

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL



TEMA:

DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN BASE A LA NORMA NEC-HS-IC
PARA UNA EMPRESA TURÍSTICA

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL

AUTOR:

Jhon Romel Tituaña Jimenez

DIRECTOR:

Ing. Santiago Marcelo Vacas Palacios, MSc

IBARRA

2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1726778556		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Tituaña Jimenez Jhon Romel		
DIRECCIÓN:	Ibarra-Imbabura-Ecuador		
EMAIL:	jrtituanaj@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	S/N	TELF. MOVIL	0983378326

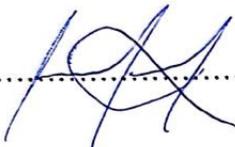
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Diseño de un Sistema Contra Incendios en Base a la Norma NEC-HS-IC para una Empresa Turística”
AUTOR (ES):	Tituaña Jimenez Jhon Romel
FECHA: AAAA/MM/DD	2024/03/01
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Industrial
DIRECTOR:	Ing. Marcelo Vacas Palacios, MSc.

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 6 días del mes de marzo de 2024

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Jhon Romel Tituaña Jimenez

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra, 1 de marzo de 2024

Ing. Marcelo Vacas Palacios, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

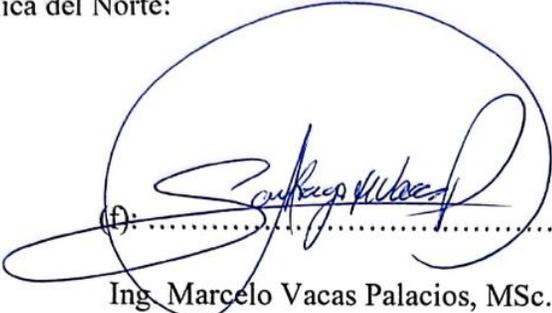


Ing. Marcelo Vacas Palacios, MSc.

C.C.: 0909250615

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “**Diseño de un Sistema Contra Incendios en Base a la Norma NEC-HS-IC para una Empresa Turística**” elaborado por **Jhon Romel Tituaña Jimenez**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f): .....
Ing. Marcelo Vacas Palacios, MSc.

C.C.: 0909250615

(f): .....

Ing.Lema Caceres Edgar Vinicio, MSc.

C.C.: 1001281474.

DEDICATORIA

Quiero dedicar mi tesis a la Universidad Técnica del Norte y profesores, cuyos valores de excelencia académica y dedicación a la formación integral han sido faros en mi arduo pero gratificante camino hacia la culminación de mi tesis. Su inquebrantable compromiso con la excelencia me ha inspirado a alcanzar nuevas alturas en mi investigación.

Asimismo, dedico mi tesis a Terjamanco S.A., una empresa visionaria que generosamente abrió sus puertas para permitirme explorar el terreno práctico de mi investigación. Su colaboración activa y el entorno enriquecedor que proporcionaron fueron fundamentales para alcanzar mis objetivos con éxito.

A todos aquellos que, con su apoyo, conocimiento y confianza, contribuyeron a hacer posible esta etapa crucial de mi formación académica, les expreso mi más sincero agradecimiento. Vuestra ayuda ha sido invaluable y ha dejado una marca indeleble en mi camino hacia la excelencia. ¡Gracias infinitas por ser parte de este logro!

AGRADECIMIENTO

Queridos padres.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento por su apoyo inquebrantable y los sacrificios que han hecho a lo largo de mi trayectoria. Vuestra dedicación ha sido mi mayor fuente de inspiración y motivación.

A mis entrañables amigos.

Vuestra presencia constante, comprensión y la alegría compartida en cada paso de este camino han sido un regalo invaluable. Gracias por alentarme siempre.

A mis respetados profesores.

Vuestra sabiduría y orientación han sido como faros iluminando mi camino hacia el conocimiento. Vuestra influencia ha sido fundamental en mi crecimiento académico y personal.

A todos ustedes.

Mi gratitud eterna por ser parte esencial de este logro. Esta tesis es un tributo a su amor y apoyo incondicional.

Con todo mi cariño y agradecimiento.

ÍNDICE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	ii
CONSTANCIAS.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR ..	iv
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE.....	viii
TABLAS.....	xiii
FIGURAS	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
Tema.....	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1.1. Problemática a investigar.....	1
1.2. OBJETIVOS	1
1.2.1. Objetivo General.....	1
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. ALCANCE.....	2
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.4.1. Delimitación del contenido.....	2
1.4.2. Delimitación del espacio.....	2
1.4.3. Limitación temporal.....	3

1.5. JUSTIFICACIÓN	3
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. ANTECEDENTES	4
2.1.1. Antecedente de incendios	4
2.1.2. Nacionales.....	4
2.1.3. Internacionales	5
2.2. FUNDAMENTO TEÓRICO	6
2.2.1. Sistema contra incendios.....	6
2.2.2. Riesgo	6
2.2.3. Fuego.....	8
2.2.4. Agentes extintores de incendios.....	11
2.2.5. Plan de emergencia	15
2.2.6. NFPA 704	16
2.2.7. Procedimientos de la Evaluación del Factor de Riesgo de Incendios.....	17
2.2.8. Normativas Ecuatoriana de la Construcción “NEC-HS-CI”	17
2.3. MARCO LEGAL.....	18
2.3.1. Constitución política	19
2.3.2. Ley de la seguridad Pública	20
2.3.3. Código Orgánico de Ordenamiento territorial, Autonomías y Descentralización (COOTAD).....	20
2.3.4. Reglamento de Prevención, mitigación y Protección contra incendios	20
2.3.5. Normas INEN	20
CAPÍTULO III.....	22
MATERIALES Y MÉTODOS	22

3.1.	ENFOQUE.....	22
3.1.1.	Tipo de investigación.....	22
3.1.2.	Método de Investigación.....	22
3.1.3.	Técnica de investigación.....	23
3.2.	INSTRUMENTOS.....	24
3.3.	OPTIMIZACIÓN DE TÉCNICAS UTILITARIAS.....	25
3.3.1.	NTP 599: Evaluación del riesgo de incendio: criterio.....	25
3.3.2.	Método Meseri.....	28
3.3.3.	Fórmula de Hazen-Williams.....	32
3.3.4.	Pérdida de presión por reducción de accesorios.....	32
CAPÍTULO IV.....		33
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....		33
4.1.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	33
4.1.1.	Localización de la empresa.....	33
4.1.2.	Sector y actividad económica.....	34
4.1.3.	Misión.....	34
4.1.4.	Visión.....	34
4.1.5.	Estructura organizacional.....	34
4.2.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	35
4.2.1.	Metodología de evaluación del riesgo de incendios.....	39
4.2.2.	Registro de los recurso de combate contra incendios.....	44
4.2.3.	Procedimiento de valoración de riesgo de incendio utilizando el método Meseri.....	46
4.2.4.	Análisis de los resultados del grado de vulnerabilidad ante incendio.....	56
4.3.	DISEÑAR UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	57
4.3.1.	Dimensiones del sistema contra incendios.....	58

4.3.2.	Diseño del sistema hidráulico de protección contra incendios	65
4.3.3.	Selección de bombas contra incendios	79
4.3.4.	Tablero de control	82
4.3.5.	Gabinete contra incendios.....	84
4.3.6.	Cuarto de Bombas contra incendio.....	85
4.3.7.	Cisterna de agua para combatir incendios	86
4.3.8.	Distribución de los extintores portables.....	86
4.4.	ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS	
	92	
4.4.1.	Gatos de inversión.....	93
4.5.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y ANÁLISIS DEL MECANISMO DE	
	ACUERDO CON LA NORMA NFPA 25.....	96
4.5.1.	Responsabilidad del personal designado	96
4.5.2.	Aviso de cierre o verificación del sistema	96
4.5.3.	Frecuencia de las evaluaciones, verificación y mantenimiento	97
4.5.4.	Registro.....	97
4.5.5.	Plan de cuidado para el depósito de almacenamiento de agua	97
4.5.6.	Prueba de equipo de bombeo	98
4.5.7.	Estrategia de mantenimiento del sistema de montantes y mangueras	100
4.5.8.	Optimización del programa de conservación de las válvulas y compuertas.....	105
4.5.9.	Evaluación de las condiciones internas de las tuberías.....	110
	Conclusiones.....	112
	Recomendaciones	113
	BIBLIOGRAFÍA	114
	ANEXOS	120
	Anexo 1.....	120

Anexo 2.....	141
Anexo 3.....	142
Anexo 4.....	143

TABLAS

Tabla 1. Clasificación de agentes extintores	11
Tabla 2. Tipos y características de los gabinetes contra incendios "National Fire Protection Association 14"	13
Tabla 3. Requerimientos técnicos de los gabinetes en sus distintas clases "National Fire Protection Association 14"	14
Tabla 4. Normas referentes a prevención y mitigación de riesgos de incendios	21
Tabla 5. Materiales.....	24
Tabla 6. Norma NTP 599 Factor de incendio	25
Tabla 7. Norma NTP 599 Factor de propagación	26
Tabla 8. Norma NTP 599 Evacuación	26
Tabla 9. Norma NTP 599 Medios de lucha contra incendios	27
Tabla 10. Clasificación de los riesgos método Meseri.....	28
Tabla 11. Parámetros de calificación método Meseri	28
Tabla 12. Parámetros de evaluación método Meseri	28
Tabla 13. Evaluación de riesgos contra incendio método Meseri.....	29
Tabla 14. Datos generales de la empresa	34
Tabla 15. Reglamento de prevención contra incendios	36
Tabla 16. Norma NTP 599 Factor de incendio realizada.....	41
Tabla 17. Norma NTP 599 Factor de propagación realizada.....	42
Tabla 18. Norma NTP 599 Evacuación realizada.....	42
Tabla 19. Norma NTP 599 Medios de lucha contra incendios realizada.....	43
Tabla 20. Resultados de la encuesta bajo la norma NTP 599	44
Tabla 21. Inventario de sistema contra incendios actual	45
Tabla 22. Prueba método Meseri: Boletera, Cafetería y Enfermería	52
Tabla 23. Resultado de la prueba mediante el método MESERI, en la sección de Boletería, Cafetería y Enfermería.....	55
Tabla 24. Resultados de Evaluación	56
Tabla 25. Requisitos de Seguridad según Ocupación	59
Tabla 26. Clasificación según la norma NFPA 101	61
Tabla 27. Área para proteger de Terjamanco S.A.....	63

Tabla 28. Asignación de chorro de mangueras (National Fire Protection Association 13).....	68
Tabla 29. Volumen disponible en la cisterna del Sistema Contra Incendios	70
Tabla 30. Valores "C" de Hazen-Williams, "National Fire Protection Association 14"	71
Tabla 31. Dimensión interna de tubería (National Fire Protection Association 14).....	72
Tabla 32. Tabla de pérdida de presión de tubería de acero de cedula 40 (National Fire Protection Association 14)	74
Tabla 33. Factor k para la pérdida de fricción en reducciones	75
Tabla 34. Longitud en ft de los accesorios en la tubería de 2 ½.....	76
Tabla 35. sumatoria de pérdida de presión más presión requerida	78
Tabla 36. Costo de materia prima	94
Tabla 37. costo de mano de obra.....	96
Tabla 38. Costo del proyecto	96
Tabla 39. Informe sobre la inspección, prueba y manteniendo del sistema de montantes y conductos (National Fire Protection Association 25, 2020).	101
Tabla 40. Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de válvulas, componentes de válvulas de guarniciones (National Fire Protection Association 25, 2020).	105

FIGURAS

Figura 1. Triángulo y Tetraedro de fuego[20].	8
Figura 2. Fuego Clase "A"[25].	9
Figura 3. Fuego Clase "B"[27].	10
Figura 4. Fuego Clase "C"[29].	10
Figura 5. Fuego Clase "D"[31].	10
Figura 6. Fuego Clase "k"[33].	11
Figura 7. Gabinete Clase III.	13
Figura 8. Diamante de materiales peligrosos NFPA 704.	16
Figura 9. Estructura de propiedades legales en Ecuador	18
Figura 10. Leyes, reglamentos y normas[48].	19
Figura 11. Localización geográfica de Terjamanco S.A	33
Figura 12. Estructura organizacional de Terjamanco S.A.	35
Figura 13. Estepas de optimización y análisis de datos	40
Figura 14. Etapas de evacuación del método Meseri.	47
Figura 15. Factores agravantes o propagación.	49
Figura 16. Factor de protección	50
Figura 17. Distribución del área a proteger de Terjamanco S.A.	63
Figura 18. Distribución de los Gabinetes Contra Incendio.	65
Figura 19. Propuesta ubicación de cisterna sistema contra incendios	66
Figura 20. Diagrama de flujo sistema de bombas y gabinete	66
Figura 21. Diseño de siamesa	67
Figura 22. Cuerpo de bomberos más cercanos a Terjamanco S.A.	69
Figura 23. Cuarto de bombas al gabinete contra incendios más lejano	75
Figura 24. Motor weg 30H-10MW (IGNACIO GOMEZ IHM)	80
Figura 25. Curva de rendimiento de la bomba weg 30H-7,5MW (IGNACIO GOMEZ IHM)	80
Figura 26. Bomba JOCKEY TB-300MW (IGNACIO GOMEZ IHM)	81
Figura 27. Curva de rendimiento de la bomba weg JOCKEY TB-300MW (IGNACIO GOMEZ IHM)	82
Figura 28. Tablero de control comba principal ATX1B7.52VFP (bombeo)	83

Figura 29. Tablero de control bomba JOCKEY ATX1ECL1.52JKT (BOMBAS & REPARACIONES Ingeniería SAS)	83
Figura 30. Gabinete contra incendios Case II.....	84
Figura 31. Diseño propuesto de cuarto de bombas	85
Figura 32. Diseño propuesto de la cisterna contra incendios	86
Figura 33. Posición del extintor.....	87
Figura 34. Ubicación de extintores Hotel planta baja.....	87
Figura 35. Ubicación de extintores Hotel primer piso.....	88
Figura 36. Ubicación de extintores restaurante, bodega secundaria y cocina	88
Figura 37. Ubicación de extintores boletería, cafetería y enfermería.....	89
Figura 38. ubicación de extintores bodega principal	89
Figura 39. Ubicación de extintor bazar.....	90
Figura 40. Ubicación del extintor en el cuarto de tanque de gas	90
Figura 41. Ubicación de extintor en hidromasaje, cuarto de caldera y bombas	91
Figura 42. Ubicación de extintor en oficinas y cuarto de trabajadores planta baja	91
Figura 43. Ubicación de extintor en oficinas y cuarto de trabajadores primera planta	92

RESUMEN

A medida que transcurren los años, los requisitos de seguridad contra incendios han experimentado un notable aumento en su exigencia. En Ecuador, la prevención de incendios accidentales en empresas se ha convertido en una prioridad para las entidades de control, las cuales buscan reducir riesgos mediante condiciones seguras de infraestructura y sistemas eficientes de detección y control de incendios. En este contexto, al abordar el diseño contra incendios para la empresa Terjamanco S.A., surgieron tres interrogantes clave: ¿En qué nivel de riesgo se encuentra la empresa?, ¿Cómo debería ser diseñado el sistema contra incendios?, y ¿Terjamanco cuenta con un sistema de red contra incendios ya existente?

Para la formulación y desarrollo del proyecto, se emplearon métodos de investigación analítica, inductiva-deductiva, así como investigaciones bibliográficas y de campo, los cuales fueron fundamentales en el avance de la investigación. Se llevó a cabo la evaluación del riesgo de incendio de la empresa utilizando el enfoque proporcionado por el método NTP 599 y Meseri. Además, se llevaron a cabo mediciones y cálculos matemáticos con el objetivo de determinar las características del sistema contra incendios y el tipo de bombas, conforme a las normativas establecidas por NEC-HS-IC y NFPA.

Los resultados de estos cálculos se plasmaron en planos detallados que indican las ubicaciones estratégicas de los sistemas de extinción y los detectores de humo. Este enfoque integral busca garantizar la efectividad y la adecuación del sistema contra incendios para la protección óptima de Terjamanco S.A., cumpliendo con los estándares de seguridad y prevención exigidos en el contexto actual.

ABSTRACT

Over the years, fire safety requirements have become increasingly stringent. In Ecuador, the prevention of accidental fires in companies has become a priority for control entities, which seek to reduce risks through safe infrastructure conditions and efficient fire detection and control systems. In this context, three key questions arose when addressing the fire protection design for Terjamanco S.A.: What is the company's risk level, how should the fire protection system be designed, and does Terjamanco have an existing fire protection network system?

For the formulation and development of the project, analytical, inductive-deductive research methods were used, as well as bibliographic and field research, which were fundamental in the progress of the research. The fire risk assessment of the company was carried out using the approach provided by the NTP 599 and Meseri method. In addition, measurements and mathematical calculations were carried out to determine the characteristics of the firefighting system and the type of pumps, in accordance with the regulations established by NEC-HS-IC and NFPA.

The results of these calculations were translated into detailed plans indicating the strategic locations of the extinguishing systems and smoke detectors. This comprehensive approach seeks to ensure the effectiveness and adequacy of the fire protection system for optimal protection of Terjamanco S.A., complying with the safety and prevention standards required in the current context.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Tema

Diseño de un Sistema Contra Incendios en Base a la Norma NEC-HS-IC para una Empresa Turística

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. Problemática a investigar

Ubicada en la Zona 9 del Ecuador, en el Cantón Quijos, dentro de la provincia de Napo, una pequeña empresa Turística, reconocida a nivel nacional e internacional por sus aguas termales. Actualmente, la empresa cuenta con 20 empleados asegurados y 10 empleados subcontratados en distintas áreas de trabajo.

Desde su creación, la empresa ha ampliado continuamente su infraestructura. Este constante desarrollo ha creado una clara necesidad de establecer un sistema de protección contra incendios eficiente. No obstante, en la actualidad, carece de dicho sistema. A pesar de que el responsable de seguridad y salud ocupacional ha implementado algunas de prevención, la diversidad de actividades realizadas dentro de la empresa creó un nivel de riesgo de incendio que los extintores portátiles existentes no cubren dicha necesidad. Estos extintores no cumplen a cabalidad con la normativa vigente y no son adecuados para las necesidades específicas de cada zona. Además, la falta de alarmas de humo puede retrasar la detección temprana de un posible incendio, aumentando así el riesgo de daños materiales y pérdidas humanas.

El propósito de este proyecto es Diseñar un Sistema Contra Incendios que esté en conformidad con las directrices establecidas en la norma NEC-HS-IC del Código de Construcción Ecuatoriano (NEC). El principio del proyecto es mantener la integridad física de los empleados, turistas y proteger los activos físicos. Al diseñar este sistema, se busca garantizar una respuesta rápida a cualquier incendio que suscite en las instalaciones.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Diseñar un Sistema Contra Incendios a través de la norma NEC-HS-IC con el fin de mejorar la eficacia en la prevención, detección y control de incendios en una empresa turística.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar la revisión de fuentes documentales, para establecer las bases teóricas, legales y situacionales que permitan fundamentar la investigación.
- Analizar la situación actual de la empresa mediante checklist con el fin de identificar peligros, analizar y evaluar riesgos.
- Diseñar un Sistema Contra Incendios, basado en la norma NEC-HS-IC para la corrección y prevención de posibles desastres que se puedan suscitar en una empresa turística.

1.3. ALCANCE

La investigación se llevará a cabo en las instalaciones principales de una empresa turística situada en la provincia de Napo, específicamente en el cantón Quijos, parroquia de Papallacta. Su propósito primordial es optimizar el sistema de prevención, detección y gestión de incendios de dichas instalaciones, basándose en los principios establecidos en la norma NEC-HS-IC del reglamento ecuatoriana de construcción (NEC). Esto se realizará con el objetivo de asegurar la protección tanto del personal como de los visitantes turísticos que acuden a dichas instalaciones.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿El Diseño de un Sistema Contra Incendios conforme a la norma NEC-HS-IC permitirá que una empresa turística tenga una capacidad de respuesta rápida y eficazmente a los incendios que puedan ocurrir en sus instalaciones?

1.4.1. Delimitación del contenido

- **Ámbito:** Ingeniería de Seguridad y protección contra incendios.
- **Objetivo del estudio:** Diseño de un Sistema Contra Incendios en Base a la Norma NEC-HS-IC para una Empresa Turística

1.4.2. Delimitación del espacio

- **Empresa:** Sede central de una empresa turística
- **Localización:** Parroquia de Papallacta, Cantón Quijos
- **Provincia:** Napo

1.4.3. Limitación temporal

- Laxo de tiempo del proyecto: El tiempo estimado en finalizar el proyecto de investigación es de 24 semanas fecha de entrega finales de marzo del 2024

1.5. JUSTIFICACIÓN

Una empresa turística opera en diferentes ubicaciones, pero la más importante es la sede central, ya que ofrece la mayor cantidad de servicios de toda la empresa. Lamentablemente las instalaciones de la sede central no cuentan con un sistema de protección contra incendios, lo cual supone un alto riesgo al producirse dicho riesgo. Esta situación ha despertado un gran interés en diseñar un sistema contra incendios adecuado que garantice que una empresa turística este preparado para situaciones de emergencia sin pérdidas significativas de vidas y propiedades.

Los dispositivos de seguridad contra incendios son un recurso crucial para asegurar una reacción pronta, efectiva y segura ante eventuales incendios. su objetivo es reducir al mínimo los impactos adversos de este tipo de emergencia.

En una empresa del sector turístico, resulta crucial disponer de un sistema de seguridad contra incendios debido al constante flujo de visitantes y personal de la empresa. Este sistema debe formar parte integral de las instalaciones para asegurar una respuesta efectiva ante cualquier eventualidad que ponga en peligro la seguridad de seres vivos y bienes materiales. Ante la eventualidad de un incendio, preservar la integridad del personal de la empresa y la seguridad de los bienes constituyen una prioridad absoluta.

La Constitución de la República de 2008, en su novena sección, trata sobre la gestión de riesgos en el art. 389. En dicho artículo, se establece claramente la responsabilidad de estado de salvaguardar a las personas, las comunidades y entornos naturales o inducidos por actividades humanas. Este cometido se lleva a cabo mediante acciones de prevención, reducción del riesgo de desastres, recuperación y mejora de las condiciones sociales, económicas y ambientales para disminuir la vulnerabilidad[1].

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Se lleva a cabo un análisis de referencia integral, que incluyen estudios nacionales e internaciones, con especial énfasis en los Diseños de sistemas contra incendios para el siguiente estudio. Esta descripción general completa nos proporciona una visión detallada y global de la innovación en este importante sector de la seguridad humana y bienes materiales.

2.1.1. Antecedente de incendios

El 29 de diciembre de 2022: Un incendio registrado en un restaurante de Cuenca, el fuego se originó en una bombona de gas (GLP), provocando daños materiales en el local. No se reportaron víctimas[2].

El 7 de junio de 2022: Un incendio registrado en el restaurante Segundo Cuella en el áreas ubicada en la parte central-norte de la ciudad de Quito, el fuego se originó por dos bombonas de gas (GLP), provocando daños materiales en el local. No se reportaron víctimas.

2.1.2. Nacionales

En 2013, Flor Bósquez realizo una investigación para Diseñar un sistema contra incendios en base a la normativa NFPA, para la empresa metalúrgica ecuatoriana Adelca C.A en la empresa Acería del Ecuador Adelca ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia de Alóag en el Km 1 $\frac{1}{2}$ vía Santo Domingo de los Tsáchilas. El principal objetivo del trabajo fue diseñar un sistema integral de protección contra incendios según los lineamientos de la norma NFPA y tomando aspectos importantes como la seguridad humana, alarmas, instalaciones eléctricas, cálculo de diseño, selección de equipos materiales adecuados. Todo ello tiene como importancia proteger la vida de los empleados que trabajan en distintas áreas de la empresa. La metodología utilizada se basa en varias etapas, que incluyen la recopilación de datos, investigación de alternativas de solución y diseño del sistema contra incendios, teniendo en cuenta los detalles del presupuesto necesarios para su implementación. Como resultado, se diseñó un sistema eficaz contra incendio enfocada en las áreas más vulnerables de producción. Esto permite responder de forma rápida y eficaz ante cualquier eventualidad de incendio debido a la alta contracción de

chatarra, combustible y otros elementos inflamables. La atención se centra en proteger la vida de los empleados y las instalaciones de la empresa[3].

En 2016, Alex Macías realizó una investigación para Diseñar un sistema contra incendios para una central hidroeléctrica de 8 MW en la central hidroeléctrica Saymarín ubicada en Cuenca Ecuador. El objetivo principal del estudio es garantizar la protección tanto de la vida humana como de las instalaciones, que es un aspecto importante en la industria energética que requiere un alto nivel de seguridad. El enfoque metodológico utilizado incluye diferentes etapas recolección de datos, análisis de riesgos, diseño conceptual, planteamiento de alternativas de solución, selecciones alternativas de solución y diseño detallado del sistema contra incendios. Los resultados obtenidos en el diseño en la central hidroeléctrica son una red de tuberías de agua utilizadas en gabinetes contra incendios y rociadores, así como redes de sensores y alarmas que monitorean el estado de la central hidroeléctrica. Además, se ha realizado una distribución adecuada de los extintores portables, adaptadas a las amenazas concretas que se producen en cada lugar de trabajo. Estas soluciones permiten responder de forma eficaz y rápida ante incendios que puedan producirse en las instalaciones de la central hidroeléctrica de Saymarín[4].

