malos
✓		

La Libertad, de Octubre del 2024



CI: 0913981619
Experto

Anexo E. Validación de instrumentos por expertos

Validación de instrumento por Experto

Nombre de instrumento: Guía de entrevista del sistema de gestión de la seguridad contra incendios

Objetivo: Conocer la escala valorativa del sistema de gestión de la seguridad contra incendios inicial

Dirigido a: Jefe de seguridad de Telconet S.A

Apellidos y nombres del evaluador: Pirela Añez, Alfonso Elias.

Grado académico del experto evaluador: Ingeniero Industrial, PhD.

Áreas de experiencia profesional: Profesional (x) Educativa (x)

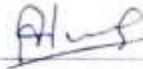
Institución dónde labora: Universidad Estatal Península de Santa Elena

Tiempo de experiencia profesional en el área: 25 años

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
X		

La Libertad, 11 de Septiembre del 2024



Ing. Pirela Añez Alfonso Elias.
C.I: 0962428074
Experto

Anexo F. Validación de instrumentos por expertos

Validación de instrumento por Experto

Nombre de instrumento: Cuestionario del sistema de gestión de la seguridad contra incendios

Objetivo: Conocer la escala valorativa del sistema de gestión de la seguridad contra incendios inicial

Dirigido a: Jefe de seguridad de Telconet S.A

Apellidos y nombres del evaluador:

MOR. LEONEL ESTUARDO MOREJÓN DÍAZ
Grado académico del experto evaluador:
MAESTRO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL (UNIVER)

Áreas de experiencia profesional: Profesional Educativa ()

SEGURIDAD INDUSTRIAL Y AMBIENTE.

Institución donde labora:

EP TELCONET

Tiempo de experiencia profesional en el área:
27 años.

Valoración:

Bueno	Regular	Malo
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

La Libertad, de Octubre del 2024


CI: 0801687658.
Experto

Anexo G. Resultados de encuestas

Ítem	Base de datos																									
	Sistema de contra incendios (VD)																									
	D1: Riesgo e infraestructura										D2: Conocimiento del personal					D3: Infraestructura de seguridad										VD
	1	2	3	4	5	6	7	8	D2	9	10	11	12	13	D3	14	15	16	17	18	19	20	D5			
Muestra	1	2	1	2	2	1	3	1	2	14	3	2	2	2	2	11	1	2	2	2	1	1	2	11	36	
	2	3	2	2	3	1	3	1	2	17	2	2	3	2	3	12	1	3	2	3	2	2	3	16	45	
	3	3	1	3	2	1	3	2	2	17	3	2	2	2	2	11	1	2	2	3	1	2	3	14	42	
	4	3	2	2	3	2	3	1	2	18	3	2	2	2	2	11	1	3	2	2	2	1	2	13	42	
	5	2	1	3	3	1	3	2	3	18	3	3	2	2	3	13	2	2	2	2	1	1	2	12	43	
	6	3	1	3	2	1	3	1	2	16	2	2	3	2	3	12	2	2	3	2	2	2	2	15	43	
	7	2	1	2	2	2	3	1	3	16	3	2	2	3	2	12	1	2	2	2	1	1	3	12	40	
	8	3	2	2	2	1	3	2	2	17	2	3	3	2	2	12	2	3	3	2	1	2	2	15	44	
	9	2	1	3	3	2	3	1	3	18	3	3	2	3	3	14	1	3	2	3	1	1	3	14	46	
	10	3	2	3	3	2	3	2	3	21	2	3	3	3	3	14	2	2	3	3	2	1	2	15	50	
	11	3	2	2	3	2	3	1	2	18	2	3	3	3	3	14	1	3	3	2	1	2	3	15	47	
	12	3	1	2	2	2	3	1	2	16	3	2	3	2	3	13	1	3	3	3	2	2	3	17	46	
	13	2	2	3	3	1	3	2	2	18	2	2	2	2	2	10	1	2	2	3	1	1	2	12	40	
	14	2	1	3	2	1	3	1	2	15	3	2	3	2	2	12	1	3	2	2	2	1	2	13	40	
	15	2	2	3	3	1	3	2	3	19	3	2	2	2	3	12	2	2	2	2	1	2	2	13	44	
	16	3	1	3	3	2	3	1	2	18	3	3	2	2	3	13	2	3	2	2	2	1	3	15	46	
	17	3	1	2	2	1	3	1	3	16	2	2	2	2	2	10	1	2	2	2	1	2	2	12	38	
	18	3	1	2	2	1	3	2	2	16	3	2	3	3	2	13	2	2	3	2	1	1	3	14	43	
	19	3	2	3	2	2	3	2	3	20	2	3	2	2	3	12	1	2	2	3	2	1	3	14	46	
	20	2	2	3	3	1	3	1	3	18	3	2	3	3	3	14	2	3	3	3	1	2	2	16	48	