2.1.3. Internacionales

En 2021, Diana Montoya y Edwin realizaron una investigación para Diseñar detallada un sistema de protección contra incendios a base de agua para Universidad Católica de Colombia sede carrera 13 en Universidad Católica de Colombia ubicada en ciudad de Bogotá en la Carrera 13#47-49. El objetivo principal es desarrollar un sistema integral de prevención y extinción de incendios para la sede de la Universidad, con especial énfasis en el cumplimiento de los estándares de seguridad establecidos en las normas NSR10 y NFPA 13. La metodología utilizada se presenta en forma de cronograma establece los objetivos y actividades planificadas, partiendo de la evaluación y diagnóstico, investigación y verificación de necesidades, cálculos y diseños del sistema contra incendios. Los resultados es el diseño de acuerdo con las especificaciones de las normas en las instalaciones de la Universidad cubriendo las edificaciones A, B y C, incluidos los sistemas de bombeo y detallando la cantidad de accesorios necesarios para cada una de las edificaciones[5].

2.2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.2.1. Sistema contra incendios

Un sistema contra incendios es un conjunto de medidas y dispositivos concebidos para evitar y sofocar incendios. dichos sistemas de seguridad contra incendios se clasifican en dos grupos principales, sistemas de protección pasivas y activas[6].

2.2.1.1. Sistemas de protección activas

Un sistema de seguridad activa es aquel que identifica y apaga incendios[7]. Estos sistemas incluyen.

- **Detectores de humo y calor:** estos dispositivos detectan la presencia de humo o calor, lo que activa el sistema de alarma contra incendios[8]
- **Extintores portables:** estos dispositivos portátiles se utilizan para extinguir incendios pequeños[9]
- **Sistema de rociadores automáticos:** son activados por una concentración de alta temperatura y realizan una descargar continua de agua[10]
- **Sistema de supresión de incendios:** estos sistemas utilizan gases o productos químicos para extinguir incendios[11]

2.2.1.2. Sistema de protección pasivas

Los sistemas de seguridad pasiva son aquellos que contribuyen a evitar la expansión de fuego[12]. Estos sistemas incluyen:

- **Resistencia al fuego:** los materiales resistentes al fuego retardan la propagación del fuego[13]
- **Separación de construcción:** las separaciones de construcción, como las paredes y los pisos, ayudan a contener el fuego[13]
- **Señalización:** La señalización de situación crítica facilita la evacuación de un edificio en situaciones de incendio[14]

2.2.2. Riesgo

El riesgo conlleva la eventualidad de un suceso adverso que ponga en peligro el bienestar y la salud de los trabajadores, así como la integridad de las instalaciones, equipos, máquinas y otros componentes. Los riesgos se categorizan en diferentes tipos como accidentes físicos, químicos,

biológicos, mecánicos, ergonómicos, psicosociales y graves. Esta tipificación general se fundamenta en normativas internacionales[15]. sin embargo, para los fines de esta investigación, sólo se consideró la clasificación NFPA.

2.2.2.1. Clasificación de los riesgos

La categorización de riesgos conforme a NFPA 10 señala lo siguiente:

2.2.2.1.1. Riesgo ligero “bajo”

Las ocupaciones de bajo riesgo son aquellas que presentan un bajo potencial de incendio debido a su escasa presencia de materiales inflamables y combustibles. Entre estos espacios se incluyen oficinas, aulas, iglesias y salas de conferencias. El nivel de riesgo de incendio en estas áreas se considera mínimo debido a la cantidad limitada de mobiliario inflamable de clase A y a que la cantidad total de sustancias inflamables de clase B no excede los 3,8 litros por habitación. Se permite el almacenamiento de pequeñas cantidades de sustancias inflamables de clase B siempre que estén guardadas de manera segura en recipientes sellados[16].

2.2.2.1.2. Riesgo ordinario “moderado”

Los lugares peligrosos típicos incluyen aquellos con cantidades moderadas e inflamabilidad de combustibles Clase A y B, así como incendios moderadamente calientes. Estos incluyen riesgos de incendio para inflamables Clase A que exceden el límite y de 1 a 5 galones de inflamables Clase B. Los ejemplos incluyen restaurantes, tiendas, instalaciones industriales ligeras, investigaciones científicas, exhibiciones de automóviles, estacionamientos, talleres o áreas de servicio y almacenes Clase I[16].

2.2.2.1.3. Riesgo extra “alto”

Las ocupaciones de alto riesgo contienen grandes cantidades de combustibles Clase A y combustibles Clase B. Se espera que los incendios intensos generen mucho calor. Estos incluyen el almacenamiento, manipulación y producción de combustibles Clase A y líquidos inflamables. Los ejemplos incluyen carpinterías, talleres de reparación de automóviles, electrodomésticos de cocina, salas de exposición y centros de conferencias. También se considera de alto riesgo el almacenamiento de mercancías que no entran en las categorías I y II[16].

2.2.3. Fuego

El incendio es un proceso químico de oxidación-reducción altamente exotérmico. Esta reacción química produce grandes cantidades de calor y luz. El combustible, también conocido como agente reductor y agente oxidante u oxidante, son dos componentes necesarios para el proceso de combustión. Cuando se combinan, se produce una reacción llamada combustión[17]. Todo fuego necesita tres elementos fundamentales como se lo observar en la Figura 1.

2.2.3.1. Triángulo y tetraedro de fuego

- **Triángulo de fuego:** la ocurrencia de un incendio demanda la presencia conjunta de un combustible (material inflamable), un oxidante (oxígeno) y calor (energía de activación), tal y como se muestra en la Figura 1. Si falta alguno de estos elementos, si esto sucede, no se puede producir la combustión[18]
- **Tetraedro de fuego:** la reacción en cadena del fuego es esencial: el calor inicial enciende los materiales cercanos, generando más calor y más combustión. Esto implica la presencia de combustible, oxígeno y calor, tal como se visualiza en la Figura 1. Estos elementos en conjunto incrementan la temperatura y la velocidad del fuego, incrementando su peligrosidad[19]



Figura 1. Triángulo y Tetraedro de fuego[20].

2.2.3.2. Materiales combustibles

Un material combustible es cualquier material que pueda quemarse u oxidarse rápidamente[21]. Podemos encontrar los siguientes combustibles.

- **Combustibles sólidos:** Los combustibles sólidos son de muchos tipos diferentes y provienen de diversas fuentes, como celulosa, metales, combustibles fósiles y plásticos. Estos materiales son más propensos a incendiarse[22]
- **Combustibles líquidos:** estos combustibles líquidos provienen del petróleo tienen un punto de inflamación baja, por lo que se queman fácilmente. Los principales combustibles líquidos incluyen gasolina, queroseno, diésel y gasolina para calefacción[23]
- **Combustibles gaseosos:** son gases cuya formación es natural lo que se pueden encender en presencia de oxígeno siendo los principales metano, etano y butano[21]

2.2.3.3. Clasificación de los fuegos

2.2.3.3.1. Clase “A” sólidos

El fuego clase “A” son causados por combustibles sólidos, generalmente son orgánicos como madera, papel, textiles, gomas, etc. Estos incendios pueden ocurrir tanto en tejidos vivos como en bosques[24]. Se distingue mediante su simbología que se muestra a través de la Figura 2.



Figura 2. Fuego Clase "A"[25].

2.2.3.3.2. Clase “B” líquidos

El fuego clase “B” se caracterizan por el uso como combustibles líquidos o sólidos inflamables con puntos de fusión bajos, como gasolinas y queroseno[26]. Se distingue mediante su simbología que se muestra a través de la Figura 3.



Figura 3. Fuego Clase "B"[27].

2.2.3.3.3. Clase "C" eléctricos y electrónicos

El fuego clase "C" son causados por instalaciones o equipos que funcionen por corriente eléctrica como instalaciones de viviendas, equipos electrónicos y estufas bajo inducción[28]. Se distingue mediante su simbología que se muestra a través de la Figura 4.



Figura 4. Fuego Clase "C"[29].

2.2.3.3.4. Clase "D" metales

El fuego clase "D" se origina en combustibles metálicos como magnesio, sodio, titanio o potasio[30]. Se distingue mediante su simbología que se muestra a través de la Figura 5.



Figura 5. Fuego Clase "D"[31].

2.2.3.3.5. Clase "K o F" aceites y grasas de cocina

El fuego clase "K" son causados por el uso de aceites y grasas vegetales en equipos de cocina[32]. Se distingue mediante su simbología que se muestra a través de la Figura 6.



Figura 6. Fuego Clase "k"[33].

2.2.4. Agentes extintores de incendios

Son dispositivos o herramientas utilizados para controlar o extinguir un incendio, se pueden clasificar según los métodos utilizados de extinción[34].

2.2.4.1. Extintores portables

Estos dispositivos están diseñados para extinguir pequeños incendios “conatos” y son fáciles de usar, siendo operados por una sola persona. Su diseño los hace aptos para extinguir distintas clases de incendios según la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de agentes extintores

CLASE DE FUEGO	AGENTES EXTINTORES				
	AGUA	ESPUMA	POLVO PQS	CO ₂	ACETATO DE POTASIO
A	SI Acción de enfriamiento	SI Enfría y sofoca	SI Se funde sobre los elementos	NO No apaga fuegos profundos	SI Absorbe el calor
B	NO Esparce el combustible	SI Sofoca por medio de película de espumógeno	SI Rompe la cadena de combustión	SI Sofoca por desplazar el oxígeno	NO No es específico para este uso
C	NO Conduce la electricidad	NO Conduce la electricidad	SI No es conductor de la electricidad	SI No es conductor eléctrico	NO Conduce la electricidad
D	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso
K	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	NO No es específico para este uso	SI Actúa por saponificación
AGENTE EXTINTOR: SI		NO ES RECOMENDABLE: NO		PELIGRO: NO	

2.2.4.1.1. Extintor de agua

Este extintor de incendios utiliza el método de enfriamiento altamente eficaz para extinguir llamas al absorber su calor. Sin embargo es importante evitar su uso en incendios originados por corriente eléctrica o quipos eléctricos[24]. La clase de fuego donde se aplica el extintor de agua se describe en la Tabla 1.

2.2.4.1.2. Extintor de espuma

Los extintores de espuma utilizan agua y productos químicos como el acetato de potasio para crear espuma. Al dispersarse en el fuego forma una película que sofoca fuegos, aunque no es efectivo en alcohol[35]. La clase de fuego donde se aplica el extintor de espuma se describe en la Tabla 1.

2.2.4.1.3. Extintor de polvo seco “PQS”

Este tipo de extintores son los más populares debido que emplean el polvo seco PQS como agente de extinción. Este polvo, compuesto principalmente por fosfato monoamónico ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), está especialmente licuado y siliconado, lo que permite aislar químicamente el fuego y evitar la reacción en cadena[36]. La clase de fuego donde se aplica el extintor PQS se describe en la Tabla 1.

2.2.4.1.4. Extintor CO_2

Extintor CO_2 contiene dióxido de carbono, un gas no inflamable y no conductor, que cuenta con unas propiedades retardantes de fuego y puede extinguir incendios de manera efectiva[37]. La clase de fuego donde se aplica el extintor CO_2 se describe en la Tabla 1.

2.2.4.1.5. Extintor de acetato de potasio

Estos dispositivos de extinción albergan un solución acuosa con una base de acetato de potasio de pH[38]. La clase de fuego donde se aplica el extintor de acetato de potasio se describe en la Tabla 1.

2.2.4.2. Gabinetes contra incendios

Un gabinete contra incendio es una caja metálica que contiene equipos destinados a auxiliar en situaciones de emergencia, colocados a distancias no mayores de 30 m entre sí. La norma NFPA 14 regula la instalación y el uso de estos dispositivos. Los criterios necesarios para la implementación de gabinetes en un sistema de protección contra incendios se describen

minuciosamente en la norma NFPA 14 y se reflejan en las norma NTC 1669. Esta normativa describe lo procedimientos para integración óptima de los gabinetes con el sistema de protección contra incendios. los gabinetes se clasifican en diferentes tipos, como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Tipos y características de los gabinetes contra incendios "National Fire Protection Association 14"

Gabinete Clase I	Posee una salida de mangueras de 2 ½" pulg y son empleados por individuos calificados en la extinción de incendios, como brigadas adiestradas y el servicio de bomberos.
Gabinete Clase II	Cuenta con una toma para mangueras de 1 ½" pulg y se utiliza como un recurso inicial para emergencias por parte de individuos con habilidades basicas en la contención de incendios .
Gabinete Clase III	Dispone de una conexión para mangueras de 2 ½" y otras de 1 ½" pulg, por lo tanto, se emplea para combatir incendios como para brindar asistencia inicial en situaciones de emergencia. La Figura 7 ilustra lo mencionado sobre el gabinetes de Clase III.

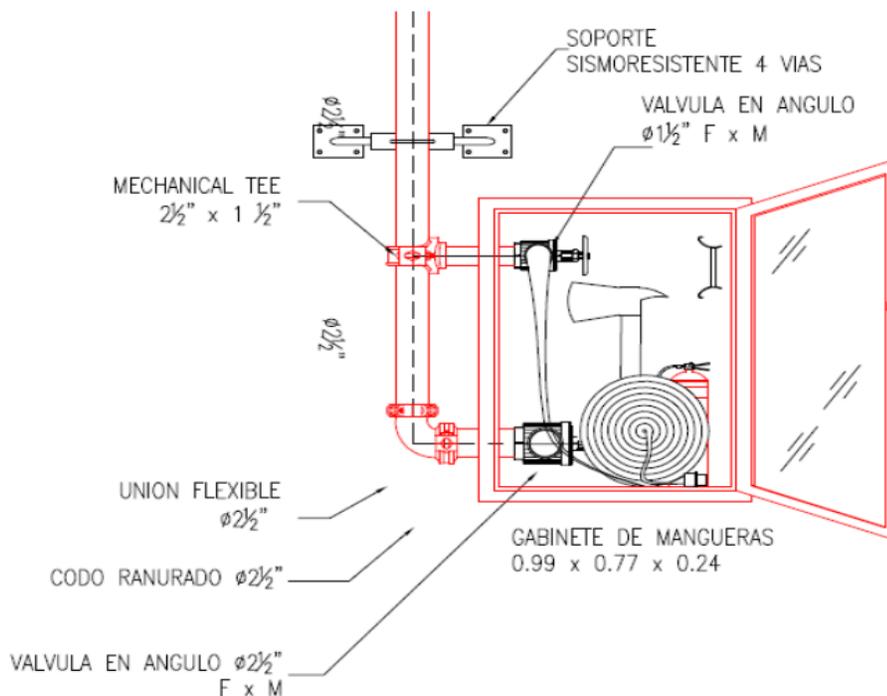


Figura 7. Gabinete Clase III

2.2.4.2.1. Presión mínima y flujo necesario para los gabinetes

Para abordar el estado y la capacidad de los gabinetes, es crucial diferenciar entre diversas categorías de gabinetes, ya que cada sistema posee características particulares, tal como se detalla en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3. Requerimientos técnicos de los gabinetes en sus distintas clases "National Fire Protection Association 14"

Gabinete Clase I	Para este sistema específico, se necesitará un flujo de 500 gpm (1893 L/min), mientras que la presión mínima exigida será de 100 psi la conexión de 2 ½" pulg y de 65 psi para la conexión de 1 ½" pulg.
Gabinete Clase II	Para este sistema en particular, se necesita un flujo mínimo de 100 gpm (379 L/min). La presión mínima requerida será de 65 psi para la conexión de 2 ½" pulg y de 65 psi para la conexión de 1 ½" pulg.
Gabinete Clase III	Para este sistema en articular, se necesita un flujo mínimo 500 gpm (1893 L/min). La presión mínima exigida será de 100 psi para la conexión de 2 1/2" pulg y de 65 psi para conexiones de 1 ½" pulg.

2.2.4.3. Detectores y alarma contra incendios

Los detectores de incendios y las alarmas contra incendios son dispositivos esenciales para la seguridad de cualquier edificio o residencia. Ayudan a detectar incendios temprano, lo que puede dar a las personas tiempo para evacuar de manera segura[40].

2.2.4.3.1. Detectores de incendios

Un detector de incendios es un aparato que identifica la existencia de humo, calor o fuego[41]. Los tipos más comunes de detectores de incendios son:

- **Detectores de humo:** Estos detectores detectan la presencia de humo en el aire. Pueden utilizar tecnología fotoeléctrica o de ionización para identificar el humo[42].
- **Detector de calor:** Estos detectores detectan aumentos de temperatura. Pueden ser detectores de un solo punto, que detectan calor en un punto, o detectores de línea, que detectan calor a lo largo de una línea[43].

- **Detector de llamas:** : Estos detectores detectan la presencia de fuego. Puede ser un detector de infrarrojos, que detecta el calor de una llama, o un detector de ultravioleta, que detecta los rayos ultravioletas emitidos por una llama[44].

2.2.4.3.2. Alarma contra incendios

Los sistemas de alarma contra incendios son dispositivos diseñados para emitir una señal sonora o visual con el fin de notificar a las personas sobre la detección de un incendio[45]. Las alarmas contra incendios pueden ser:

- **Alarmas audibles:** estos dispositivos emiten un ruido intenso con el propósito de notificar a las personas sobre la existencia de un incendios
- **Alarmas visuales:** estos dispositivos emiten una luminiscencia con el fin de notificar a las personas sobre la detección de un incendio
- **Alarmas combinadas:** estos dispositivos emiten un sonido como una iluminación para notificar a las personas sobre la detección de un incendio

2.2.4.3.3. Sistemas de alarma contra incendios

Los sistemas de alarma de incendios son configuraciones que integran detectores de fuego y dispositivos de advertencia de incendios[46]. Estos sistemas pueden ser:

- **Sistemas automático de alerta contra incendios:** Estos dispositivos operan de manera automática y no necesitan estar conectados a una fuente de energía externa
- **Sistemas cableado de alerta contra incendios:** Estos dispositivos están enlazados a una fuente de energía externa y tienen la capacidad de operar incluso en caso de interrupción eléctrica
- **Sistemas de alerta contra incendios sin cable:** Estos dispositivos operan mediante baterías o no requieren estar conectados por cable

2.2.5. Plan de emergencia

Un plan de emergencia es un conjunto de medidas dirigidas a prevenir, atenuar y gestionar situaciones de emergencias. Esto comprende la evaluación de riesgo, la organización y una comunicación eficaz. Se establecen directrices para evacuaciones y resguardos, así como para procedimientos médicos y de primeros auxilios. Además, asegura la disponibilidad de los recursos

y materiales requeridos. Se destaca la importancia de la capacitación regular y ejercicios prácticos para garantizar la preparación de todos los involucrados[47].

El plan de emergencia debe incluir elementos detallados tales como:

- **Importante:** debe dar respuesta inmediata en situaciones de emergencia
- **Adaptabilidad:** debe adaptarse a todas las situaciones posibles
- **Conocimiento:** es muy importante que todos los involucrados conozcan el plan para que sea efectivo
- **Estar capacitado:** es esencial que todos tengan conocimiento y estén capacitados para cumplir con su función dentro del protocolo de contingencia
- **Validado:** el protocolo de contingencia debe ser puesto a prueba mediante ejercicios prácticos para garantizar su efectividad
- **Actualización:** es necesario examinar y adaptar de manera regular los protocolos de contingencia para reflejar las modificaciones sugeridas por la institución

2.2.6. NFPA 704

La normativa en cuestión forma un diamante de materiales peligrosos que detalla los riesgos asociados con los diferentes tipos de materiales, dividiéndolos en cuatro categorías diferentes. Esta representación gráfica, como se muestra en la Figura 8, es necesaria para comprender y comunicar de manera efectiva los peligros potenciales que pueden existir en diversos entornos.



Figura 8. Diamante de materiales peligrosos NFPA 704

2.2.7. Procedimientos de la Evaluación del Factor de Riesgo de Incendios

2.2.7.1. Criterios de evaluación de riesgos de incendio NTP 599

La norma técnica española NTP 599 evalúa el riesgo de incendio y explosión en edificaciones industriales, comerciales y residenciales. Implica identificar, clasificar y evaluar los riesgos, priorizando acciones para prevenir y minimizar su impacto. La atención se centra en sus desencadenantes, peligros, potencial de incendio y daños potenciales. Proporcionar asesoramiento sobre medidas de seguridad como detección, contención, evacuación y formación del personal. En definitiva, se pretende reducir la probabilidad y el impacto de los incendios mediante un enfoque de gestión y prevención de riesgos mediante encuestas como se muestra en el punto 3.3.1.

2.2.7.2. Método de Meseri

Se trata de un método destinado a evaluar aspectos visuales con ponderaciones específicas, utilizando una escala concreta y aplicando cálculos matemáticos. Este método considera tanto los factores que provocan a gravedad el incendio, aumentando su propagación, como aquellos que lo reducen y protegen, limitando así su alcance y sus efectos. Se tiene en cuenta una serie de elementos que pueden incrementar el riesgo de incendio, abarcando tanto aspectos relacionados con las instalaciones en sí (X) como medidas de protección contra dicho riesgo (Y). el procedimiento para seguir se detalla en el siguiente punto 3.3.2.

2.2.8. Normativas Ecuatoriana de la Construcción “NEC-HS-CI”

El Reglamento NEC-HS-IC, también conocido como Norma Ecuatoriana de la Construcción – habitabilidad y Salud - Contra Incendios, constituye una normativa técnica en vigencia en Ecuador que fija criterios mínimos para diseño, montaje, funcionamiento y cuidado de sistemas de protección contra incendios en todas las construcciones, con el propósito de salvaguardar la integridad de las personas frente a situaciones de fuego.

El propósito primordial de este estándar es asegurar la protección de la vida humana en situaciones de incendio mediante la prevención, identificación y extinguir el fuego. Con este fin, se define especificaciones pormenorizadas para los siguientes componentes del sistema de seguridad contra incendios:

- **Protección pasiva:** componentes estructurales que restringen la expansión del fuego, tales como paredes cortafuegos, puertas ignífugas y sistemas de desalojo.

- **Protección activa:** dispositivos que identifican y apagan el fuego, como sensores de humo, alertas de incendios y sistemas de extinción automática.

Las norma NEC-HS-IC es un recurso fundamental para asegurar la protección de las personas en situaciones de incendio. Es mandatorio cumplirla en todos los proyectos de edificación en Ecuador.

2.3.MARCO LEGAL

Cumplir con los tratados internaciones resulta fundamental dentro del marco jurídico de Ecuador. El país se comprometió a respetar sin transgredir su carta magna. Uno de los más relevantes es el Acuerdo de la Comunidad Andina, el cual busca conciliar las políticas económica y sociales para promover el bienestar de la población. La promoción de condiciones laborales óptimas se erige como una prioridad suprema, subrayando la relevancia de la salud y seguridad ocupacional. El convenio andino sobre Seguridad y Salud en el Trabajo establece directrices para que los países miembros desarrollen sistemas de gestión integral y mejoren las condiciones en todos los ambientes laborales, salvaguardando así la integridad física y mental de los trabajadores.

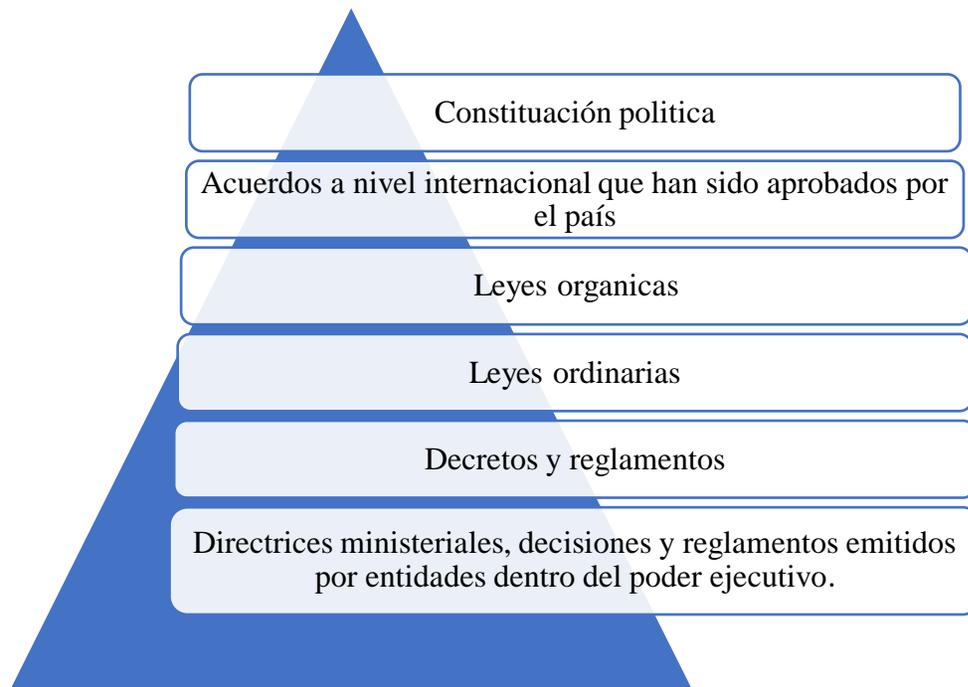


Figura 9. Estructura de propiedades legales en Ecuador

Se han promulgado muchas leyes y regulaciones para identificar, evaluar y reducir riesgos y gestionar situaciones de emergencia. Entre ellos, hay algunas cosas muy importantes como se muestra en la

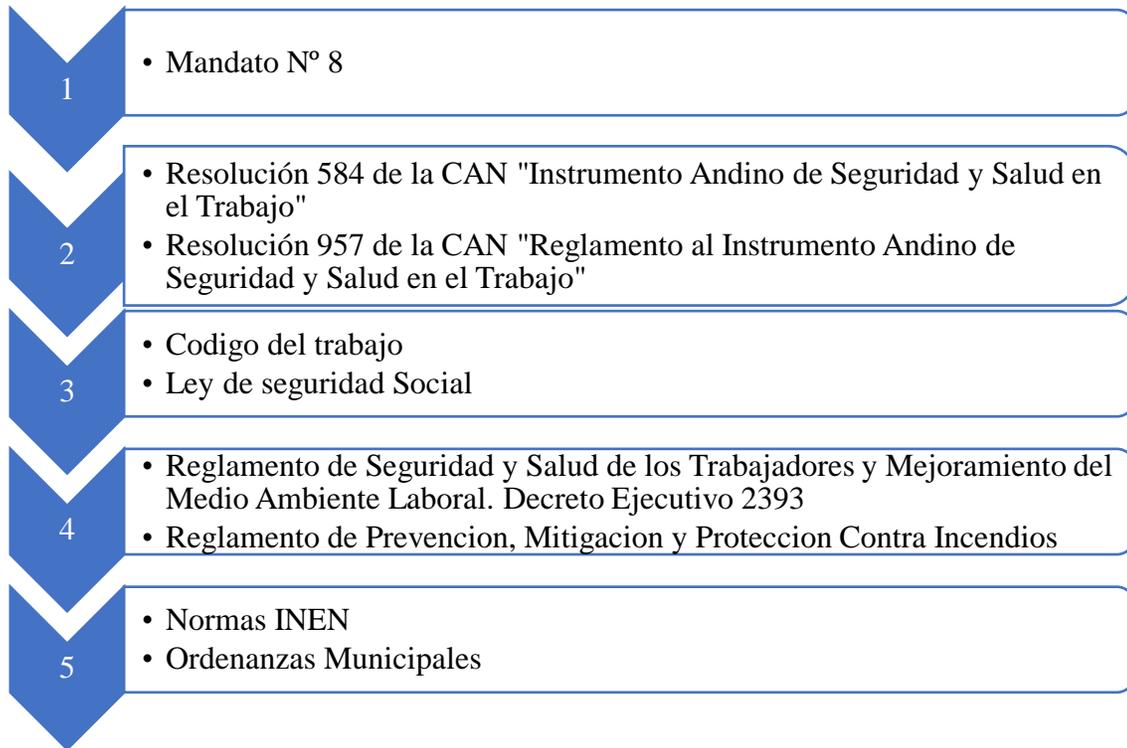


Figura 10. Leyes, reglamentos y normas[48].

2.3.1. Constitución política

La Constitución ecuatoriana garantiza derechos y obligaciones relacionados con la gestión de riesgos y trabajo y producción.

En el capítulo VI, de Trabajo y producción, sección III del Art. 326.- Toda persona tiene derecho a trabajar en condiciones adecuadas que garanticen la protección de su salud, integridad, seguridad, limpieza y calidad de vida en el desempeño de sus funciones oficiales.

En gestión de riesgo del Art. 389.- El estado protegerá a las personas, las comunidades y el medio ambiente de los desastres naturales mediante la prevención, la reducción de riesgos, la recuperación y la mejora para reducir la vulnerabilidad.

En gestión de riesgos del Art. 390.- La gestión de riesgos se basará en la descentralización, otorgando a las organizaciones responsabilidad directa dentro de sus áreas. Las autoridades de

nivel superior brindaran apoyo técnico y financiero según sea necesario sin reemplazar las responsabilidades locales.

2.3.2. Ley de la seguridad Pública

En los órganos ejecutores del Art. 11.- El organismo responsable de la seguridad del estado supervisara y realizara tareas relacionadas con la seguridad, manteniendo el origen, previniendo y gestionando riesgos de acuerdo con los siguientes principios:

De la gestión de riesgos.- evitar, amortiguar y disminuir la vulnerabilidad frente a amenazas, ya sean de origen natural o humano, constituye una tarea que comprende tanto a entidades públicas como privadas en todos los niveles: nacionales, regionales y locales. La dirección de estas acciones recae en el gobierno central a través de la secretaria nacional de Gestión de Riesgos.

2.3.3. Código Orgánico de Ordenamiento territorial, Autonomías y Descentralización (COOTAD)

En ejercicio de la competencia de gestión de riesgos del Art. 140.- La gestión de riesgos, incluyendo la prevención, respuesta, mitigación, recuperación y transferencia, se llevará a cabo de manera coordinada y de acuerdo con las políticas y planes de la autoridad nacional correspondiente, de conformidad con las normas legales y constitucionales, para contrarrestar todo amenazas. , ya sea de origen natural o humano, tiene un impacto en el Estado.

2.3.4. Reglamento de Prevención, mitigación y Protección contra incendios

En el Art. 29.- Todo lugar donde personas trabajen, comercialicen, presten servicios, proporcionen alojamiento, se reúnan, estacionen, manipulen sustancias tóxicas o realicen actividades con riesgo de incendio y explosión, deberá estar equipado con extintores adecuados a las exigencias del material y nivel de peligrosidad[49].

2.3.5. Normas INEN

El Instituto Ecuatoriano de Normalización ha elaborado directrices con el fin de uniformar enfoques de análisis y aplicaciones preventivas y de reducción de riesgos. Asimismo, la empresa ha optado por adoptar normas internacionales y locales que se ajustan de manera óptima a las diversa situaciones laborales, como se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4. Normas referentes a prevención y mitigación de riesgos de incendios

Normativa	Título de la Norma
Normas INEN	NTE INEN 92 Clasificación de los Fuegos. NTE INEN 878 Rótulos y Placas Rectangulares y Cuadradas. Dimensiones
Norma NEC	El Reglamento NEC-HS-IC Norma Ecuatoriana de la Construcción habitabilidad y Salud, Contra Incendios
Normas internacionales adoptadas por el INEN	NTE INEN ISO 3864-1 Símbolos Gráficos Colores de Seguridad y Señales de Seguridad. Parte 1: Principios de Diseño para Señales de Seguridad e Indicaciones de Seguridad. NTE INEN ISO 21542 Construcción de Edificios. Accesibilidad y Usabilidad del Entorno Edificado
Normas internacionales usadas de base para el diseño del sistema contra incendios	NFPA 101 Código de Seguridad Humana NFPA 10 Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios NFPA 14 Instalación de tuberías verticales NFPA 20 Bombas estacionarias contra incendios

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ENFOQUE

Este estudio emplea una metodología combinada, lo que involucró la adquisición de datos mediante mediciones, utilizando procedimientos normalizados. Para Terjamanco S.A., fue necesario recopilar datos que facilitarían la evaluación de los riesgos y peligros de incendios en cada área laboral de la empresa. A continuación, se describe la metodología empleada en la investigación.

3.1.1. Tipo de investigación

3.1.1.1. Investigación Documental

Este proyecto consiste en una investigación documental ya que ha recopilado información de la empresa y documentos de fuentes confiables como artículos científicos, tesis de grado, normativas vigentes y sitios web relevantes. Además también se utilizaron recursos como cursos de diseño de sistemas contra incendios, videos relacionados a evaluaciones de riesgos de incendios y diversos trabajos relacionados al tema.

3.1.1.2. Investigación de Campo

Se realizó una investigación de campo en la sede principal de Terjamanco S.A., recolectando información esencial de manera directa en todas las áreas de la empresa. Este procedimiento permitió obtener datos fundamentales que ayudaron a evaluar la situación actual de la empresa en términos de la posibilidad de riesgos de incendios, permitiendo así el diseño apropiado de un sistema contra incendios acorde a las necesidades de la empresa.

3.1.2. Método de Investigación

3.1.2.1. Método deductivo

Al emplear el método deductivo, pudieron realizar observaciones detalladas que permitieron recopilar datos sobre las actividades en todas las áreas de trabajo. Esta metodología condujo a la identificación de posibles vulnerabilidades que podrían desencadenar incendios. Posteriormente, se desarrolló un sistema contra incendios adaptado a las necesidades específicas de Terjamanco S.A.

3.1.2.2. Método inductivo

Para abordar la problemática de la prevención de incendios, luego de un minucioso diagnóstico en todas las áreas que integran la empresa, se empleó un enfoque inductivo. Esta evaluación comprende la recolección de datos detallados acerca de las potenciales causas de incendio y una exhaustiva evaluación del nivel de riesgo en cada área laboral. Con base en esta información, se diseñó un sistema contra incendios conforme a la normativa actual. Este sistema ha sido concebido específicamente para asegurar una respuesta inmediata y eficaz ante cualquier eventualidad de este tipo, proporcionando así un nivel adicional de seguridad a la empresa.

3.1.3. Técnica de investigación

3.1.3.1. Recolección de información

Se utilizó la técnica de observación para recopilar datos importantes y necesarios para la elaboración del presente proyecto, lo que permitió obtener información más precisa en un menor lapso.

3.1.3.2. Lista de verificación

Se elaboró una lista de verificación de acuerdo con las características de la empresa utilizando los formatos de la norma NTP 599 y método Meseri lo cual se aplicaron en todas las áreas que abarca la compañía Terjamanco S.A. Esto facilitó la identificación de los niveles de riesgos y la posibilidad de que ocurra un incendio.

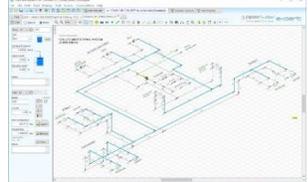
3.1.3.3. Prosamiento y análisis de datos

Se llevó a cabo un estudio minucioso del entorno empresarial mediante una inspección directa de todas las áreas que engloban la empresa. Los datos obtenidos fueron cotejados utilizando técnicas particulares para establecer el grado de riesgo, y su análisis se realizó en concordancia con el marco teórico correspondiente, garantizando de esta manera la pertinencia y el significado de los resultados alcanzados.

3.2. INSTRUMENTOS

La Tabla 5 exhibe los materiales empleados en la ejecución del proyecto actual.

Tabla 5. Materiales

Materiales	Utilidad	Imagen
Cinta métrica	Este instrumento nos permite llevar a cabo la mediación en cada área de trabajo.	
Matriz NTP 599 y Meseri	Evalúa el riesgo de incendio en la empresa considerando varios factores mediante este método	
Software AutoCAD	Un software que facilita la creación y diseño de sistemas contra incendios	
Software PipeFlowExpert	Este software facilita el diseño y cálculo de la presión y pérdida de caudal	

3.3. OPTIMIZACIÓN DE TÉCNICAS UTILITARIAS

3.3.1. NTP 599: Evaluación del riesgo de incendio: criterio

Tabla 6. Norma NTP 599 Factor de incendio

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO MEDIANTE LA NORMA NTP 599			
Factores de incendio			
Factor		NO cumple	SI cumple
1	Hay materiales combustibles en estado sólido (como papel, madera plástico, entre otros) que debido a su composición o estructura pueden encenderse con facilidad		
2	Se encuentran materiales combustibles sólidos en cercanías de potencial fuentes de ignición (tales como estufas, hornos, etc.) o almacenados sobre estas (como polvos o virutas, cuadros eléctricos, etc.)		
3	Se emplean sustancias combustibles (con punto de inflamación por debajo de los 55°C)		
4	El almacenaje de sustancias inflamables se lleva a cabo en el espacio de labor en volúmenes considerables, superando las exigencias cotidianas		
5	Los articulo combustibles están guardados en envases descubiertos o destapados		
6	No se encuentran disponibles contenedores seguros para almacenar estos artículos		
7	En el espacio laboral, no se encuentran armarios seguros destinados al resguardo de dichos artículos		
8	La eficiencia de la ventilación no está asegurada al utilizar dichos productos		
9	No se realizan inspecciones ni mantenimiento regular de las instalaciones destinadas al uso o almacenamiento de dichos productos		
10	Los artículos combustibles no están completamente identificados y señalizados de manera adecuada, o se pierde esta información al transferirse del contenedor original a otro recipiente para su utilización		
11	No se cuenta con un programa para gestionar y suprimir los desechos derivados de productos que sean combustibles o inflamables		
12	El establecimiento presenta una evidente aspecto de desorganización y carencia de higiene		
13	En la zona se realiza actividades de tabaquismos		
14	Hay otros puntos de partida no regulados (como hornos, cocinas, roces mecánicos, entre otros)		
15	Las áreas donde se emplean o resguardan combustibles o sustancias inflamables no se encuentran segregadas de regiones donde se llevan a cabo actividades riesgosas (soldaduras, corte con oxígeno, desbaste, etc.)		
16	No se cuentan con protocolos laborales para llevar a cabo de manera adecuada actividades riesgosas		

Tabla 7. Norma NTP 599 Factor de propagación

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO MEDIANTE LA NORMA NTP 599		 Terjamanco s.a.	
Factores de propagación			
Factor		NO cumple	SI cumple
1	La resistencia al calor requerido para los componentes estructurales principales es insuficiente		
Un incendio en la dependencia se propagaría fácilmente al resto de la planta o edificación por:			
2	Las áreas de riesgo elevado para la ocurrencia de fuegos no forman parte del sector propenso a incendios		
3	Las estructuras divisorias (muros, tabiques, etc.) no satisfacen los requisitos de RF		
4	Las aperturas horizontales (puertas, ventanas, etc.) no satisfacen los requerimientos de RF		
5	Los techos falsos no están divididos por sectores		
6	Los conductos de aire acondicionado no cuentan con seccionadores automáticos		
7	Los conductos destinados a instalaciones no están correctamente sellados en la zona de los forjados		
8	Los espacios de ascensores, montacargas o escaleras no están divididos por zonas		
9	Hay otras formas de diseminación disponibles		
10	No se disponen de sistemas de supervisión para la evacuación de humo y calor		

Tabla 8. Norma NTP 599 Evacuación

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO MEDIANTE LA NORMA NTP 599		 Terjamanco s.a.	
Evacuación			
Factor		NO cumple	SI cumple
1	El recuento, las medidas y la disposición de las salidas de emergencia ni cumplen con lo estipulado en la normativa pertinente		
2	La señalización de las vías de evacuación es insuficiente o inadecuada, ya sea por falta de señales claras o porque estas no aseguran la transmisión continuas de la información hasta llegar a áreas exteriores o zonas de seguridad		
3	No hay disponibilidad de sistema de iluminación de emergencia, o el está presente no asegura una iluminación continua hasta llegar al exterior o a una área segura		
4	Las rutas de escape no están exentas de los efectos del fuego y del humo		
5	No se dispone de un plan de evacuación formal		
6	En caso de que exista, no todos los empleados del centro tienen conocimientos de ellos y/ no se llevan a cabo ejercicios de simulación de manera regular para la práctica y manejo de este aspecto		
7	No se cuenta con sistema de alarma ni megáfonos para la comunicación en situaciones de emergencia		

Tabla 9. Norma NTP 599 Medios de lucha contra incendios

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO MEDIANTE LA NORMA NTP 599			
Medios de lucha contra incendios			
Factor		NO Cumple	SI cumple
1	En la institución no se asegura la pronta identificación de un fuego, ya sea a través de personal o por medio de un sistema automatizado de detección		
2	Se requiere y no se cuenta con interruptores manuales de alarma contra incendios		
3	No hay un mecanismo de alerta establecido o no se asegura la transmisión oportuna y confiable de la misma		
4	Se requiere y no se cuentan con bocas de incendios equipadas o estas no abarcan todas la extensión de la instalación		
5	No se cuenta con la cantidad suficiente de extintores móviles que contengan la substancia extintora idónea para hacer frente al tipo de incendio anticipado		
6	Los extintores previos, aunque aún presentes, no están adecuadamente distribuidos, no reciben una inspección anual apropiada o no han sido revalidados		
7	Se requiere y no se hallan dispositivos automáticos de extinción		
8	Se necesitan y no encuentran bocas de incendio exteriores		
9	La disponibilidad del abastecimiento de agua para fines de extinción está garantizada		
10	La ubicación de los equipos de combate contra incendios no es fácilmente identificable		
11	Las medidas de seguridad contra fuego no reciben el manteniendo adecuado		
12	No cuenta con un Plan de Contingencia que coordine y establezca las medidas a seguir (responsabilidad de la acción, recurso necesario, procedimientos a seguir, protocolos a evitar, métodos adecuados), ante la eventualidad de un incendio en las instalaciones		
13	En la institución no se cuenta con personal capacitado y entrenado en el uso de los equipos de extinción (individuos que regularmente participen en ejercicios prácticos con fuego real el manejo de mangueras y/o extintores)		
14	El inmueble presenta dificultades de acceso para los bomberos especializados y otros servicios de emergencia externos		

3.3.2. Método Meseri

3.3.2.1. Ecuación Método Meseri

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{30} + BCI \quad (1)$$

Se definen los siguientes términos:

- **P:** Riesgo Ponderado.
- **X:** Factores inherentes a las instalaciones.
- **Y:** Factores de protección.
- **BCI:** Brigada contra Incendios

En caso no contar con brigadas contra incendios no agrega ningún valor adicional.

La evaluación del riesgo de incendios se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10. Clasificación de los riesgos método Meseri.

$P < 3$	Muy malo
$P = 3 \text{ a } 5$	Malo
$P = 5 \text{ a } 8$	Bueno
$P > 8$	Muy bueno

Tabla 11. Parámetros de calificación método Meseri

Valor de P	Clasificación
0 a 2	Muy malo
2,1 a 4	Malo
4,1 a 6	Medio
6,1 a 8	Bueno
8,1 a 10	Muy bueno

Tabla 12. Parámetros de evaluación método Meseri

Selección	Valor de P
Riesgo aceptable	$P > 5$
Riesgo no aceptable	$P < 5$

3.3.2.2. Listas de verificación Método Meseri

Tabla 13. Evaluación de riesgos contra incendio método Meseri

EVALUACIÓN DE RIESGO CONTRA INCENDIO METODO MESERI				
Empresa:	Terjamanco S.A	Fecha:		
Ubicación:				
FACTORES PROPIOS DEL EDIFICIO				
CONSTRUCCIÓN				
Concepto			Coeficiente	Puntos
N° de pisos	Altura			
1 o 2	Menor de 6m		3	
3, 4 o 5	Entre 6m y 15m		2	
6, 7, 8 o 9	Entre 15m y 27m		1	
10 o más	Más de 30m		0	
Superficie mayor sector de incendio			Coeficiente	puntos
<i>de 0 a 500m²</i>			5	
<i>de 501 a 1500m²</i>			4	
<i>de 1501 a 2500m²</i>			3	
<i>de 2501 a 3500m²</i>			2	
<i>de 3501 a 4500m²</i>			1	
<i>más de 4500m²</i>			0	
Resistencia al fuego			Coeficiente	puntos
Alto (hormigón, obra)			10	
Medio (metálica protegida, madera gruesa)			5	
Bajo (metálica sin proteger, madera fina)			0	
Falso techo			Coeficiente	puntos
Sin falso techo			5	
Con falso techo incombustible			3	
Con falso techo combustible			0	
FACTORES DE SITUACIÓN				
Distancia de los bomberos			Coeficiente	puntos
Distancia	Tiempo			
Menor de 5 km	< 5 minutos		10	
Entre 5 y 10 km	Entre 5 y 10 minutos		8	
Entre 10 y 15 km	Entre 10 y 15 minutos		6	
Entre 15 y 20 km	Entre 15 y 25 minutos		2	
Más de 20 km	> 25 minutos		0	
Accesibilidad del edificio			Coeficiente	puntos
Bueno			5	
Medio			3	
Mala			1	

Muy mala	0		
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD			
Peligro de activación	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		
Alto	0		
Carga térmica	Coeficiente		puntos
Baja ($Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$)	10		
Media ($100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$)	5		
Alto ($Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$)	0		
Combustibilidad	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		
Alto	0		
Orden, limpieza y mantenimiento	Coeficiente		puntos
Bajo	0		
Medio	5		
Alto	10		
Almacenamiento en altura	Coeficiente		puntos
Menor a 2 metros	3		
Entre 2 y 4 metros	2		
Más de 6 metros	0		
FACTOR DE CONCENTRACIÓN			
Factor de concentración de valores	Coeficiente		puntos
Menor de $1000 \text{ \$/m}^2$	3		
Entre 1000 y $2500 \text{ \$/m}^2$	2		
Mayor $2500 \text{ \$/m}^2$	0		
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN			
Por calor	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		
Alto	0		
Por humo	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		
Alto	0		
Por corrosión	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		
Alto	0		
Por agua	Coeficiente		puntos
Bajo	10		

Medio	5			
Alto	0			
FACTOR DE PROPAGACIÓN				
Vertical	Coeficiente		puntos	
Bajo	5			
Medio	3			
Alto	0			
Horizontal	Coeficiente		puntos	
Bajo	5			
Medio	3			
Alto	0			
SUBTOTAL DE (X)				
FACTOR DE PROTECCIÓN				
Instalaciones de equipos	Vigilancia humana			Puntos
	Sin		Con	
Detección automática	Sin CRA 0	Con CRA 2	Sin CRA 3 Con CRA 4	
Rociadores automáticos	Sin CRA 5	Sin CRA 6	Sin CRA 7 Sin CRA 8	
Extintores portables				
Bocas de incendio (BIE)				
Hidratantes exteriores				
Organización			Puntos	
Equipos de primera intervención (EPI)				
Equipos de segunda intervención (ESI)				
Plan de autoprotección y emergencias				
Subtotal (Y)				

3.3.3. Fórmula de Hazen-Williams

Esta fórmula nos ayuda a calcular las pérdidas por fricción, es decir, la fricción que se produce entre el fluido en movimiento y la pared interior de la tubería, lo que provoca una caída de presión en el flujo.

$$p_f = \frac{4,52Q^{1,85}}{C^{1,85}d^{4,87}} * L \quad (2)$$

Donde:

p_f = resistencia friccional (psi)

L = longitud pie.

C = coeficiente de rugosidad (adimensional)

D = Diámetro interno pulg

Q = caudal gpm

3.3.4. Pérdida de presión por reducción de accesorios

Se emplea la siguiente fórmula para calcular la pérdida de presión al utilizar accesorios de reducción.

$$h_l = k \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

Donde:

h_l = pérdida de carga localizada

k = coeficiente determinado en forma empírica para cada tipo puntual

v = velocidad media del agua, antes o después de punto singular m/s

g = gravedad

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa Terjamanco S.A fue fundada en 1990 por un total de 54 socios. Tiene su sede en la parroquia de Papallacta, cantón Quijos, provincia de Napo. Es reconocida por proporcionar servicios de esparcimiento, relajación y entretenimiento, y su clientela principal incluye instituciones educativas, turistas en general, empresas turísticas y clientes extranjeros. En la actualidad, la empresa cuenta con un equipo de 20 trabajadores con contrato asegurado y 10 contratados en diversas áreas de trabajo.

4.1.1. Localización de la empresa

Terjamanco S.A se encuentra ubicada en Papallacta vía Interoceánica Km3, junto a la laguna de Papallacta, cantón Quijos, provincia de Napo.

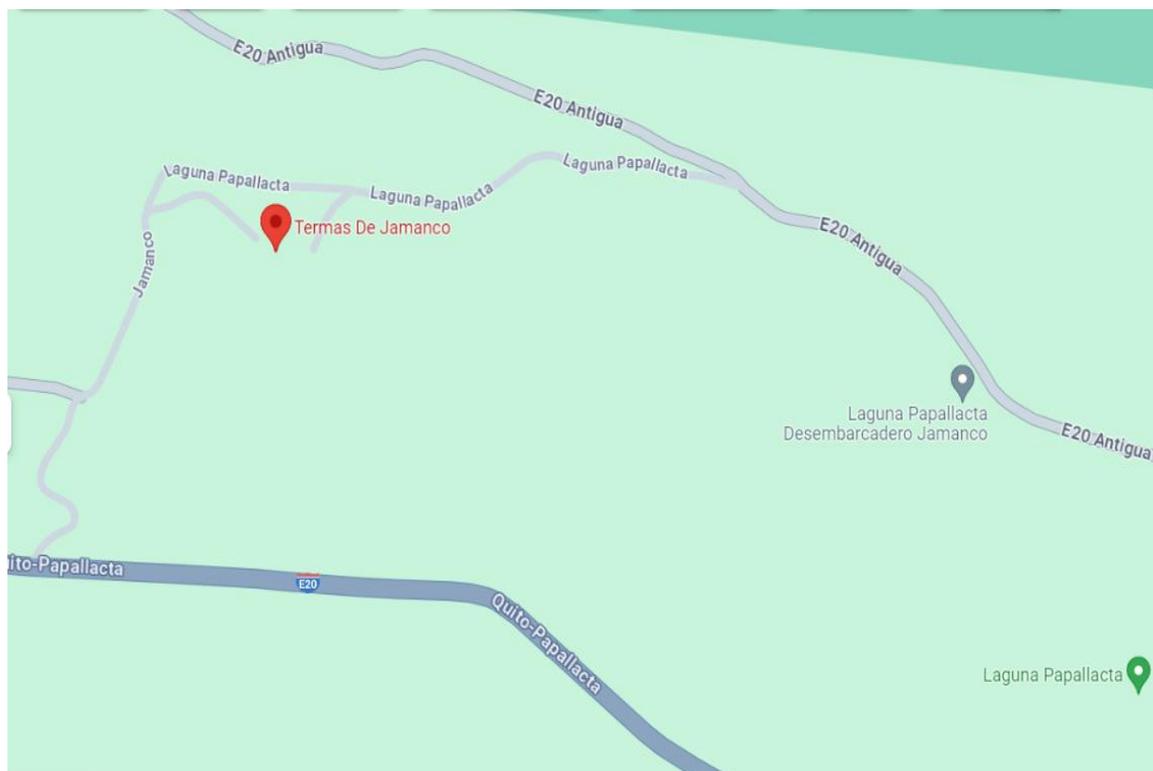


Figura 11. Localización geográfica de Terjamanco S.A

4.1.2. Sector y actividad económica

Tabla 14. Datos generales de la empresa

Nombre de la empresa: Terjamanco S.A	Logotipo:	
Representante:	Sr. Juan González	
Tamaño:	Pequeña Empresa	
Tipo:	Atención al Cliente	
Número de trabajadores:	20 trabajadores de contrato y 10 de nomina	
Dirección:	Vía Interoceánica Km3, junto a la laguna de Papallacta	
Parroquia:	Papallacta	
Cantón:	Quijos	
Provincia:	Napo	
Zona:	2	
Teléfono celular:	0981385981	
Correo electrónico:	termalesjamanca@gmail.com	

4.1.3. Misión

Ofrecer al turista nacional y extranjero relajación, salud y recreación en un ambiente natural a través de los distintos servicios existente[50].

4.1.4. Visión

Convertirse en el mejor complejo turístico de la región integrado con servicios de spa, rehabilitación y relajación a mediano plazo, satisfaciendo la demanda de los turistas nacionales y extranjeros que visitan el lugar[50].

4.1.5. Estructura organizacional

A continuación, en la Figura 12, se muestra la estructura organizacional de la empresa Terjamanco S.A.

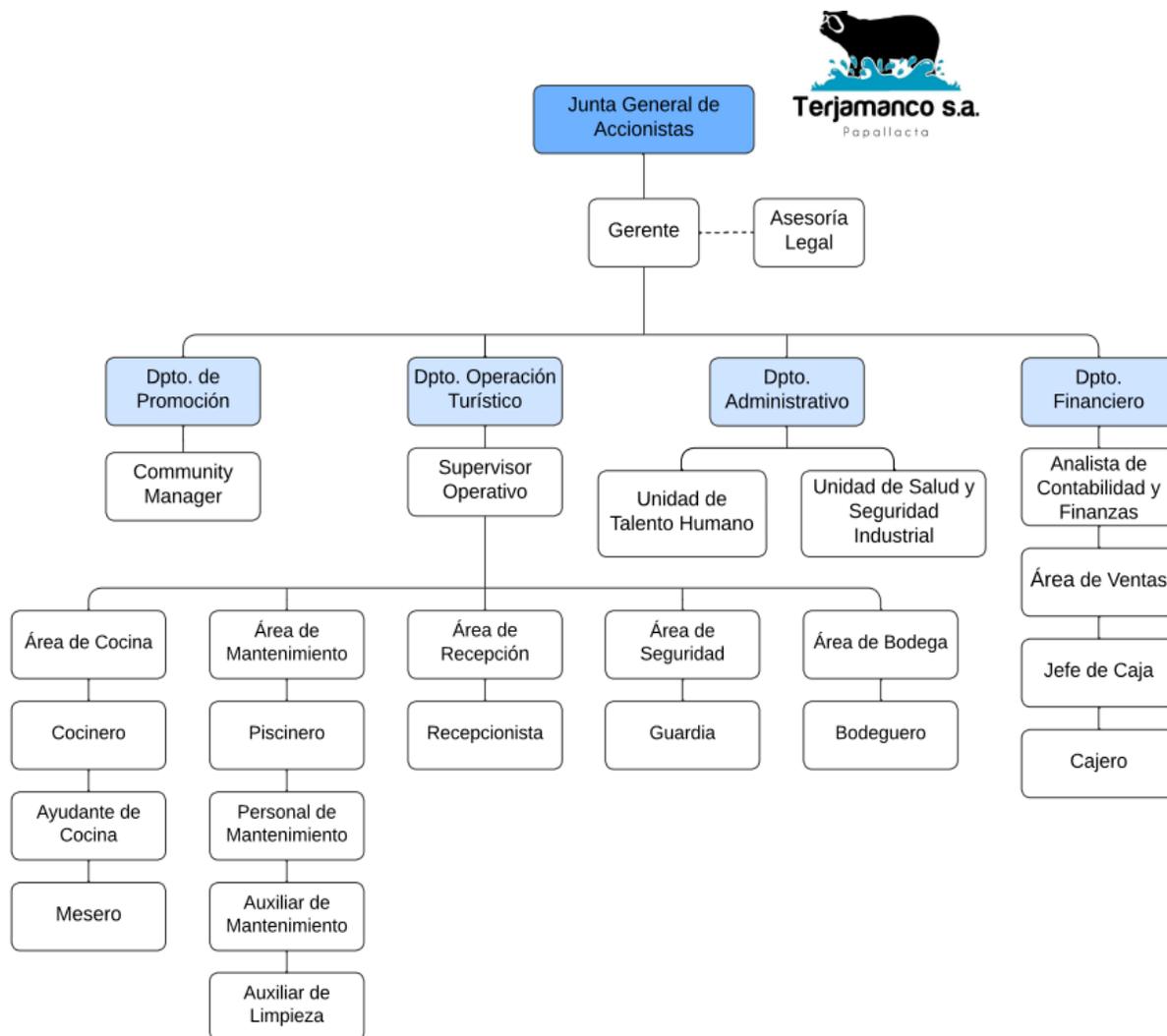


Figura 12. Estructura organizacional de Terjamanco S.A.

4.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Se llevo a cabo una inspección conforme al art. 114 del “Reglamento de Prevención, mitigación y Protección contra Incendios”[49], con el propósito de evaluar la situación actual de Terjamanco S.A. según dicho por el art. 114, todos los edificios de uso públicos y lugares designados para reuniones deben incluir dispositivos de alerta, extintores y medios de protección contra incendios, así como también, en caso necesario, fuentes alternativas de energía, sistemas de ventilación y equipos adecuados para la prevención y el combate de incendios.

Tabla 15. Reglamento de prevención contra incendios

“REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS”[49]					
Lugar	Terjamanco S.A., sede principal	Fecha	21/12/2023		
N°	Aspectos de evaluación	Cumple		Observaciones	
		SI	NO		
1	Ofrecer medidas de construcción para generar la fortaleza requerida contra la explosión del fuego y reducir los peligros tanto para las personas como para la estructura.	X		N/O	
2	Cada estructura contará con al menos una entrada habilitada para vehículos en caso de emergencia, ubicada a una distancia máxima de (8) metros del edificio y libre de obstrucciones.	X		N/O	
3	Todas las salidas de emergencia deben encontrarse accesibles, de modo que sean fácilmente detectables y reconocibles por todos los habitantes del edificio que tengan la capacidad física y mental necesaria, permitiéndoles ubicarse rápidamente la ruta de evacuación desde cualquier punto para escapar.		X	La señalización de las salidas existentes en la empresa se encuentra presente, aunque su visibilidad se limita al 60%.	
4	Todos los sitios de empleo, negocios, prestaciones de servicios, hospedaje, reunión social, aparcamientos, manufactura, transporte, instituciones educativas gubernamentales y privadas, centro médicos, almacenaje, distribución de combustibles y sustancias químicas, así como cualquier otra actividad potencialmente riesgosa, representan una amenaza de incendio. Por lo tanto, es imperativo que cuente con extintores de incendios apropiados, diseñados específicamente para los materiales y los riesgos particulares asociados.		X	En las áreas de trabajo, se encuentran extintores portátiles; sin embargo, es necesario destacar que no siempre son los más apropiados para las especificidades de cada zona.	
5	Se instalarán dispositivos extintores de fuego conforme a la regulación vigente, la cual es obligatorio para todos los propósitos y para determinar la cantidad necesaria de extintores que deben ser implementados. Se excluirán aquellos que sean parte de las bocas de incendios equipadas (BIE).		X	La empresa actualmente dispone de extintores que no cumplen con la normativa vigente y resultan insuficientes.	

6	La red de suministro de agua contra incendios estará provista de una desviación que se dirigirá hacia la fachada principal del inmueble o hacia un punto accesible para los vehículos de bomberos, concluyendo en un hidrante de doble salida hembra (con anillos giratorios) o siamesa en bronce bruñido con rosca NST. Este estará posicionado a una altura mínima de (90 cm) desde el suelo hasta el eje de la siamesa. Ambas salidas tendrán un diámetro de 2 ½ pulg (63.5 mm) y la desviación será de hierro galvanizado, manteniendo el mismo diámetro que la tubería principal.		X	La empresa acrece de un sistema hídrico de prevención de incendios.
7	La presión mínima de descarga (pitón) necesaria en el punto más crítico de la instalación de protección contra incendios para vivienda deberá ser de 3,5 (kg/cm^2) (50 psi) y para industrias 5 (kg/cm^2) (70 psi). Este criterio puede alcanzarse mediante la implementación de un sistema suplementario de presurización. Este último debe estar equipado con una fuente de energía autónoma independiente de la red pública estándar, para lo cual se deberá instalar un sistema de transferencia automática y manual.		X	La empresa acrece de un sistema hídrico de prevención de incendios.
8	Las cañerías deben satisfacer los estándares de la ASTM y pueden estar fabricadas en hierro, acero o cobre sin soldadura. Es imprescindible que puedan soportar una presión máxima de 12 kg/cm^2 (170 psi) y tener un diámetro que oscile entre 2 y 6 pulg (en la red principal). De igual manera, todos los componentes accesorios deben cumplir con las normativas establecidas por la ASTM.		X	La empresa acrece de un sistema hídrico de prevención de incendios.
9	En los edificios donde necesite un sistema fijo de agua para combatir incendios, es necesario garantizar un flujo y una presión adecuada, incluso en situaciones donde se interrumpa el suministro eléctrico o de agua municipal por al menos una hora. La cantidad de agua reservada para emergencias contra incendios será calculada por el especialista a cargo del diseño, teniendo en cuenta un volumen mínimo de 13 m^3		X	N/o
10	Las pautas técnicas para la ubicación de la reserva de agua y la determinación del tamaño del equipo de presurización se establecerán mediante el cálculo hídrico correspondiente para la prevención de incendios, el cual será evaluado y autorizado por las autoridades pertinentes en el área respectiva.		X	N/O

11	Panel central, suministro eléctrico principal, dispositivos de detección de humo, alarmas de activación manual, emisores de sonido, plataforma de comunicación y señalización de alarma tanto auditiva como visual.		X	N/O
12	Los proyectos de cualquier naturaleza constructiva deben incorporar un sistema de instalaciones eléctricas adecuado, el cual deberá cumplir con lo estipulado, el cual deberá cumplir con lo estipulado en el art. 45 de la Ley de Prevención y Control de Incendios, el Código de Electricidad de Ecuador y las regulaciones establecidas por las normas relacionadas con la protección contra incendios en instalaciones eléctricas.		X	Las instalaciones eléctricas de la empresa no cumplen con las normativas INEN, lo cual podrían derivarse a una sobre carga eléctrica.
13	Es necesario que cualquier sistema de alerta y detección de incendios se encuentre instalado de acuerdo con los requisitos establecidos en las regulaciones de NFPA 70 y 72.		X	La empresa cuenta con detectores de humo que se encuentran no activos
14	Los edificios destinados a este propósito que utilicen una estructura de metal deben incluir un sistema de protección contra descargas atmosféricas (pararrayos). Así mismo, es necesario asegurar un grado de resistencia al fuego RF-120 y proporcionar documentación que certifique la soldadura conforme a la regulación AWS D1.1.		X	La construcción del nuevo hotel utiliza una estructura metálica que carece de protección contra rayos.
15	Las edificaciones de un solo nivel estarán construidas con materiales resistentes al fuego y contarán con muros cortafuego en sus límites, con el fin de prevenir la propagación del fuego de un área a otra y asegurar un tiempo de resistencia al fuego de 120 minutos.	X		Las estructuras de las edificaciones de un solo nivel se caracterizan por sus robustas paredes construidas de resistente concreto.
16	Cualquier lugar laboral susceptible a un posible fuego deberá contar con sistemas automáticos para la detección, aviso y extinción de incendios, garantizando su operatividad incluso en ausencia de personal o suministro eléctrico.		X	N/O

En la Tabla 15 se detallan los 16 ítems requeridos por el “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios”[49]. De estos, 13 ítems no cumplen, representando un porcentaje de incumplimiento del 81.25%, mientras que 3 ítems cumplen, alcanzando un 18.75%

de cumplimiento. Se sugiere realizar mejoras con el objetivo de cumplir con la mayoría de los ítems.

4.2.1. Metodología de evaluación del riesgo de incendios

La metodología aplicada en Terjamanco S.A. se ejecuta con precisión en cada una de sus áreas. En primera instancia, la recopilación de datos se inicia mediante la observación y el uso de la lista de control de acuerdo con la normativa NTP 599. Esta regulación fue implementada en la empresa con el fin de realizar un análisis exhaustivo y obtener una evaluación preliminar de los riesgos de incendio. El dispositivo utilizado identifica aspectos fundamentales como la programación, evolución y los métodos de extinción de incendios.

Con el propósito de garantizar la cobertura de la inspección en todas las secciones de la empresa, se realizaron numerosas visitas con el fin de evaluar la situación inicial respecto a los riesgos de incendios.

Por último, se procede a realizar la valoración del riesgo de fuego empleado el enfoque Meseri, principalmente utilizando el formulario diseñado por Mapfer.

4.2.1.1. Lista de verificación para la evaluación del riesgo de incendio mediante la norma NTP 599

Se adopta la metodología completa de valoración de riesgo de fuego, siguiendo las directrices establecidas por el Instituto Nacional de Seguridad Laboral, conforme se detalla en la Norma Técnica de Prevención NTP 599.

La lista de control que se fundamenta en las directrices de la nota técnica de prevención NTP 599 y se utiliza de forma general en Terjamanco S.A. su objetivo es llevar a cabo una evaluación inicial de la probabilidad de incendio, lo cual justifica la necesidad de realizar un examen más exhaustivo de dicho riesgo.

Esta lista de control aborda aspectos fundamentales, contemplado elementos iniciales, aspectos de difusión, procedimientos de evacuación y estrategias de combate. Su propósito es verificar la adhesión las medidas de seguridad y detectar posibles riesgos que puedan desencadenar un incendio.

Figura 13. Estepas de optimización y análisis de datos

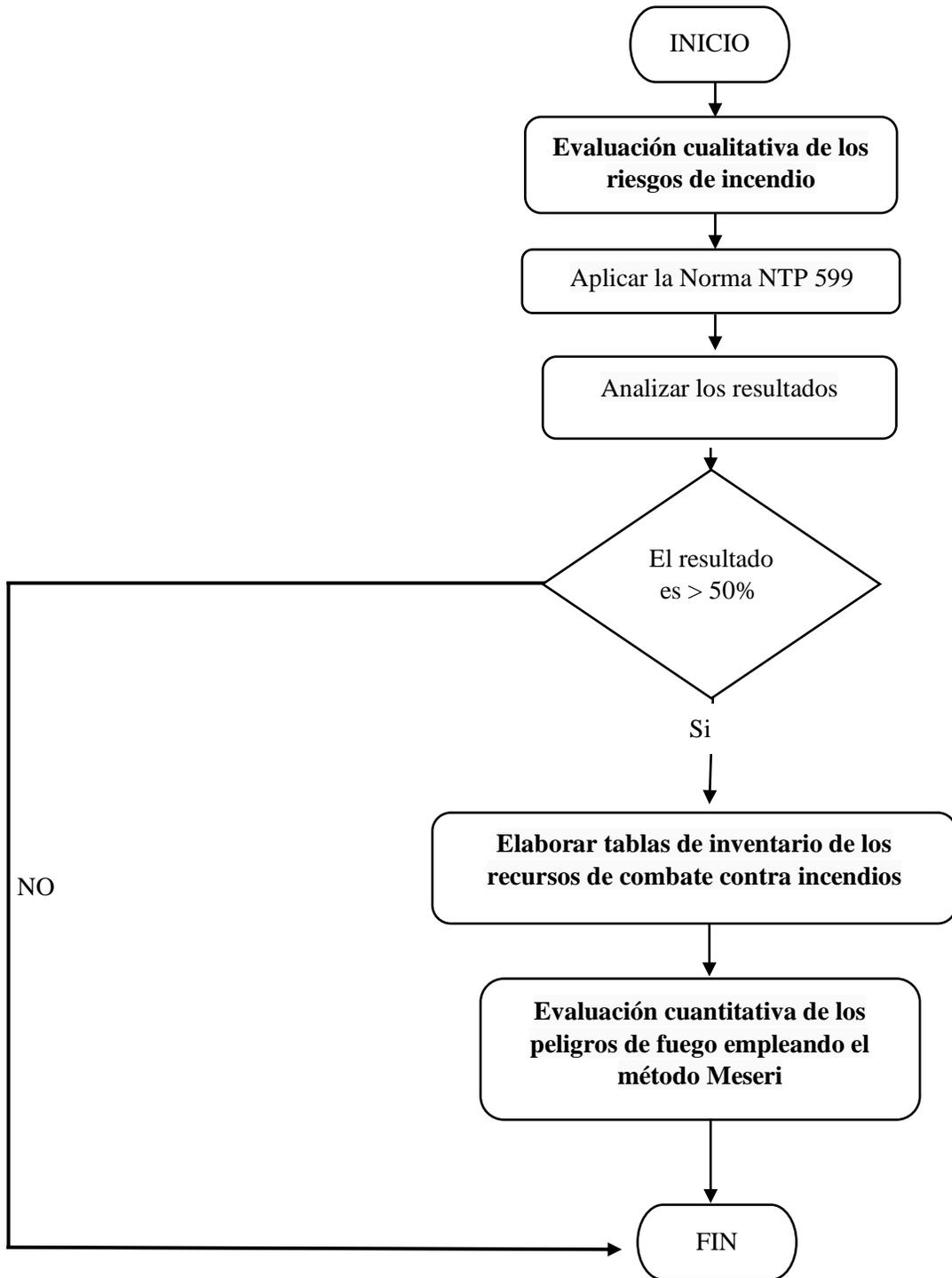


Tabla 16. Norma NTP 599 Factor de incendio realizada

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO MEDIANTE LA NORMA NTP 599			
Factores de incendio			
Factor		NO cumple	SI cumple
1	Hay materiales combustibles en estado sólido (como papel, madera plástica, entre otros) que debido a su composición o estructura pueden encenderse con facilidad	X	
2	Se encuentran materiales combustibles sólidos en cercanías de potencial fuentes de ignición (tales como estufas, hornos, etc.) o almacenados sobre estas (como polvos o virutas, cuadros eléctricos, etc.)	X	
3	Se emplean sustancias combustibles (con punto de inflamación por debajo de los 55°C)	X	
4	El almacenaje de sustancias inflamables se lleva a cabo en el espacio de labor en volúmenes considerables, superando las exigencias cotidianas	X	
5	Los articulo combustibles están guardados en envases descubiertos o destapados		X
6	No se encuentran disponibles contenedores seguros para almacenar estos artículos	X	
7	En el espacio laboral, no se encuentran armarios seguros destinados al resguardo de dichos artículos	X	
8	La eficiencia de la ventilación no está asegurada al utilizar dichos productos	X	
9	No se realizan inspecciones ni mantenimiento regular de las instalaciones destinadas al uso o almacenamiento de dichos productos	X	
10	Los artículos combustibles no están completamente identificados y señalizados de manera adecuada, o se pierde esta información al transferirse del contenedor original a otro recipiente para su utilización		X
11	No se cuenta con un programa para gestionar y suprimir los desechos derivados de productos que sean combustibles o inflamables	X	
12	El establecimiento presenta una evidente aspecto de desorganización y carencia de higiene	X	
13	En la zona se realiza actividades de tabaquismos		X
14	Hay otros puntos de partida no regulados (como hornos, cocinas, roces mecánicos, entre otros)		X
15	Las áreas donde se emplean o resguardan combustibles o sustancias inflamables no se encuentran segregadas de regiones donde se llevan a cabo actividades riesgosas (soldaduras, corte con oxígeno, desbaste, etc.)		X
16	No se cuentan con protocolos laborales para llevar a cabo de manera adecuada actividades riesgosas		X

Tabla 17. Norma NTP 599 Factor de propagación realizada

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO MEDIANTE LA NORMA NTP 599			
Factores de propagación			
Factor		NO cumple	SI cumple
1	La resistencia al calor requerido para los componentes estructurales principales es insuficiente		X
Un fuego en el recinto podría extenderse con facilidad a atrás áreas de la instalaciones debido a:			
2	Las áreas de riesgo elevado para la ocurrencia de fuegos no forman parte del sector propenso a incendios	X	
3	Las estructuras divisorias (muros, tabiques, etc.) no satisfacen los requisitos de RF		X
4	Las aperturas horizontales (puertas, ventanas, etc.) no satisfacen los requerimientos de RF	X	
5	Los techos falsos no están divididos por sectores	X	
6	Los conductos de aire acondicionado no cuentan con seccionadores automáticos	X	
7	Los conductos destinados a instalaciones no están correctamente sellados en la zona de los forjados		X
8	Los espacios de ascensores, montacargas o escaleras no están divididos por zonas		X
9	Hay otras formas de diseminación disponibles	X	
10	No se disponen de sistemas de supervisión para la evacuación de humo y calor	X	

Tabla 18. Norma NTP 599 Evacuación realizada

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO MEDIANTE LA NORMA NTP 599			
Evacuación			
Factor		NO cumple	SI cumple
1	El recuento, las medidas y la disposición de las salidas de emergencia ni cumplen con lo estipulado en la normativa pertinente	X	
2	La señalización de las vías de evacuación es insuficiente o inadecuada, ya sea por falta de señales claras o porque estas no aseguran la transmisión continuas de la información hasta llegar a áreas exteriores o zonas de seguridad	X	
3	No hay disponibilidad de sistema de iluminación de emergencia, o el está presente no asegura una iluminación continua hasta llegar al exterior o a una área segura	X	
4	Las rutas de escape no están exentas de los efectos del fuego y del humo	X	
5	No se dispone de un plan de evacuación formal	X	
6	En caso de que exista, no todos los empleados del centro tienen conocimientos de ellos y/ no se llevan a cabo ejercicios de simulación de manera regular para la práctica y manejo de este aspecto	X	
7	No se cuenta con sistema de alarma ni megáfonos para la comunicación en situaciones de emergencia		X

Tabla 19. Norma NTP 599 Medios de lucha contra incendios realizada

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO MEDIANTE LA NORMA NTP 599			
Medios de lucha contra incendios			
Factor		NO cumple	SI cumple
1	En la institución no se asegura la pronta identificación de un fuego, ya sea a través de personal o por medio de un sistema automatizado de detección	X	
2	Se requiere y no se cuenta con interruptores manuales de alarma contra incendios	X	
3	No hay un mecanismo de alerta establecido o no se asegura la transmisión oportuna y confiable de la misma	X	
4	Se requiere y no se cuentan con bocas de incendios equipadas o estas no abarcan todas la extensión de la instalación	X	
5	No se cuenta con la cantidad suficiente de extintores móviles que contengan la substancia extintora idónea para hacer frente al tipo de incendio anticipado	X	
6	Los extintores previos, aunque aún presentes, no están adecuadamente distribuidos, no reciben una inspección anual apropiada o no han sido revalidados	X	
7	Se requiere y no se hallan dispositivos automáticos de extinción	X	
8	Se necesitan y no encuentran bocas de incendio exteriores	X	
9	La disponibilidad del abastecimiento de agua para fines de extinción está garantizada	X	
10	La ubicación de los equipos de combate contra incendios no es fácilmente identificable		X
11	Las medidas de seguridad contra fuego no reciben el manteniendo adecuado		X
12	No cuenta con un Plan de Contingencia que coordine y establezca las medidas a seguir (responsabilidad de la acción, recurso necesario, procedimientos a seguir, protocolos a evitar, métodos adecuados), ante la eventualidad de un incendio en las instalaciones	X	
13	En la institución no se cuenta con personal capacitado y entrenado en el uso de los equipos de extinción (individuos que regularmente participen en ejercicios prácticos con fuego real el manejo de mangueras y/o extintores)	X	
14	El inmueble presenta dificultades de acceso para los bomberos especializados y otros servicios de emergencia externos		X

Tabla 20. Resultados de la encuesta bajo la norma NTP 599

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
No cumple	33	70,2%
SI cumple	14	29,8%
Total	47	100%

4.2.1.1.1. Análisis e interpretación de los resultados derivados de la investigación

El porcentaje del 70,2% de no cumplimiento, que representa 33 elementos, no satisface los estándares de seguridad establecidos, lo cual podrá acarrear repercusiones adversas en caso de un incendio, potencialmente comprometiendo las instalaciones a daños irreparables.

La compañía Terjamanco S.A. carece principalmente de medidas de prevención. En adición a la ausencia de un protocolo de contingencia particularizado para situaciones de incendio, lo cual incrementa de manera considerable los riesgos asociados a este tipo de sucesos en sus instalaciones.

4.2.2. Registro de los recurso de combate contra incendios

Tras realizar el primer análisis de riesgo de incendios conforme a la regulación NTP 599, se constata que la empresa no satisface más del 50% de los requisitos. Esta situación sugiere la existencia de peligro de incendio. Con el propósito de confirmar la carencia de sistemas de extinción y equipos de detección y alerta, se procede a identificar los dispositivos actuales de combate contra incendios en posesión de la empresa.

Tabla 21. Inventario de sistema contra incendios actual

			TABLA DE INVENTARIO DE LOS MEDIOS DE LUCHA CONTRA INCENDIO																	
			Empres: Terjamanco S.A												Fecha: 10 de noviembre del 2023					
			Versión: 001																	
UBICACIÓN	ALARMA			DETECTOR DE HUMO			EXTINTORES											ÁREA (m ²)		
	SI	NO	¿SUFICIENTES?	SI	NO	¿SUFICIENTES?	SI	NO	¿SUFICIENTES?	TIPO			PESO (Lb)	FECHA DE LA ULTIMA CARAGA	VIGENTE		CUENTA CON SEÑALIZACIÓN		LIBRE ACCESO	CONTIDAD
										PQS	CO ₂	OTRO			SI	NO				
Boletería, cafetería y Enfermería		X			X		X		NO	X			20	ENERO 2023	X		SI	SI	1	191,33 m ²
Restauran, Cocina y Bodega de alimentos y productos de bazar		X			X		X		NO	X			20	ENERO 2023	X		SI	SI	1	290,51 m ²
Bazar	X		SI		X			X												53,61 m ²
Hotel		X		X		NO	X		NO	X			20	ENERO 2023	X		SI	SI	1	791,66 m ²
Hidromasaje, turco y Cuartos de bombas y Caldera		X			X		X		SI		X		10	FEBRERO 2023	X		SI	SI	1	130,30 m ²
Bodega principal		X			X			X												99,43 m ²
Oficinas, Cuarto del personal y Lavandería		X			X		X		NO	X			20	ENERO 2023	X		SI	SI	1	114,43 m ²
Sector de tanque de gas		X			X		X		SI	X			20	ENERO 2023	X		X	X	1	179,62 m ²

4.2.2.1. Análisis

Al realizar el inventario de los recursos de combate contra incendios que cuenta la empresa reveló que existen deficiencias en el equipamiento, lo que expone a la compañía a un mayor riesgo de incendios. Para evaluar la situación con mayor detalle, se realizará un estudio exhaustivo utilizando un enfoque cuantitativo, donde se aplicará el método Meseri.

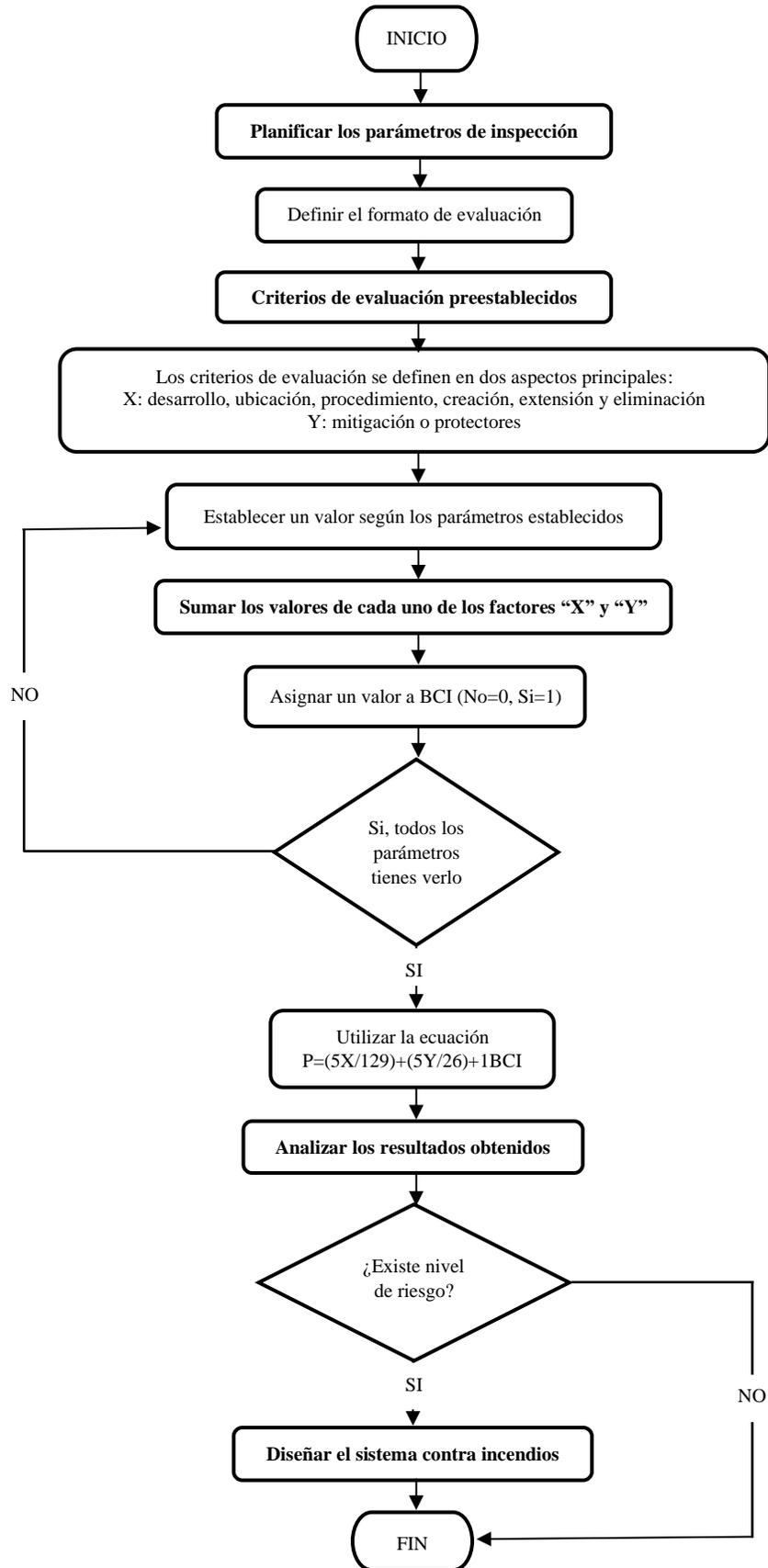
4.2.3. Procedimiento de valoración de riesgo de incendio utilizando el método Meseri

Para analizar los peligros de incendios en Terjamanco S.A., se empleó el método Meseri en todas sus áreas. Dada la diversidad de actividades que realiza la empresa, es importantes comprender la magnitud integral de los riesgos de incendio, considerando las particularidades de las instalaciones, los recursos actuales de prevención y extinción de incendios posible.

En la Figura 14 se presenta las fases y las instrucciones para llevar a cabo una evaluación de riesgo de incendio de manera apropiada utilizando el método Meseri.

Al culminar la evaluación, se genera una puntuación P, la cual será empleada para determinar el nivel de riesgo de acuerdo con los criterios detallados en el apartado 3.3.2.

Figura 14. Etapas de evacuación del método Meseri



4.2.3.1. Evaluación del peligro de incendios Método Meseri

El sistema básico de evaluación de riesgo de incendio, denominado Meseri, amalgama diversos criterios fundamentales para valorar la susceptibilidad ante incendio. Esta técnica busca amalgamar y precaución para generar conclusiones ponderadas de fácil comprensión. La simplicidad inherente de esta metodología agiliza los análisis y ofrece sugerencias inmediatas para disminuir la probabilidad de ocurrencia de un incendio, así como para minimizar su impacto catastrófico.

Este enfoque se divide en dos categorías principales: factores específicos del sitio que aumentan el riesgo y factores protectores. Al examinar cada elemento del método MESERI, se tienen en cuenta varios aspectos importantes.

El factor decisivo es la altura del edificio: Cuanto más alto subes, más rápido se propaga el fuego. La valoración se basa en la altura o número de plantas, aceptándose siempre el valor inferior si la altura entre plantas no es fija.

La superficie de combustión es otro punto importante: se requiere emplear materiales apropiadamente calificados para paredes y accesos; de lo contrario, se inferirá que toda la región está inmersa en llamas. La capacidad de los elementos constructivos para soportar el fuego, reconociendo que las estructuras de hormigón presentan una alta capacidad de resistencia ante las llamas.

Los cielos rasos falsos, especialmente aquellos en naves industriales, tienden a acumular residuos, lo que incrementa su propensión a la inflamación. La constitución de la distancia para los bomberos también estimado de respuesta del equipo de bomberos, el cual cuenta con personal capacitado y vehículos disponibles las 24 horas del día.

El método Meseri simplifica estos aspectos críticos en un diseño que posibilita la evaluación veloz y eficiente del riesgo de incendio, ofreciendo directrices nítidas para reducir la posibilidad de ocurrencia de un incendio y sus consecuencias severas.

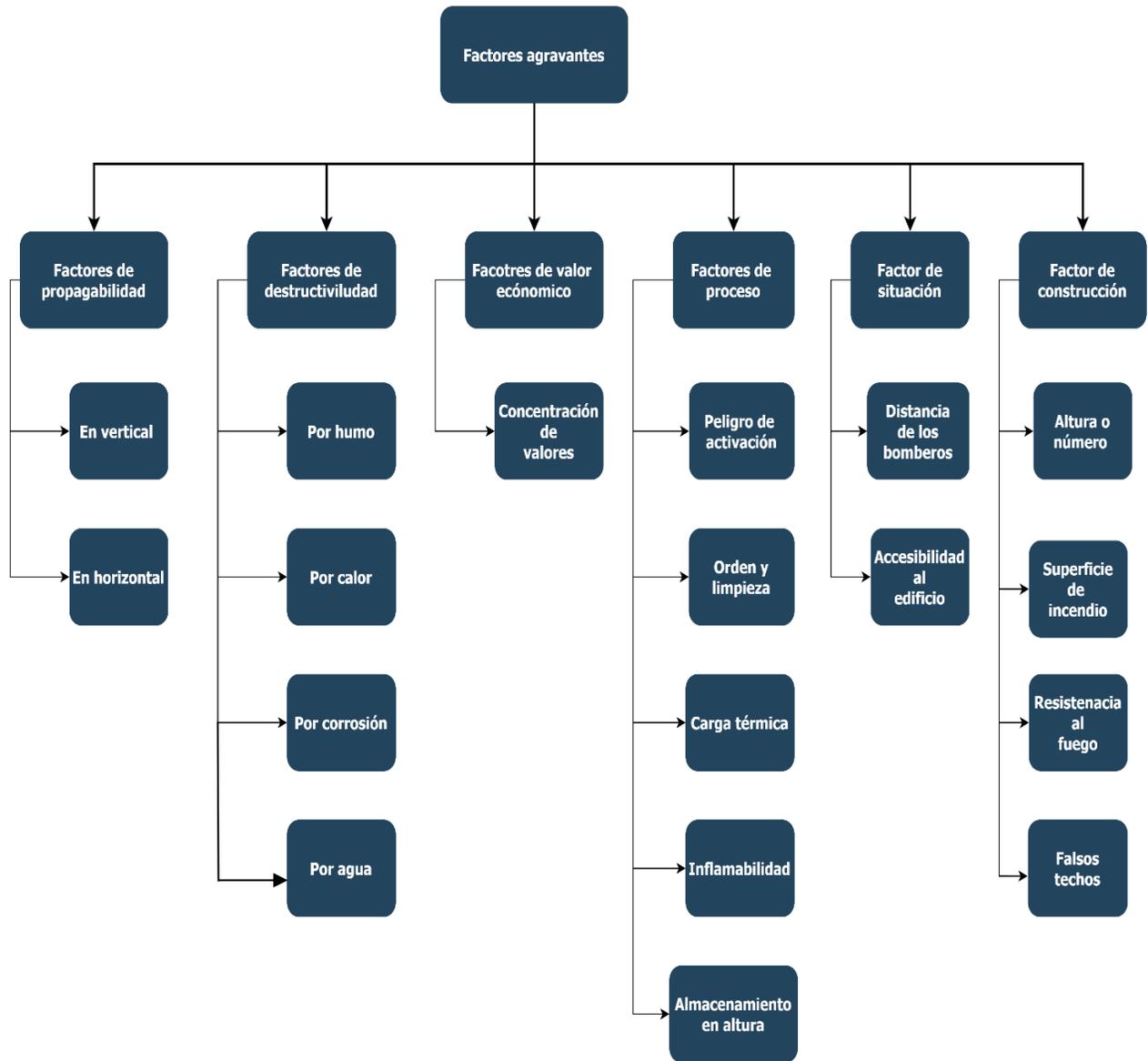


Figura 15. Factores agravantes o propagación

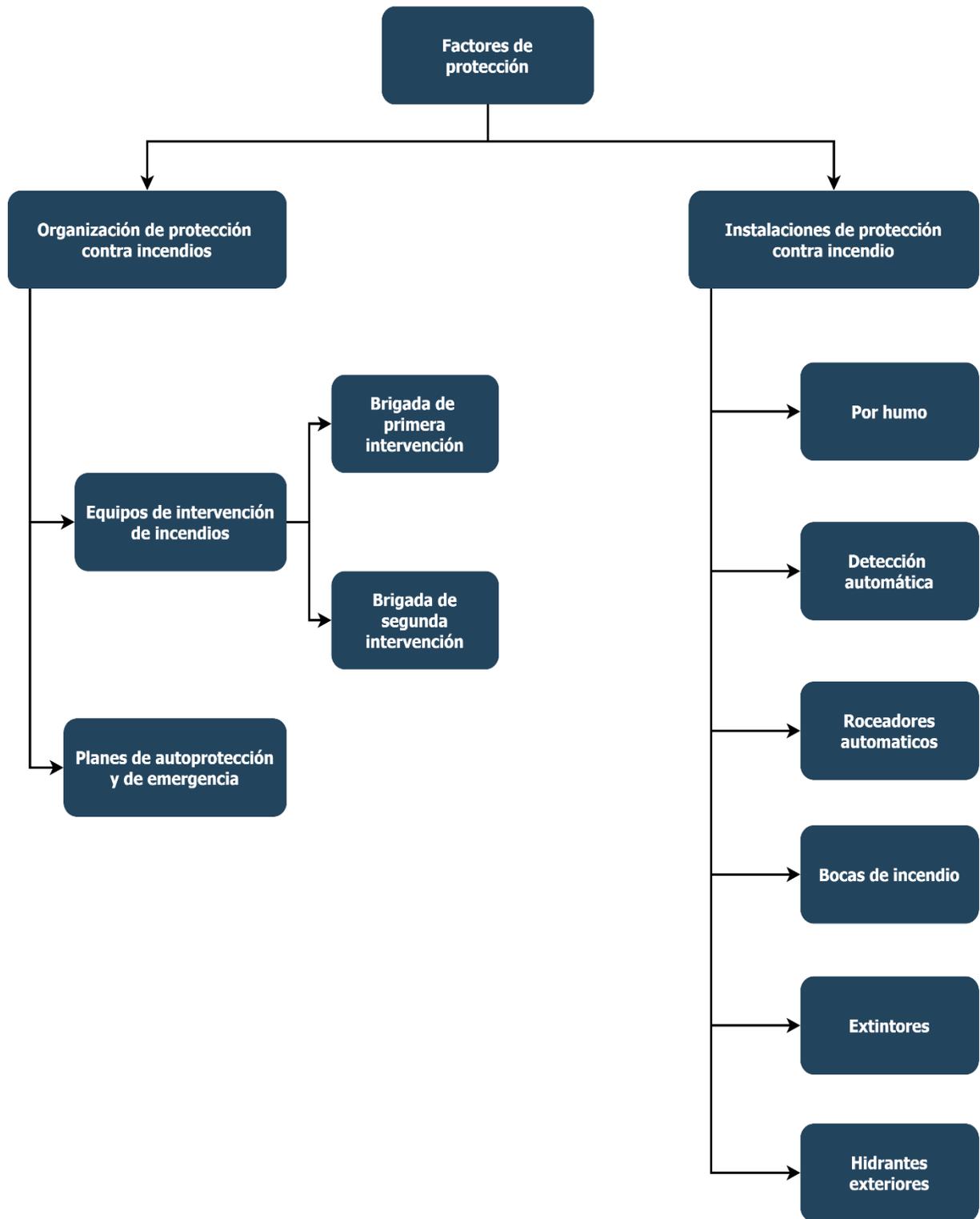


Figura 16. Factor de protección

La disponibilidad de entrada al edificio incluye los accesos destinados para el manejo de situaciones de incendio.

Accesibilidad para el combate de incendios: Se evalúan los accesos para que los equipos contra incendios puedan actuar eficazmente.

Peligro de activación: se examinan las potenciales fuentes de inflamación derivadas del procedimiento de producción y las acciones susceptibles de provocar un incendio.

Carga térmica e inflamabilidad de combustibles: Evaluación del calor en una superficie y la probabilidad de que los materiales presentes puedan iniciar una combustión.

Almacenamiento en altura: Se considera el mayor riesgo de incendio cuando hay almacenamiento a más de 2 metros de altura.

Orden y limpieza: Se valora el estado de limpieza, el plan de mantenimiento y el respeto a las áreas asignadas para el resguardo de los productos.

Concentración de valores: Se asigna una puntuación a las posibles pérdidas económicas por un incendio dentro de las instalaciones.

Factores de destructibilidad: Se está considerando la viabilidad de que la maquinaria, los dispositivos y otros elementos puedan sufrir daños debido a la exposición al calor, humo, corrosión o al agua provocados por un incendio o por los agentes extintores.

Propagabilidad horizontal y vertical: Evalúan la facilidad de propagación de las llamas en líneas de producción y almacenamiento en altura, tanto horizontal como verticalmente.

Detección automática: Se considera la presencia y conexión de sistemas de detección de incendios, con opciones de vigilancia humana o sin ella.

Rociadores automáticos: Evalúan la presencia obligatoria de rociadores automáticos en todo el edificio.

Extintores y equipos contra incendios: Se analiza la existencia, mantenimiento y planificación de extintores, válvulas contra incendios, puntos de suministro de agua y dispositivos de respuesta ante emergencias.

Planes de emergencia: Se destaca la importancia de tener planes de emergencia activos y prácticos, con la participación y cooperación de cada individuo implicado en la entidad para asegurar su ejecución eficaz.

El análisis abarca desde la prevención hasta la acción en caso de un incendio, considerando tanto la infraestructura física como la preparación y capacitación del personal para afrontar situaciones de emergencia.

Tabla 22. Prueba método Meseri: Boletera, Cafetería y Enfermería

EVALUACIÓN DE RIESGO CONTRA INCENDIO METODO MESERI				
Empresa:	Terjamanco S.A	Fecha:	11 de noviembre 2023	
Ubicación:	Boletería, Cafetería y Enfermería			
FACTORES PROPIOS DEL EDIFICIO				
CONSTRUCCIÓN				
Concepto			Coeficiente	Puntos
Nº de pisos	Altura			
1 o 2	Menor de 6m		3	3
3, 4 o 5	Entre 6m y 15m		2	
6, 7, 8 o 9	Entre 15m y 27m		1	
10 o más	Más de 30m		0	
Superficie mayor sector de incendio			Coeficiente	puntos
<i>de 0 a 500m²</i>			5	5
<i>de 501 a 1500m²</i>			4	
<i>de 1501 a 2500m²</i>			3	
<i>de 2501 a 3500m²</i>			2	
<i>de 3501 a 4500m²</i>			1	
<i>más de 4500m²</i>			0	
Resistencia al fuego			Coeficiente	puntos
Alto (hormigón, obra)			10	10
Medio (metálica protegida, madera gruesa)			5	
Bajo (metálica sin proteger, madera fina)			0	
Falso techo			Coeficiente	puntos
Sin falso techo			5	3
Con falso techo incombustible			3	

Con falso techo combustible		0		
FACTORES DE SITUACIÓN				
Distancia de los bomberos		Coeficiente		puntos
Distancia	Tiempo			
Menor de 5 km	< 5 minutos	10		0
Entre 5 y 10 km	Entre 5 y 10 minutos	8		
Entre 10 y 15 km	Entre 10 y 15 minutos	6		
Entre 15 y 20 km	Entre 15 y 25 minutos	2		
Más de 20 km	> 25 minutos	0		
Accesibilidad del edificio		Coeficiente		puntos
Bueno		5		5
Medio		3		
Mala		1		
Muy mala		0		
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD				
Peligro de activación		Coeficiente		puntos
Bajo		10		5
Medio		5		
Alto		0		
Carga térmica		Coeficiente		puntos
Baja ($Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$)		10		5
Media ($100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$)		5		
Alto ($Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$)		0		
Combustibilidad		Coeficiente		puntos
Bajo		5		3
Medio		3		
Alto		0		
Orden, limpieza y mantenimiento		Coeficiente		puntos
Bajo		0		5
Medio		5		
Alto		10		
Almacenamiento en altura		Coeficiente		puntos
Menor a 2 metros		3		3
Entre 2 y 4 metros		2		
Más de 6 metros		0		
FACTOR DE CONCENTRACIÓN				
Factor de concentración de valores		Coeficiente		puntos

Menor de 1000 \$/m ²	3					
Entre 1000 y 2500 \$/m ²	2					0
Mayor 2500 \$/m ²	0					
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN						
Por calor	Coeficiente					puntos
Bajo	10					0
Medio	5					
Alto	0					
Por humo	Coeficiente					puntos
Bajo	10					0
Medio	5					
Alto	0					
Por corrosión	Coeficiente					puntos
Bajo	10					5
Medio	5					
Alto	0					
Por agua	Coeficiente					puntos
Bajo	10					5
Medio	5					
Alto	0					
FACTOR DE PROPAGACIÓN						
Vertical	Coeficiente					puntos
Bajo	5					5
Medio	3					
Alto	0					
Horizontal	Coeficiente					puntos
Bajo	5					3
Medio	3					
Alto	0					
SUBTOTAL DE (X)						65
FACTOR DE PROTECCIÓN						
Instalaciones de equipos	Vigilancia humana					Puntos
	Sin		Con			
Detección automática	Sin CRA 0	Con CRA 2	Sin CRA 3	Con CRA 4		0
Rociadores automáticos	Sin CRA 5	Sin CRA 6	Sin CRA 7	Sin CRA 8		5

Extintores portables	1	2	1
Bocas de incendio (BIE)	2	2	2
Hidratantes exteriores	2	4	2
Organización			Puntos
Equipos de primera intervención (EPI)	2	2	2
Equipos de segunda intervención (ESI)	4	4	4
Plan de autoprotección y emergencias	2	4	2
Subtotal (Y)			18

La fórmula (1) se utiliza para evaluar el grado de riesgo de incendio y explosión para las Empresa Terjamanco S.A los valores asignados a cada factor se toman de los cuadros de niveles de riesgo presentado en detalle en el punto 3.3.2.1.

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{30} + BCI$$

$$P = \frac{5(65)}{129} + \frac{5(18)}{30} + 0$$

$$P = 2,51 + 3 + 0$$

$$P = 5,51$$

Tabla 23. Resultado de la prueba mediante el método MESERI, en la sección de Boletería, Cafetería y Enfermería

Resultados	
Clasificación (P)	5,5
Evaluación cualitativa	Medio
Evaluación taxativa	Riesgo aceptable

Una vez que se han obtenido los resultados a través de la aplicación del método Meseri y mencionando la Tabla 24, se procede a evaluar los valores respectivos.

En el caso de las áreas de la empresa Terjamanco S.A., la implementación del método Meseri indica un nivel de riesgo MEDIO en el rango de 4 a 6 para los riesgos de incendio. Por ende, se considera prioritario implementar mejoras en la prevención de incendios en estas áreas específicas. En términos generales, esta valoración confirma la necesidad de acciones imperativas para mejorar la eficiencia en prever de riesgos de incendios en la empresa.

Tabla 24. Resultados de Evaluación

Resultados generales obtenidos			
Área	Resultados	Evaluación cualitativa	Evaluación taxativa
Boletería, cafetería y Enfermería	5,5	Medio	Riesgo aceptable
Restauran, Cocina y Bodega de alimentos	5	Medio	Riesgo aceptable
Bazar	6,3	Bueno	Riesgo aceptable
Hotel	4,8	Medio	Riesgo no aceptable
Hidromasaje, turco y Cuartos de bombas y Caldera	5,9	Medio	Riesgo aceptable
Bodega principal	5,2	Medio	Riesgo aceptable
Oficinas, Cuarto del personal y Lavandería	5,7	Medio	Riesgo aceptable
Cuarto de tanque de gas	6,1	Bueno	Riesgo aceptable
Promedio			5,6

4.2.4. Análisis de los resultados del grado de vulnerabilidad ante incendio

Tras aplicar la fórmula del método Meseri, se obtiene una puntuación global de 5,6. Al contrastar este resultado con los estándares delineados en las Tabla 11 y Tabla 12, se concluye que terjamanco S.A. enfrenta un riesgo de incendio de nivel medio. Aunque esta evaluación resulta aceptable, persisten considerables riesgos de incendio debido a la ausencia de sistemas de

detección y protección contra incendios, especialmente en áreas críticas como en el (Restauran, Cocina y Bodega de alimentos), (Bodega principal) y (Hotel).

Los resultados derivados del primer punto de análisis de la lista de verificación NTP 599 y la evaluación efectuada mediante el método Meseri indica de manera evidente la falta de recursos para hacer frente a incendios. por consiguiente, se emprenderá a diseñar un sistema contra incendios siguiendo la normativa NEC-HS-IC, con el propósito de satisfacer las exigencias particulares de Terjamanco S.A.

4.3. DISEÑAR UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS

El fuego es una de las principales razones de pérdida de propiedades y vidas a nivel global. En un entorno empresarial, pueden provocar pérdidas importantes, interrupción de las operaciones e incluso, en situaciones extremas, la muerte de los empleados. En este punto, se llevarán a cabo todos los cálculos necesarios para diseñar la red principal y los sistemas derivados del sistema hidráulico.

Los sistemas de salvaguardia contra incendios abarcan todos los dispositivos y mecanismos diseñados para identificar y extinguir incendios. Tiene dos objetivos principales: proteger la vida humana y proteger la riqueza material.

El método más común se basa en el uso de agua, a la que se debe dotar de un caudal y presión óptimos para activar los factores protectores.

El diseño del sistema de salvaguardia contra incendios en la empresa jugará un papel decisivo para minimizar las pérdidas de material, equipos eléctricos y lo más importante, salvar vidas humanas ante un posible incendio. Este sistema no sólo ayuda a minimizar las pérdidas sino que también mejora la apariencia general y la seguridad de nuestros empleados.

La empresa Terjamanco S.A donde se diseñará el sistema contra incendios, se encuentra dividida en 8 áreas, cada una destinada a llevar a cabo diversas actividades, En cada una de estas áreas, es esencial garantizar la cobertura del sistema contra incendios para proteger tanto los equipos como a los trabajadores, visitantes e infraestructura, asegurando así la seguridad integral en todas las operaciones.

El diseño del sistema contra incendios integra directamente tanto de regulaciones nacionales como internacionales, con la meta de asegurar el desarrollo de un sistema de primario categoría apto para salvaguardar tanto los bienes materiales como las vidas humanas.

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC

La norma NEC, que corresponde a la “Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-HS-IC)”[51], orientada a la prevención contra incendios, esta normativa esta alineada con los estándares internacionales NFPA y INEN, garantizando de este modo el cumplimiento de los más destacados criterios internacionales en términos de seguridad contra incendios.

Norma NFPA (National Fire Protection Association)

- “NFPA 101 Código de Seguridad Humana”[52]
- “NFPA 10 Extintores Portátiles contra incendios”[53]
- “NFPA 14 Instalación de Sistema de Montantes y mangueras”[54, p. 14]
- “NFPA 20 Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios”[55]
- “NFPA 25 Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios”[56]
- NFPA 72 Código de alarma de incendios

Legislación nacional

- “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios”[49].
- Reglamento de la Ley de Defensa Contra incendios.
- Ley de Defensa Contra incendios.

4.3.1. Dimensiones del sistema contra incendios

El diseño del sistema hidráulico de protección contra incendios se ha estructurado considerando los riesgos específicos asociados a los sectores hoteles y dormitorios, así como al almacenamiento.

La clasificación de almacenamiento se relaciona con los espacios destinados principalmente a resguardar mercancías, productos y otros bienes. En el contexto de hoteles y dormitorios, se refiere a aquellos lugares diseñados para que las personas puedan descansar y relajarse, satisfaciendo así las necesidades del huésped durante su estancia.

La empresa Terjamanco S.A. cuenta con las siguientes calificaciones conforme con la norma NFPA 101 (Código de Seguridad Humana[52]).

- **Hoteles y dormitorios existentes**, es un lugar donde se ofrece alojamiento temporal para viajeros, turistas o personas que necesitan hospedaje por un periodo determinado.
- **Ocupación para Almacenamiento**, se trata principalmente de una ocupación destinada al resguardo y almacenamiento de bienes, mercancías, productos o vehículos.
- **Ocupación mercantil**, principalmente, se trata de una actividad dirigida a la comercialización de bienes y servicios con el propósito de obtener ganancias económicas.
- **Ocupación de oficinas**, gestión de la contabilidad y registro de actividades financieras no relacionadas con el ambiente comercial.

Tabla 25. Requisitos de Seguridad según Ocupación

CLASIFICACIÓN DE LAS OCUPACIONES Y RIESGOS			
Lugar	Terjamanco S.A., sede principal	Fecha	21/12/2023
Área	Ocupación según la norma NFPA 101	Requisitos según la norma NFPA 101	
Boletería, cafetería y enfermería	6.1.10. Mercantil	Extintores portátiles Sistema de detección de humo y alarma Señalización de emergencia	
Restaurante, cocina y bodega de alimento y productos del bazar	6.1.10-6.1.13. Mercantil y Almacenamiento	Extintores portátiles Iluminación de emergencia Sistema de detección de alarma y comunicaciones Salidas de emergencia Señalización de emergencia	

Bazar	6.1.10. Mercantil	Extintores portátiles Sistema de detección de alarma y comunicaciones Señalización de emergencia Iluminación de emergencia
Hotel	6.1.8. Residencial	Extintores portátiles Sistema de detección de alarma y comunicaciones Sistema cajetines contra incendios Iluminación de emergencia
Bodega principal	6.1.13. Almacenamiento	Extintores portátiles Iluminación de emergencia Sistema de detección de alarma y comunicaciones Salidas de emergencia Sistemas de cajetines contra incendios Señalización de emergencia
Oficinas, cuarto de personal y lavandería	6.1.8-6.1.10. Residencial y Mercantil	Extintores portátiles Iluminación de emergencia Sistema de detección de alarma y comunicaciones Salidas de emergencia Señalización de emergencia

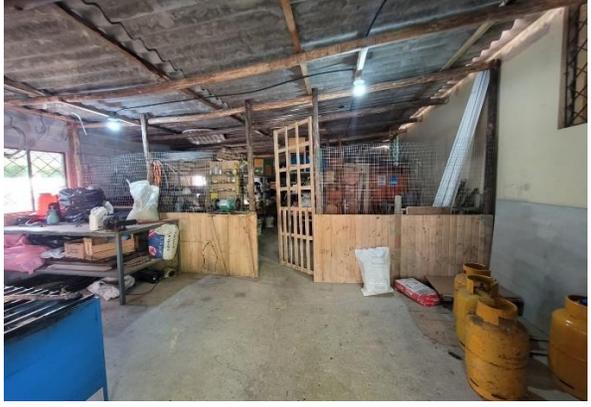
4.3.1.1. Análisis de las zonas según el riesgo y carga ocupacional

La sede principal de Terjamanco S.A. está conformada por diversas instalaciones, incluyendo oficinas administrativas, bodegas, restaurante, bazar, cafetería, cuarto de hidromasaje y turco, hotel, entre otras. Esta sede recibe aproximadamente 400 visitantes diarios. Es importante destacar que el acceso a las bodegas está restringido, permitiéndose únicamente la entrada de personal autorizado.

Con el objetivo de llevar a cabo un análisis de riesgos integral, se han considerado las diferentes áreas de la sede, detalladas en el siguiente cuadro:

Tabla 26. Clasificación según la norma NFPA 101

CLASIFICACIÓN DE LAS OCUPACIONES Y RIESGOS			
Lugar	Terjamanco S.A., sede principal	Fecha	21/12/2023
Nombre	Ocupación según la norma NFPA 101	Imagen	
Boletería, cafetería Y enfermería	6.1.10. Mercantil		
Restaurante, cocina y productos de bazar	6.1.10-6.1.13. Mercantil y Almacenamiento		
Bazar	6.1.10. Mercantil		

Hotel	6.1.8. Residencial	
Oficinas, cuarto del personal y lavandería	6.1.8-6.1.10. Residencial y Mercantil	
Bodega principal	6.1.13. Almacenamiento	

4.3.1.2. Descripción del área a resguardar

El diseño del sistema contra incendios para la empresa Terjamanco S.A. tiene como objetivo la protección de las áreas críticas de la compañía. Actualmente, las zonas a resguardar abarcan una superficie total de 1850,89 m², distribuida de la siguiente manera:

Tabla 27. Área para proteger de Terjamanco S.A.

Descripción	Área (m ²)
Boletería, cafetería y Enfermería	191,33
Restauran, Cocina y Bodega de alimentos y productos de bazar	290,51
Bazar	53,61
Hotel	791,66
Hidromasaje, turco y Cuartos de bombas y Caldera	130,30
Bodega principal	99,43
Oficinas, Cuarto del personal y Lavandería	114,43
Sector de tanque de gas	179,62

A continuación se presenta el desglose de las zonas que Terjamanco S.A. tiene previsto a proteger.

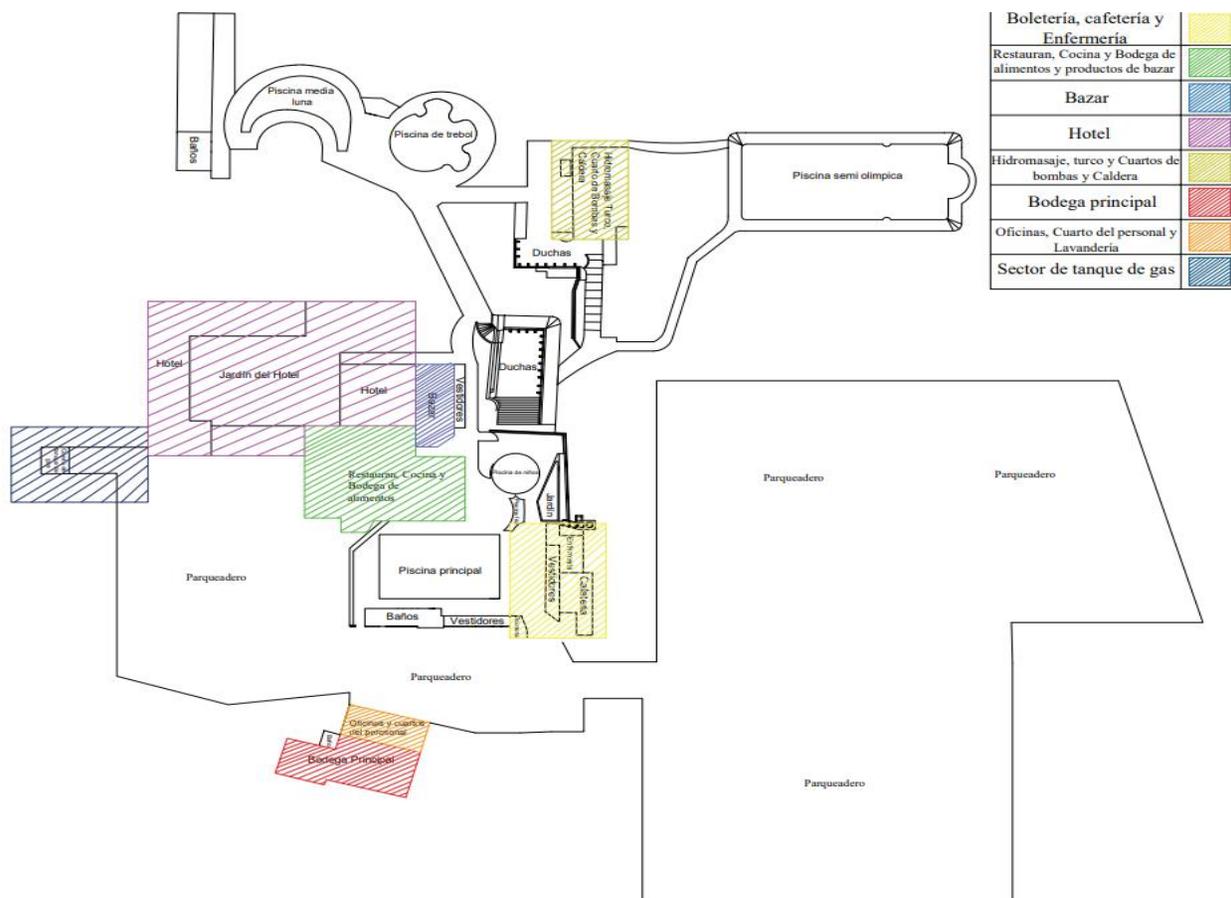


Figura 17. Distribución del área a proteger de Terjamanco S.A.

4.3.1.3. Métodos de extinción a emplear

Dado que el proyecto se basa en un diseño hidráulico para la protección de diversas zonas, se utilizará el enfoque de enfriamiento a través de una red de conductos húmedos. Esta estructura incluirá un suministro de agua y un sistema de reserva dedicado para tal fin.

La red contará con un conjunto de gabinetes diseñados para cubrir todas las zonas que necesitan protección. Este sistema estará compuesto por:

- Gabinetes contra incendios (Áreas a proteger)

4.3.1.4. Gabinetes Contra Incendios

Los gabinetes se colocarán alrededor de cada región para asegurar que todas las áreas estén dentro del alcance de cada uno.

4.3.1.5. Elección del Gabinete Contra Incendios

Se ha optado por el sistema Clase II, que incluye una estación de manguera de 1 ½ pulgadas (40 mm) diseñada para proporcionar agua al personal responsable del sistema contra incendios, con una presión de 70 psi.

4.3.1.6. Consideraciones de instalación para Gabinetes Contra Incendios

La conexión y estación de la manguera deben permanecer libres de obstáculos y estar situadas a una altura que no sea inferior a 3 ft (0,9 m) ni superior a 5 ft (1,5 m) sobre el nivel del suelo. Estas medidas deben tomarse desde el suelo hasta el centro de la válvula de la manguera.

4.3.1.7. Ubicación de conexión de Gabinetes Contra Incendios

De acuerdo con la norma NFPA 14, la separación entre las conexiones de los gabinetes debe ser de 200 ft (61 m) en edificaciones equipados con rociadores y de 130 ft (39,7) en edificaciones sin rociadores.

En esta situación particular, la compañía no cuenta con sistema de rociadores, por lo que fija una distancia tope de 39,7 m entre cada gabinete. Se ha diseñado la colocación de 5 gabinetes en áreas de fácil acceso, asegurando una cobertura eficaz en caso de un conato de incendio.

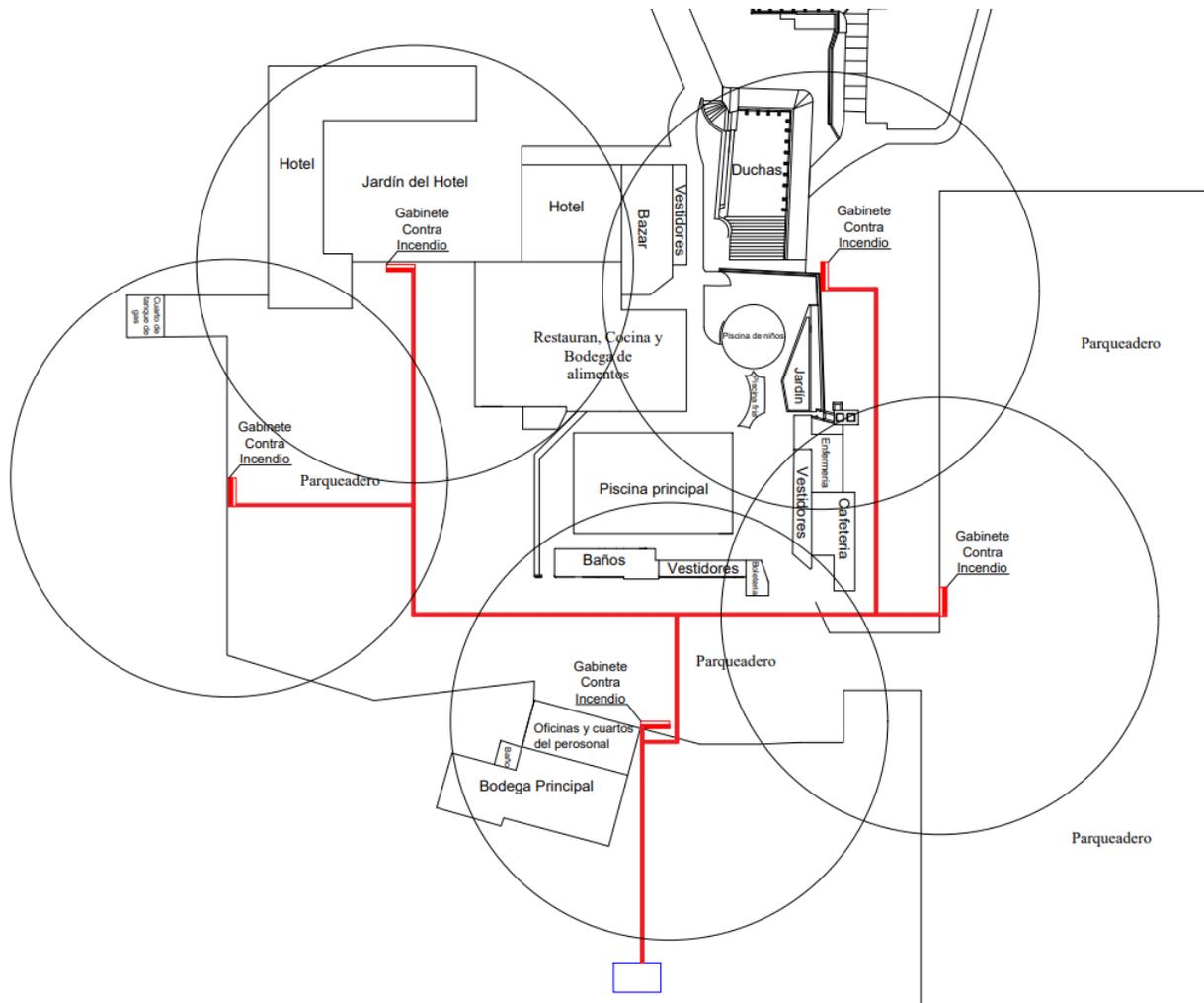


Figura 18. Distribución de los Gabinetes Contra Incendio

4.3.2. Diseño del sistema hidráulico de protección contra incendios

El suministro de agua destinado al sistema contra incendios debe ser separado de la fuente de agua potable. Este suministro se obtendrá exclusivamente de una cisterna, cuya capacidad será calculada de acuerdo con las recomendaciones establecidas por el “Reglamento de Prevención, Mitigación y protección Contra Incendios”[49] . En el contexto de este proyecto, se realizarán los cálculos requeridos para establecer la capacidad ideal del depósito.

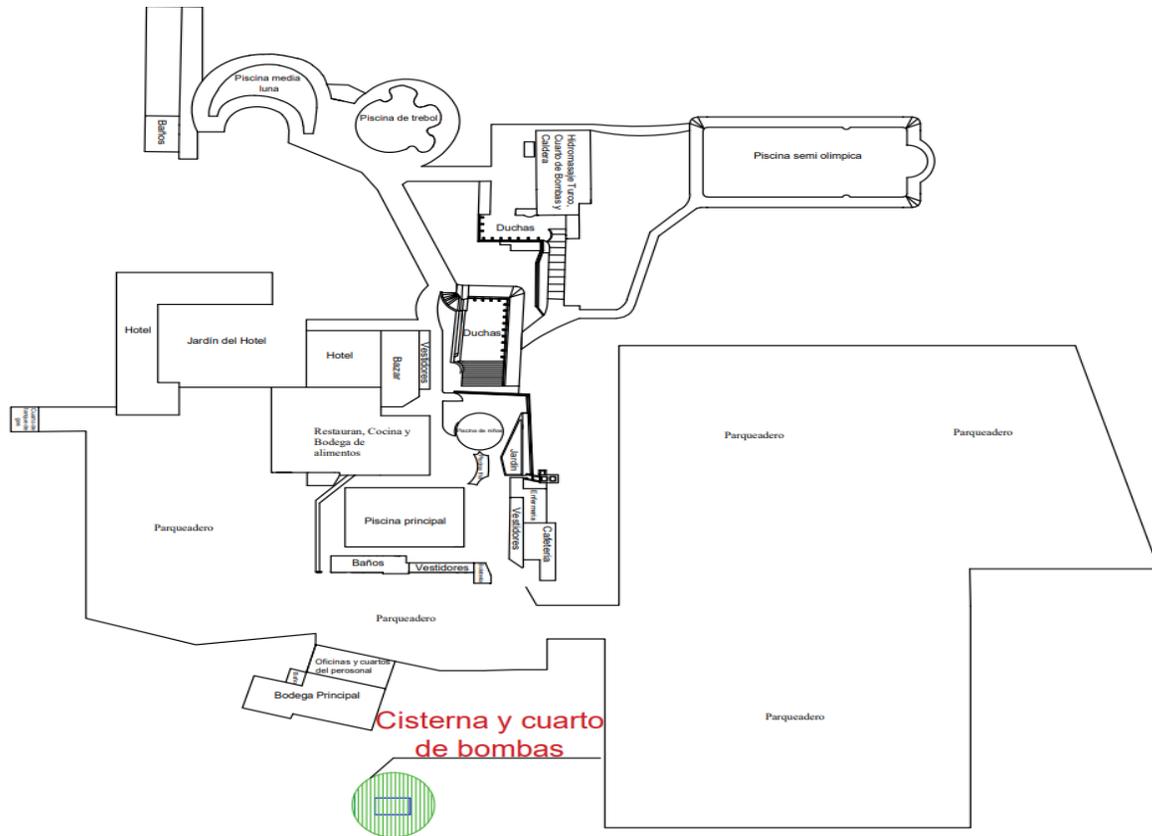


Figura 19. Propuesta ubicación de cisterna sistema contra incendios

El sistema estará equipado con una sala de bombas que albergará la bomba principal de tipo vertical (con succión positiva) certificada según las normas NFPA 20. En caso de un evento de siniestro, esta bomba impulsará el agua mediante un motor eléctrico conectado al generador de respaldo en caso se corte el de energía eléctrica se suministrará a través de un toma de transferencia ubicado en el panel de control. Para mantener la presión en el sistema de incendios, se contará con una bomba jockey.

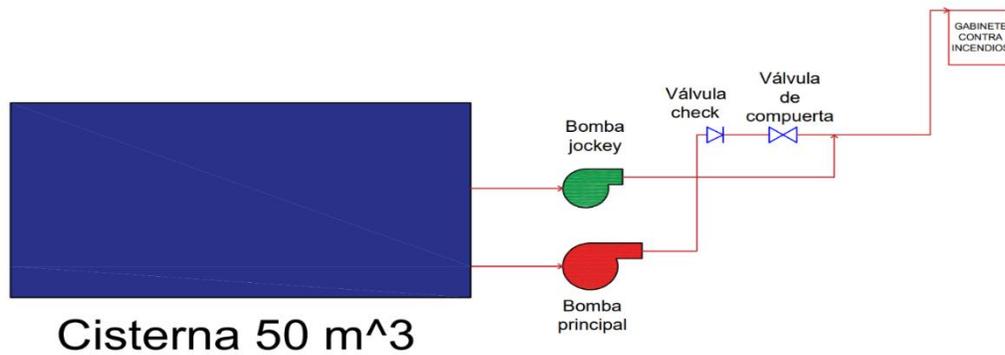


Figura 20. Diagrama de flujo sistema de bombas y gabinete

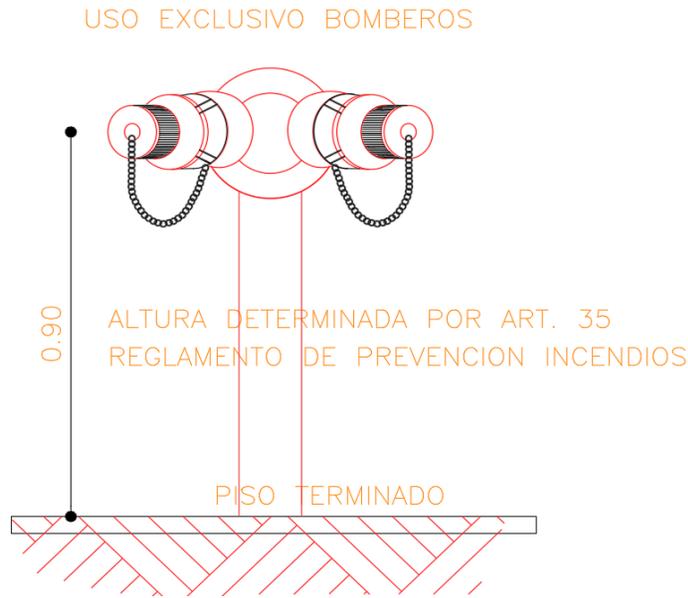


Figura 21. Diseño de siamesa

4.3.2.1. Optimización de la categorización ocupacional

La ocupación se define como el propósito al que se asigna o se pretende asignar una edificación, otra construcción o alguna de sus secciones. La norma NFPA 13 clasifica las ocupaciones de la siguiente manera:

- Riesgo leve
- Riesgo ordinario (grupo 1 y 2)
- Riesgo extra (grupo 1 y 2)

Entre las ocupaciones con riesgo leve se encuentran aquellas que comparten similitudes con las siguientes ocupaciones y funciones:

- Oficinas
- Comercios minoristas
- Bibliotecas
- Laboratorios
- Gimnasios
- Restaurantes y cafeterías
- Salones de conferencias

Mientras en el riesgo ordinario se encuentran las siguientes ocupaciones y funciones:

- Almacenes
- Escuelas y Universidades
- Hoteles y moteles
- Hospitales y centros de atención medica
- Centros comerciales
- Instalaciones de fabricación ligeras
- Teatros y auditorios

Aunque el diseño que se realizara es basado en una empresa turística con diversas funciones, no está destinada a ser una clasificación exhaustiva de riesgo laborales. En este contexto, resulta inapropiado considerar a la empresa como una única ocupación de riesgo, dado que sus actividades abarcan diversos niveles de riesgo ocupacional. Para determinar el caudal requerido para el sistema contra incendios con un gabinete clase II, se recurrirá a la información proporcionada en la Tabla 28, siendo lo más apropiado riesgo leve con un caudal de 100 gpm y una duración de 30 minutos sería lo más óptimo y adecuado.

Tabla 28. Asignación de chorro de mangueras (National Fire Protection Association 13)

Ocupación	Manguera interior		Manguera interior y exterior total combinada		Duración (minutos)
	gpm	<i>L/min</i>	gpm	<i>L/min</i>	
Riesgo leve	0, 50, o 100	0, 190, o 380	100	380	30
Riesgo ordinario	0, 50, o 100	0, 190, o 380	250	950	60-90
Riesgos extra	0, 50, o 100	0, 190, o 380	500	1900	90-120

4.3.2.2. Capacidad de la cisterna para el sistema contra incendios

Según lo establecido por la norma NFPA 13, se determina que el tiempo previsto para el riesgo leve debe ser de 30 minutos. No obstante, debido a la ubicación de los cuerpos de bomberos más cercanos, localizados en la ciudad de Baeza y la Parroquia de Pifo, con tiempos estimados de respuesta de 1 hora con 6 minutos y 40 minutos, respectivamente, se observa que el tiempo total necesario para la intervención en caso de emergencia sería de 60 minutos, situándose así en la duración de un flujo continuo en categoría de riesgo ordinario.



Figura 22. Cuerpo de bomberos más cercanos a Terjamanco S.A.

Es necesario calcular el flujo total requerido en el sistema de bombeo para suministrar agua a los gabinetes contra incendios, teniendo en cuenta que dos gabinetes podrían estar en funcionamiento al mismo tiempo.

Para calcular el caudal total " Q_{total} ", se utiliza la siguiente formula:

$$Q_{total} = gpm * gabinetes \quad (4)$$

$$Q_{total} = 100 gpm * 2gabinetes$$

$$Q_{total} = 200 gpm$$

Una vez obtenido el caudal total, para calcular el volumen necesario para la cisterna se utiliza la siguiente formula:

$$V = Q_{total} * t \quad (5)$$

$$V = 200 \text{ gpm} * 60 \text{ minutos}$$

$$V = 12000 \text{ gpm}$$

Luego transformamos los *gpm a m³*, teniendo en cuenta que 1 m³ es igual a 264,172 *gpm*.

$$V = 12000 \text{ gpm} * \frac{1 \text{ m}^3}{264,172 \text{ gpm}} = 45,424 \text{ m}^3$$

Tabla 29. Volumen disponible en la cisterna del Sistema Contra Incendios

Descripción	Norma NFPA 13	
	Volumen (m ³)	Autonomía de operación (min)
Capacidad de la cisterna del Sistema Contra Incendios	50	60

4.3.2.3. Cálculo de la pérdida de presión en la red contra incendios

Para evaluar la pérdida de presión en el sistema de protección contra incendios, resulta fundamental determinar la distancia desde el cuarto de bombas hasta el gabinete más alejado. Esta evaluación se realiza mediante la aplicación del enfoque Hazen-Williams, cuyo paso se aplican detalladamente en la fórmula (2).

Mediante la fórmula de Hazen-Williams, es posible estimar la pérdida de presión debido a la fricción en cualquier tramo de la tubería, siempre y cuando se disponga de los datos Q, C, D y L. en esta situación, el valor de Q se establece al ingresar el caudal conocido previamente en el tramo hasta el punto más lejano del sistema, mientras que el valor C se extrae haciendo uso de la información proporcionada en la Tabla 30.

Tabla 30. Valores "C" de Hazen-Williams, "National Fire Protection Association 14"

Tubería o tubo	Valor "C"
De hierro dúctil o fundido sin revestimiento	100
De acero negro (sistemas secos, incluidos sistemas de acción previa)	100
Se acero negro (sistema húmedo, incluidos sistemas tipo diluvio)	120
De acero galvanizado (sistemas secos, incluidos sistemas de acción previa)	100
Se acero galvanizado (sistemas húmedos, incluidos sistemas tipo diluvio)	120
plástico (listado)-todos	150
De hierro dúctil o fundido con revestimiento de cemento	140
Tubo de cobre, de latón o acero inoxidable	150
De asbesto cemento	140
De concreto	140

La canalización sugerida para la totalidad del sistema contra incendios está compuesta de acero negro. En relación con nuestra red húmeda, se fija el coeficiente C en 120.

El diámetro interno efectivo de la tubería está determinado por la categorización de la calificación de este, siendo en esta situación la cédula 40 la elegida. En la Tabla 31 se presenta la variación del diámetro interno correspondiente a distintos diámetros nominales.

Tabla 31. Dimensión interna de tubería (National Fire Protection Association 14)

Tamaño nominal de tubería		Cédula 5				Cédula 10				Cédula 30				Cédula 40					
		Diámetro externo		Diámetro interno		Espesor de pared		Diámetro interno		Espesor de pared		Diámetro interno		Espesor de pared		Diámetro interno		Espesor de pared	
pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm
1/2	15	0,840	21,3	-	-	-	-	0,674	17,1	0,083	2,1	-	-	-	-	0,622	15,8	0,109	2,77
3/4	20	1,050	26,7	-	-	-	-	0,884	22,4	0,083	2,1	-	-	-	-	0,824	21,0	0,113	2,87
1	25	1,315	33,4	1,185	30,1	0,065	1,7	1,097	27,9	0,109	2,8	-	-	-	-	1,049	26,6	0,133	3,37
1 1/4	32	1,660	42,2	1,530	38,9	0,065	1,7	1,442	36,6	0,109	2,8	-	-	-	-	1,380	35,1	0,140	3,56
1 1/2	40	1,900	48,3	1,770	45,0	0,065	1,7	1,682	42,7	0,109	2,8	-	-	-	-	1,610	40,9	0,145	3,68
2	50	2,375	60,3	2,245	57,0	0,065	1,7	2,157	54,8	0,109	2,8	-	-	-	-	2,067	52,5	0,154	3,91
2 1/2	65	2,875	73,0	1,709	68,8	0,083	2,1	2,635	66,9	0,120	3,0	-	-	-	-	2,469	62,7	0,203	5,16
3	80	3,500	88,9	3,334	84,7	0,083	2,1	3,260	82,8	0,120	3,0	-	-	-	-	3,068	77,9	0,216	5,49
3 1/2	90	4,000	101,6	3,834	97,4	0,083	2,1	3,760	95,5	0,120	3,0	-	-	-	-	3,548	90,1	0,226	5,74
4	100	4,500	114,3	4,334	110,0	0,083	2,1	4,260	108,2	0,120	3,0	-	-	-	-	4,026	102,3	0,237	6,02
5	125	5,563	141,3	-	-	-	-	5,295	134,6	0,134	3,4	-	-	-	-	5,047	128,2	0,258	6,55
6	150	5,625	168,3	6,407	162,7	0,109	2,8	6,357	161,5	0,134	3,4	-	-	-	-	6,065	154,1	0,280	7,11
8	200	8,625	219,1	-	-	-	-	8,249	209,5	0,188	4,8	8,071	205,0	0,277	7,0	7,981	-	0,322	-
10	250	10,750	273,1	-	-	-	-	10,370	263,4	0,188	4,8	10,140	257,6	0,307	7,8	10,020	-	0,365	-
12	300	12,750	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,090	-	0,330	-	11,9338	-	0,406	-

4.3.2.4. Pérdida por altura en tubería

La pérdida por altura, denotado como “Pe”, se establece al calcular la altura en metros y luego multiplicar por el coeficiente 1,422 para obtener los psi correspondientes. En otras expresiones, cada metro de elevación de la bomba genera una presión de 1,422 psi.

4.3.2.5. Pérdidas por accesorios

Para calcular la pérdida de presión ocasionada por los accesorios de las tuberías, en los accesorios como codos y T, se utilizará la Tabla 32, la cual establece una correlación entre la pérdida de presión de un complemento y la longitud equivalente a una sección de tubería recta.

Tabla 32. Tabla de pérdida de presión de tubería de acero de cedula 40 (National Fire Protection Association 14)

Accesorios y válvulas	Accesorios y válvulas expresadas en pies equivalentes de tubería														
	½ pulg	¾ pulg	1 pulg	1 ¼ pulg	1 ½ pulg	2 pulg	2 ½ pulg	3 pulg	3 ½ pulg	4 pulg	5 pulg	6 pulg	8 pulg	10 pulg	12 pulg
Codo 45°	-	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
Codo estándar 90°	1	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
Codo de giro largo 90°	0.5	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
En T o cruz (flujo con giro 90°)	3	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Válvula mariposa	-	-	-	-	-	6	7	10	-	12	9	10	12	19	21
Válvula de compresión			6	9	10	14	17	22	-	30	-	16	22	29	36
Interruptor de flujo de tipo paleta válvula de retorno retención a clepeta*	-	-	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65

4.3.2.6. Pérdida de presión mediante accesorios de reducción

Para determinar la pérdida por fricción en cada una de las reducciones, es necesario aplicar la ecuación (3). En cuanto al factor k, se empleará la tabla siguiente.

Tabla 33. Factor k para la pérdida de fricción en reducciones

D/d	1,1	1,5	2,0	3,0	10
k	0,15	0,28-0,30	0,36-0,40	0,42-0,50	0,50

Nota: Se utilizará k con v de la sección de tubo pequeño

4.3.2.7. Cálculo de pérdida de presión en la tubería de 2 ½ pulgas

$$p_f = \frac{4,52Q^{1,85}}{C^{1,85}d^{4,87}} * L$$

La longitud de la tubería sin elevación de 2 ½ pulgadas, que se extiende desde la bomba principal hasta el gabinete más lejano, abarca una extensión de 90,52 metros como se muestra en la Figura 23. Al convertir esta medida a ft, obtenemos un valor de 296,98163 ft.

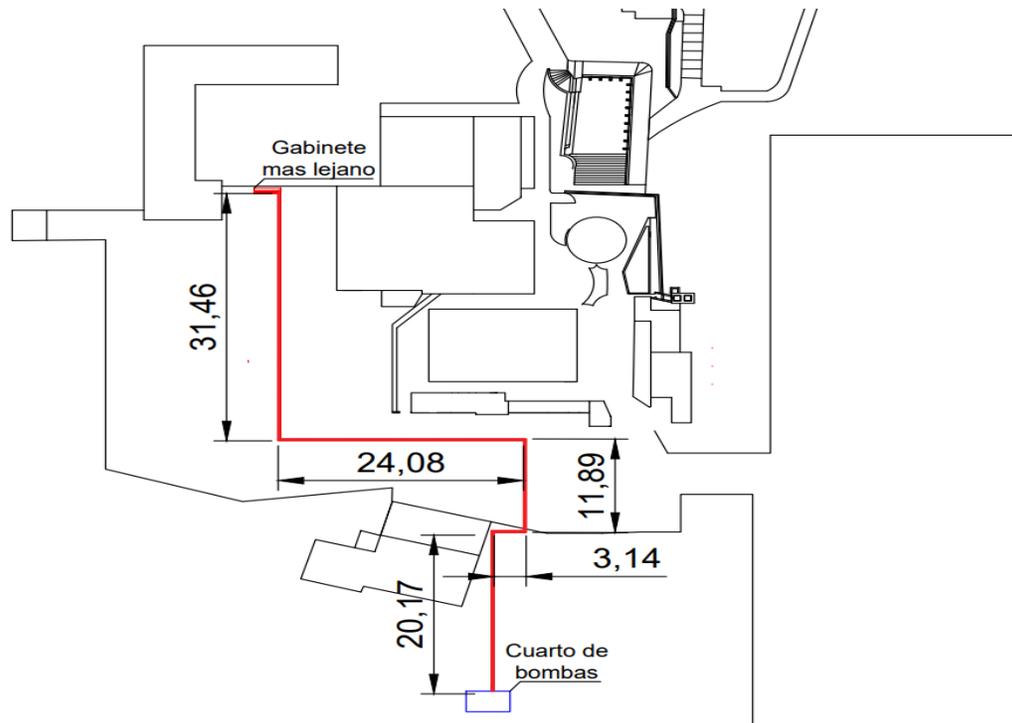


Figura 23. Cuarto de bombas al gabinete contra incendios más lejano

Una vez que se ha determinado la longitud de la tubería sin elevación, se agrega la longitud de los accesorios, la cual se puede obtener mediante la Tabla 32.

Tabla 34. Longitud en ft de los accesorios en la tubería de 2 ½

Accesorios	Cantidad	Longitud en ft
En T (flujo con giro 90°) 2 ½	3	36
Codo estándar 90° 2 ½	5	30
Válvula mariposa	1	7
Válvula de compresión	1	17
Longitud de la tubería 2 ½	-	296,98163
Total		386,98163

$$p_f = \frac{4.52 * (100)^{1,85}}{(120)^{1,85}(2,469)^{4,87}} * 386,98163$$

$$p_f = 15,3026 \text{ psi}$$

Después de evaluar las pérdidas de presión en la tubería sin elevación y sus componentes, se procede a determinar las pérdidas en la tubería con elevación. Este cálculo implica multiplicar la elevación en metros por la constante 1,422 psi para obtener la pérdida en la tubería con elevación, teniendo en cuenta que la tubería de 2 ½ pulgadas solo presenta elevación desde la bomba principal hasta la conexión con la tubería sin elevación lo cual es de 3,2 metros.

$$P_e = \text{Altura de la tubería de } 2 \frac{1}{2} \text{ pulg} * 1,422 \text{ psi}$$

$$P_e = 3,2 \text{ m} * 1,422 \text{ psi}$$

$$P_e = 4,5504 \text{ psi}$$

Para alcanzar el punto de equilibrio, es fundamental considerar que al dimensionar la bomba, esta debe contar con un mínimo de 5 psi de presión. Esta condición es esencial para garantizar que pueda impulsar el caudal necesario de agua de manera efectiva.

4.3.2.8. Pérdida por reductor de 2 ½ pulg a 1 ½ pulg

Para calcular la pérdida de presión en el accesorio reducción, es necesario emplear la ecuación (3). En cuanto al factor k, se debe seleccionar la dimensión más pequeña del reductor, la cual se encuentra detallada en la Tabla 33.

$$h_l = k \frac{v^2}{2g}$$

Para determinar la velocidad, es necesario convertir el caudal de 100 gpm a (m³/s), lo cual resulta en 0,00630 m³/s. Asimismo, al convertir el diámetro interno de la tubería de 2 ½ pulg, cuyo valor es 2,469 pul, a metros, obtenemos un diámetro interno de 0,0627 m.

$$\varphi = v * A$$

$$v = \frac{\varphi}{A}$$

$$v = \frac{4 * (0,0063 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi * (0,0627\text{m})^2}$$

$$v = 2,04 \text{ m/s}$$

Una vez que se ha obtuvo velocidad, se procede a calcular la pérdida en el reducto.

$$h_l = 0,30 * \frac{(2,04 \text{ m/s})^2}{2 * 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$h_l = 0,0636 \text{ m}$$

Transformamos los metros de columna de agua obtenidos a psi, obteniendo 0,0904 psi de pérdida en el reductor de 2 ½ pulg a 1 ½ pulg.

Al sumar todas las pérdidas, junto con los 70 psi de presión necesaria para un gabinete de clase II con un flujo de 100 (gpm).

Tabla 35. sumatoria de pérdida de presión más presión requerida

Pérdida	psi
Pérdida de tubería de 2 ½	15,3026
Pérdida por altura	5
Pérdida por reductor de 2 ½ a 1 ½	0,0904
Presión requerida para gabinete clase II	70
Total	90,393

Según los cálculos previamente presentados, se especifica la demanda hidráulica necesaria para el sistema de protección contra incendios de las empresa:

100 GPM @ 91 PSI

4.3.2.9. Cálculo de Potencia de la Bomba principal requerida

Para determinar la potencia necesaria de la bomba, es fundamental contar con la presión del sistema, la cual se obtiene al convertir los 91 psi a TDH (metros de columna de agua). De manera análoga, para obtener el caudal del sistema, es necesario convertir los 100 gpm a litros por segundo (l/s).

$$Q_s = 100 \text{ gpm} = 6 \text{ l/s}$$

$$P_s = 91 \text{ psi} = 63,98 \text{ TDH} \approx 65 \text{ TDH}$$

Después de obtener los datos, se procede al cálculo de la potencia del motor, considerando que (η) representa el rendimiento del motor, variando entre el 75% y el 90%. En este cálculo, se utilizará una eficiencia del 75%. La fórmula aplicada es la siguiente:

$$P = \frac{Q_s * P_s}{76 * \eta}$$

$$P = \frac{6 \text{ l/s} * 65 \text{ TDH}}{76 * 0,75}$$

$$P = 6,84 \text{ HP} \approx 7 \text{ HP}$$

4.3.2.10. Cálculo de Potencia de la Bomba JOCKEY requerida

Para determinar la potencia, se emplea el 10% del caudal del sistema y el 110% de la presión del sistema. Por otro lado, la eficiencia (η) muestra un rango de rendimiento del 60% al 70%, del cual se tomará el valor inferior, es decir, el 60%. Para el cálculo de la potencia para la bomba JOCKEY, se aplicará la fórmula utilizada para obtener la potencia del motor principal.

$$Q_s = 6 \text{ l/s} * 0,1 = 0,6 \text{ TDH}$$

$$P_s = 65 \text{ TDH} * 1,1 = 71,5 \text{ TDH}$$

$$P = \frac{Q_s * P_s}{76 * \eta}$$

$$P = \frac{0,6 \text{ l/s} * 71,5 \text{ TDH}}{76 * 0,6}$$

$$P = 0,94 \text{ HP} \approx 1 \text{ HP}$$

4.3.3. Selección de bombas contra incendios

4.3.3.1. Bomba contra incendios principal

Para seleccionar el tipo de bomba apropiada, es crucial considerar tres criterios esenciales:

- Requisitos del sistema
- Rendimiento de la bomba

En esta instalación, se recomienda que la provisión de agua sea efectuada mediante un dispositivo situado en la superficie, el cual suministrara a una bomba con una capacidad de 100 gpm. Por ende, se ha elegido una bomba principal de tipo centrífuga, configurada de manera horizontal y succión positiva conforme a la norma NFPA 20. Dicha bomba esta certificada y tiene una capacidad nominal de 120 gpm a una presión de 99,5 psi.

4.3.3.1.1. Características de la bomba principal

Las características destacadas de la bomba elegida son:

- Marca: weg
- Modelo: 30H-7,5MW
- Flujo máximo: 120 gpm

- Presión máxima: 99,5 psi
- Transmisión monofásica: 230v a 60 Hz
- Potencia: 7,5 HP



Figura 24. Motor weg 30H-10MW (IGNACIO GOMEZ IHM)

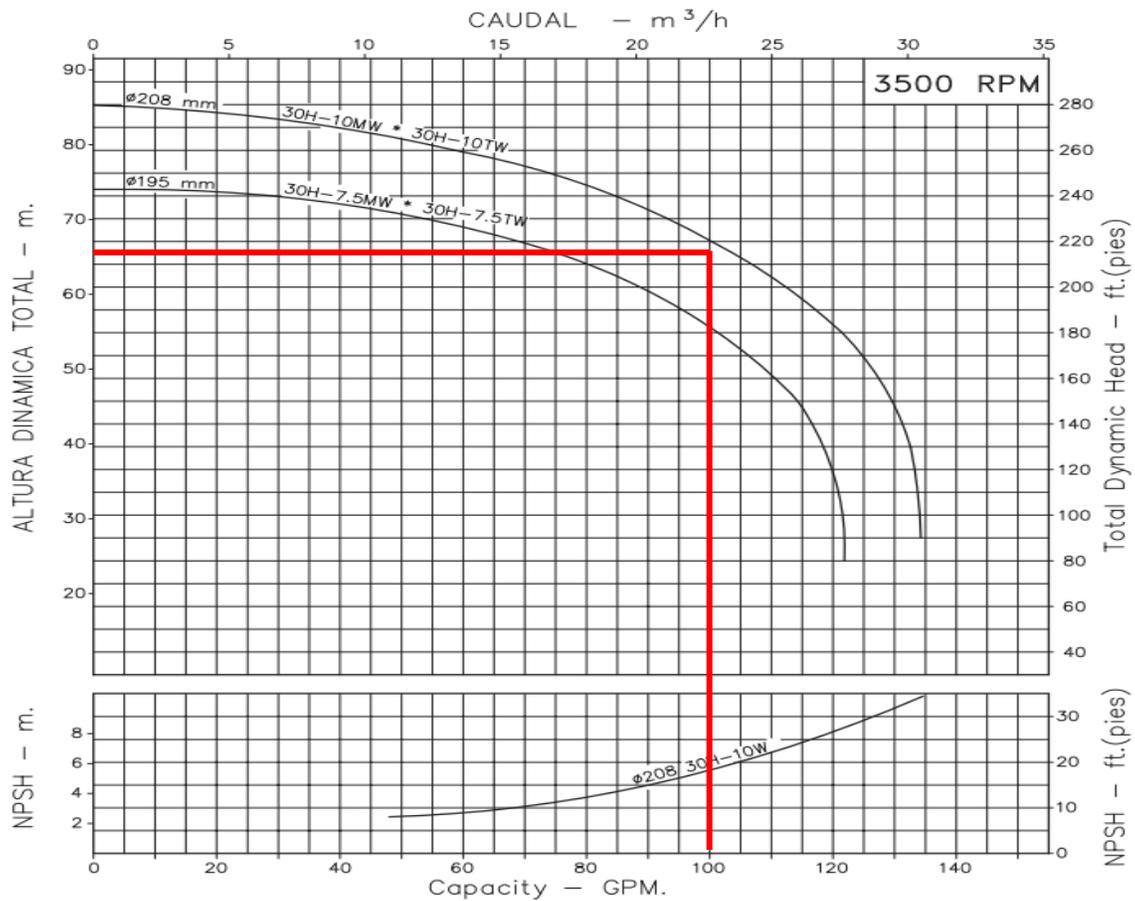


Figura 25. Curva de rendimiento de la bomba weg 30H-7,5MW (IGNACIO GOMEZ IHM)

4.3.3.2. Bomba contra incendios JOCKEY

La bomba contra incendios jockey, reconocida también como bomba complementaria, está encargada de mantener la presión en el sistema con una capacidad nominal que no sea menor que las tasas habituales de pérdidas, las cuales deben calcularse para prevenir cualquier descarga que pudiera acontecer a través de un gabinete.

4.3.3.2.1. Característica de la bomba contra incendios JOCKEY

Las características destacadas de la bomba contra incendios JOCKEY elegida son:

- Marca: weg
- Modelo: TB-300 MW
- Flujo máximo: 15 gpm
- Presión máxima: 128 psi
- Transmisión monofásica: 110/220v a 60 Hz
- Potencia: 1,5 HP



Figura 26. Bomba JOCKEY TB-300MW (IGNACIO GOMEZ IHM)

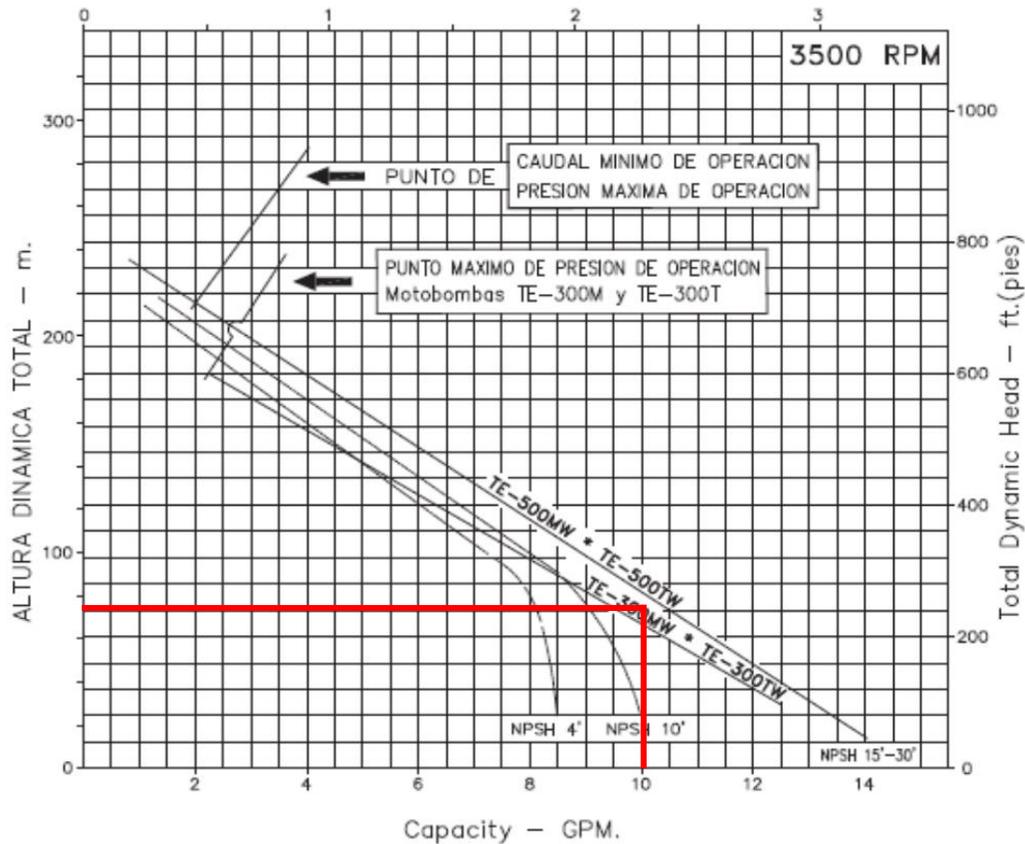


Figura 27. Curva de rendimiento de la bomba weg JOCKEY TB-300MW (IGNACIO GOMEZ IHM)

4.3.4. Tablero de control

4.3.4.1. Tablero de control bomba contra incendios principal

El controlador debe contar con la aprobación de UL y FM para utilizarlo con motores eléctricos en sistemas de bombeo, ya sea en modalidad de control manual o automático, y debe ser ensamblado en fábrica. Este sistema de control está específicamente diseñado para iniciar automáticamente la operación de la bomba principal.

- Marca: ATX1B7.52VFP
- Potencia: 7,5 a 15 HP
- Voltaje: 230 v
- Tipo de arranque: estrella-delta, con variador de frecuencia



Figura 28. Tablero de control bomba principal ATX1B7.52VFP (bombeo)

4.3.4.2. Tablero de control bomba contra incendios JOCKEY

El tablero está configurado para activar automáticamente la bomba contra incendios jockey en caso de que haya disminución de la presión en el sistema. Presenta las siguientes especificaciones:

- Marca: ATX1ECL1.52JKT
- Potencia: 1,5 a 3 HP
- Volate: 220 v
- Tipo de arranque: estrella-delta, con variador de frecuencia



Figura 29. Tablero de control bomba JOCKEY ATX1ECL1.52JKT (BOMBAS & REPARACIONES Ingeniería SAS)

4.3.5. Gabinete contra incendios

Según lo establecido por el “Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios”[49], los Gabinetes Contra Incendios deben contar con el siguiente equipamiento:

- Válvula angular de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ ” para conexión de manguera
- Extintor de PQS 10 libras
- Llave spanner
- Hacha pico 5 libras
- Rack portan mangueras
- Pitón $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ ”
- Niple $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ ”
- 30 m de manguera palan de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ ” de lona y caucho
- Gabinete contra incendios de color rojo de 70 x 70 x 20 cm

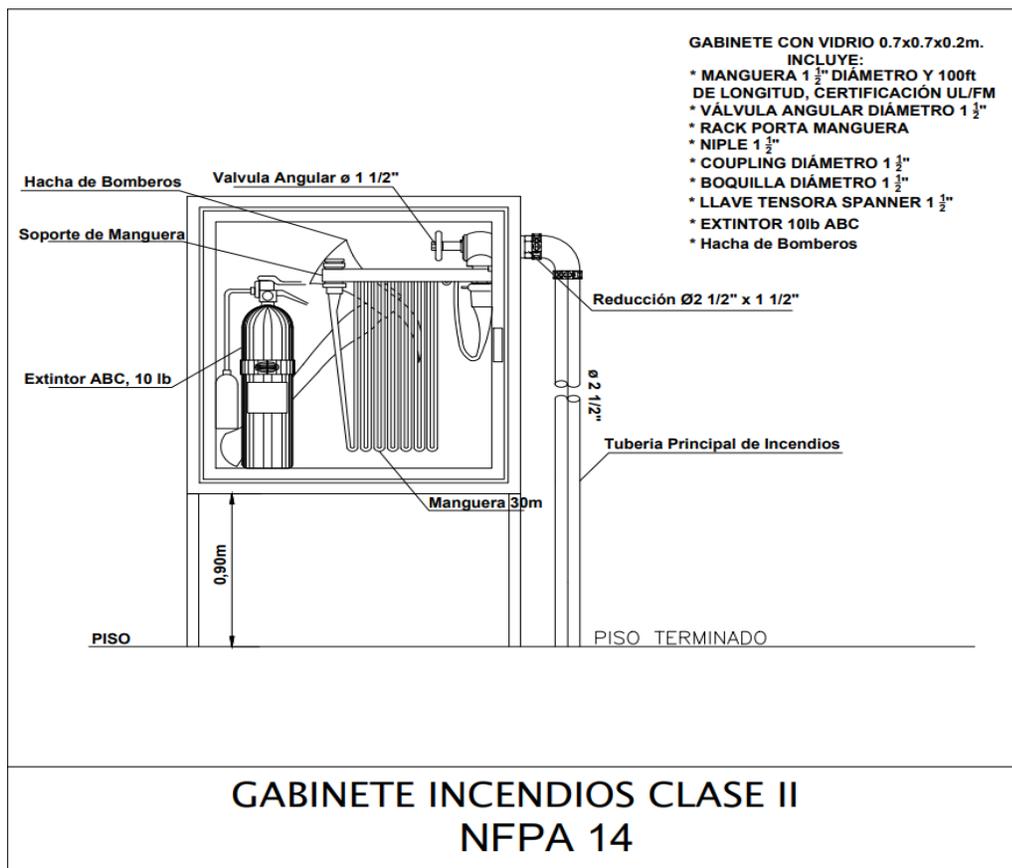


Figura 30. Gabinete contra incendios Case II

4.3.6. Cuarto de Bombas contra incendio

El cuarto de bombas contra incendios se destina a albergar los equipos de bombeo y elementos constituyentes. En consecuencia, debe contar con dimensiones que permitan una disposición adecuada. Se propone que, para la empresa Terjamanco S.A., el cuarto tenga una superficie de 12,5 m² (2,5 m * 5 m).

Las características del cuarto de bombas contra incendios deben poseer las siguientes atribuciones:

- Accesibilidad conveniente a los equipos
- Iluminación adecuada
- Ventilación adecuada
- Pendiente en el suelo para facilitar el desagua de agua “en caso de fugas”
- Temperatura mínima de 4° c

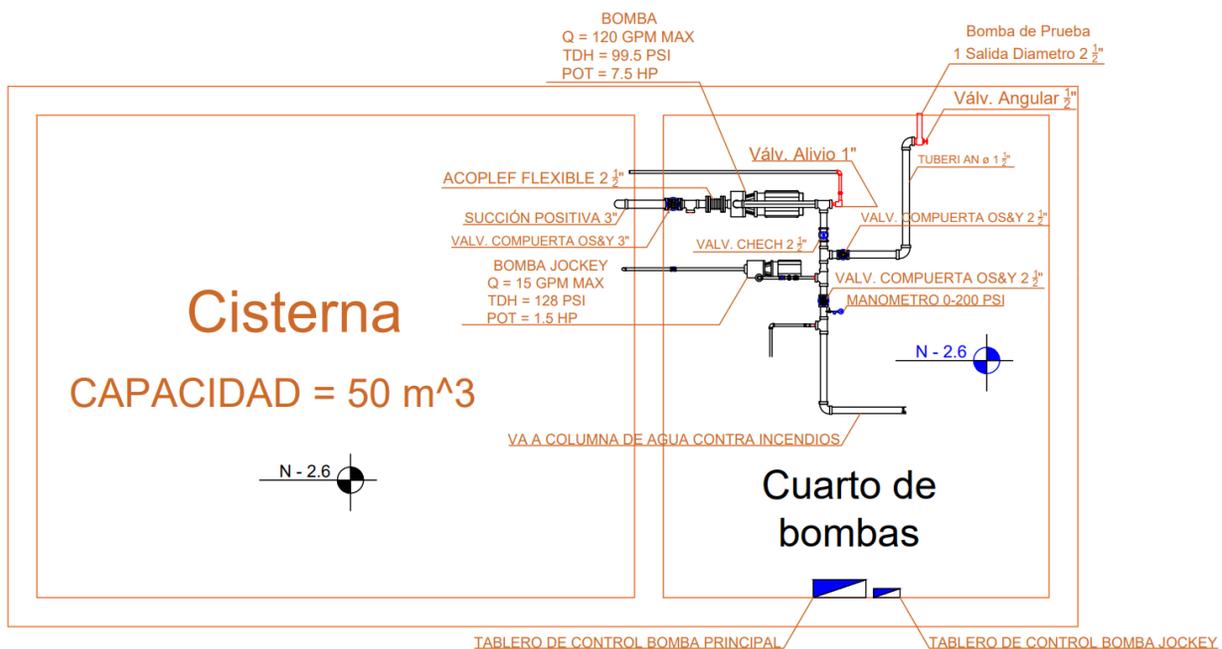


Figura 31. Diseño propuesto de cuarto de bombas

4.3.6.1. Fundición para las bombas

Una fundición y piso apropiado deben ser construidos para ajustar las bombas a las condiciones locales, proporcionando un soporte robusto que garantice la alineación adecuada de la bomba, motores y accesorios. Durante la construcción de la fundición, es esencial mantener una

verticalidad constante y sin interrupciones, asegurándose de que la altura no exceda de 0,3 a 0,5 metros sobre la superficie del suelo terminado.

4.3.7. Cisterna de agua para combatir incendios

El sistema contra incendios se encuentra operada mediante una bomba vertical de succión positiva. En consecuencia, se abastecerá de un único tanque situado a nivel de terreno con una capacidad de 50 m^3 . Para garantizar la resistencia necesaria contra la presión generada por el agua, las paredes de la cisterna estarán construidas con concreto armado, y la dimensioe propuesta serán (5m*5m*3m).

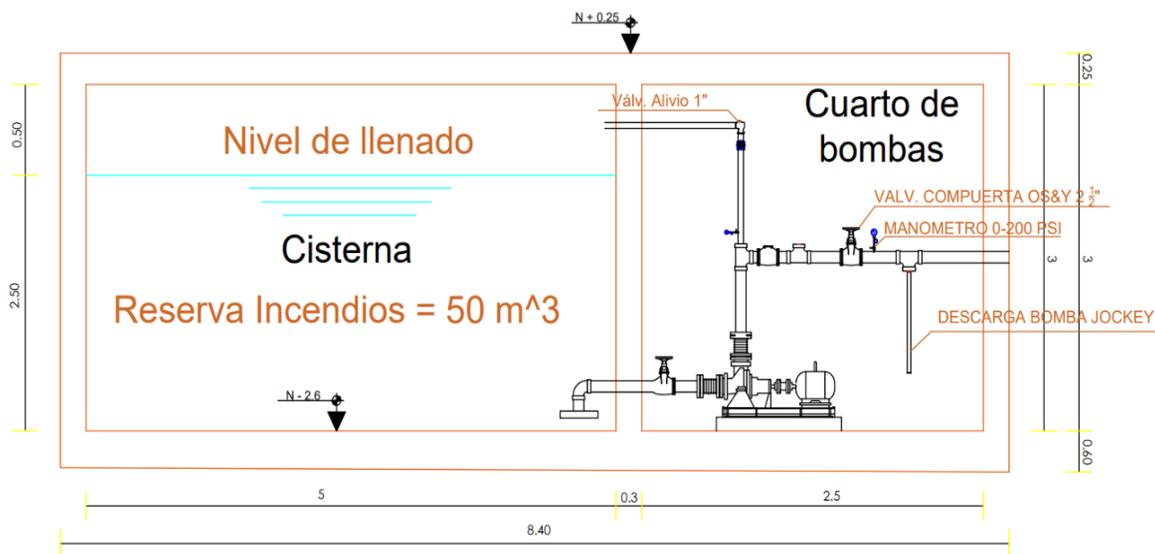


Figura 32. Diseño propuesto de la cisterna contra incendios

4.3.8. Distribución de los extintores portables

Siguiendo las pautas establecidas por la norma NFPA 10, se han de colocar extintores portátiles PQS, CO2 y K en las instalaciones de Terjamanco S.A., adaptándose a las necesidades específicas de la empresa el extintores serán colocados a 1,53 m sobre el suelo como se muestra en la Figura 33. El propósito de esta disposición es proporcionar una herramienta efectiva y accesible para hacer frente a conatos de incendio en sus etapas iniciales.

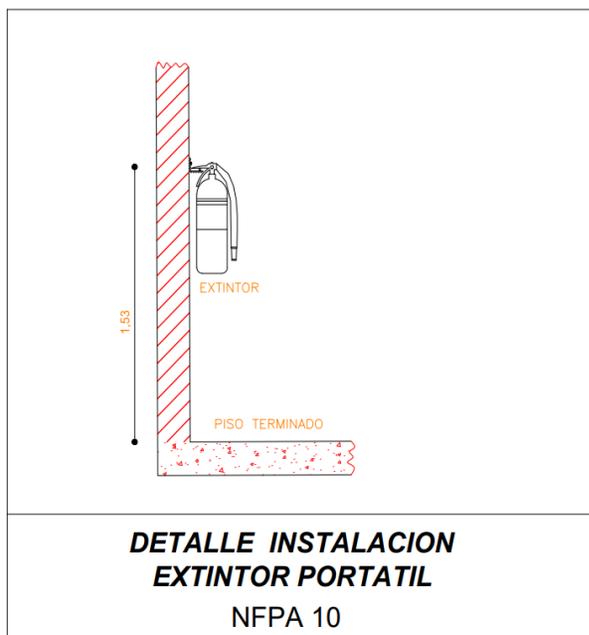


Figura 33. Posición del extintor

A continuación, se detalla la distribución de los extintores en las diversas áreas de la empresa.

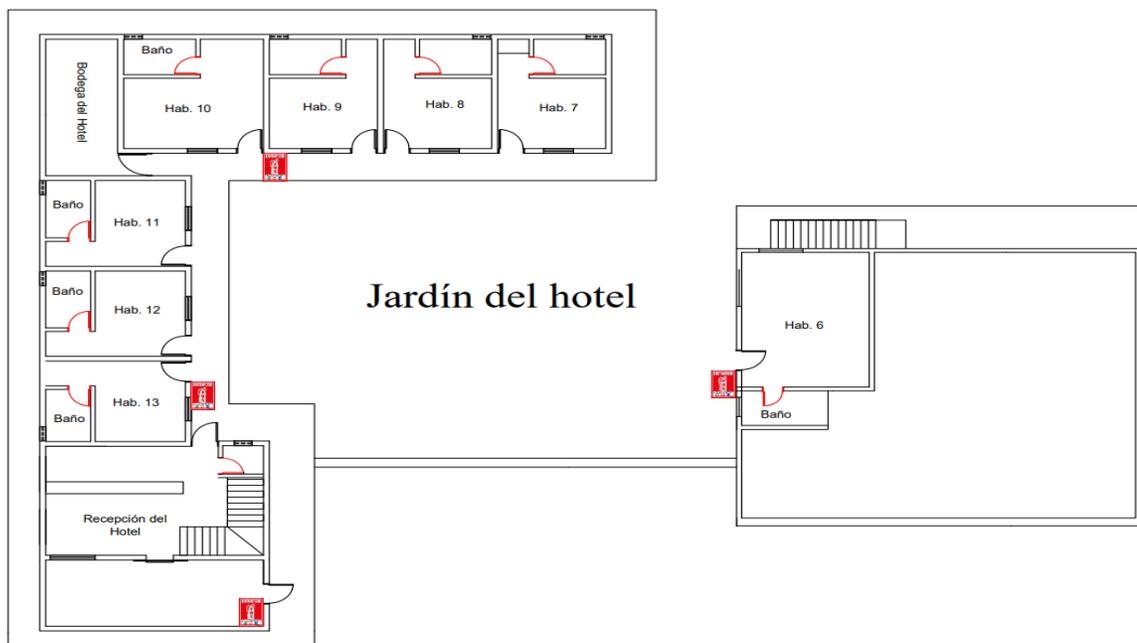


Figura 34. Ubicación de extintores Hotel planta baja



Figura 35. Ubicación de extintores Hotel primer piso

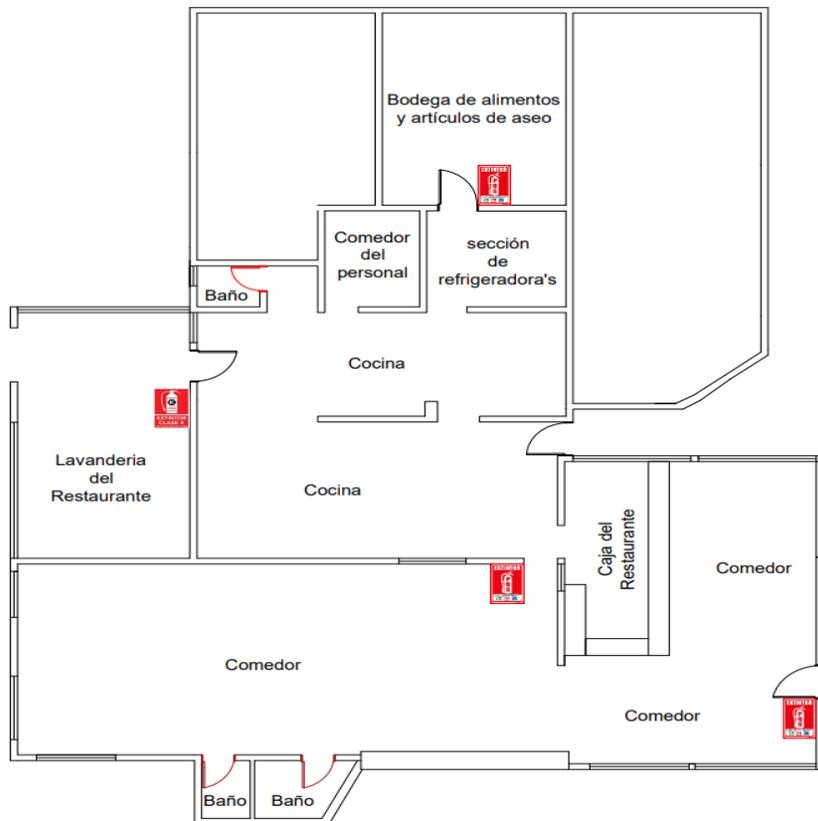


Figura 36. Ubicación de extintores restaurante, bodega secundaria y cocina

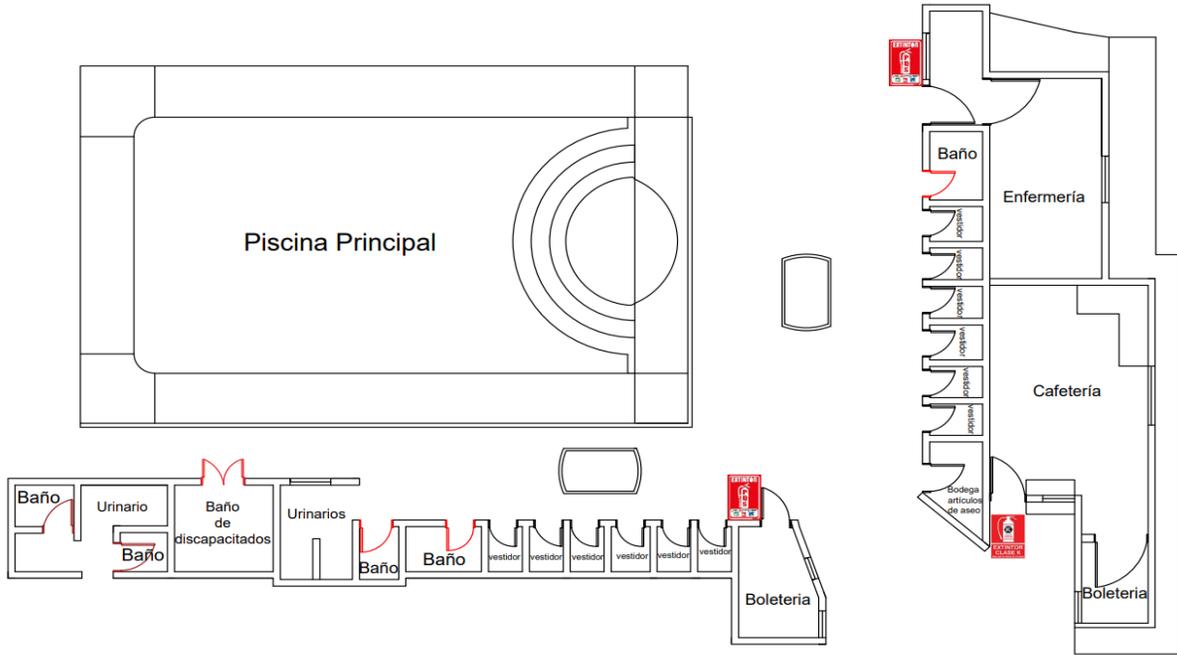


Figura 37. Ubicación de extintores boletería, cafetería y enfermería

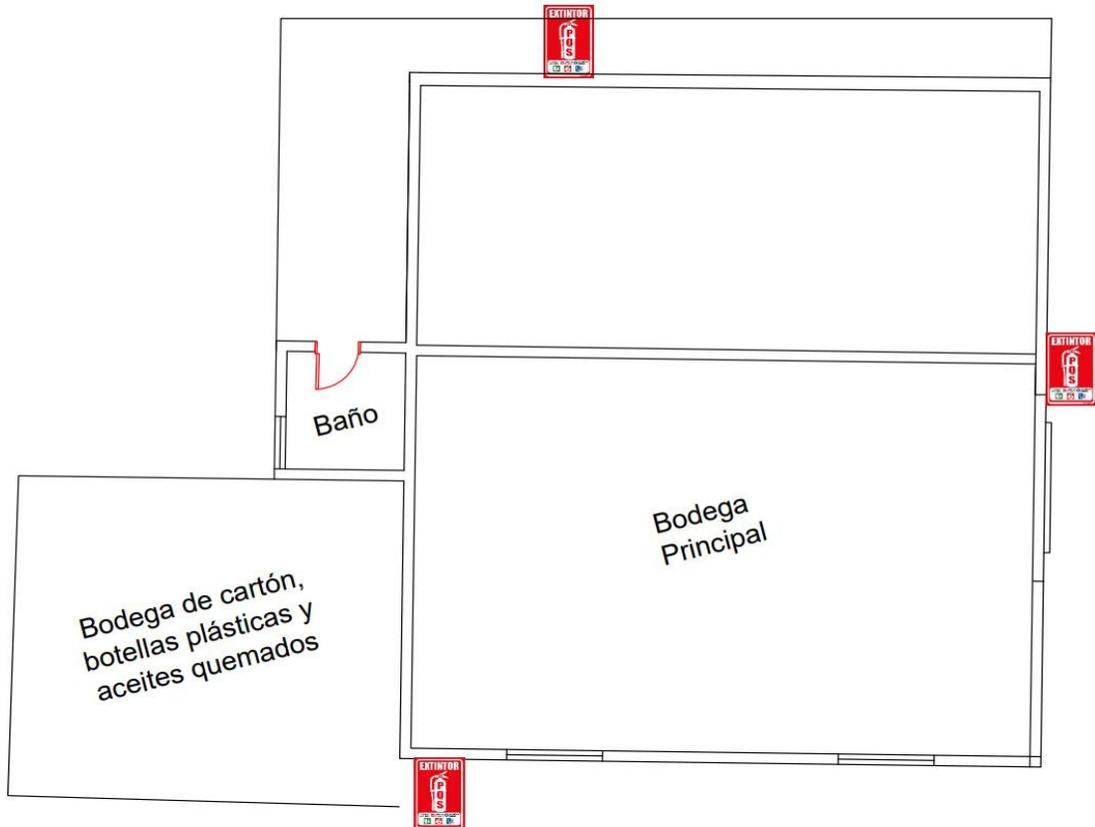


Figura 38. ubicación de extintores bodega principal

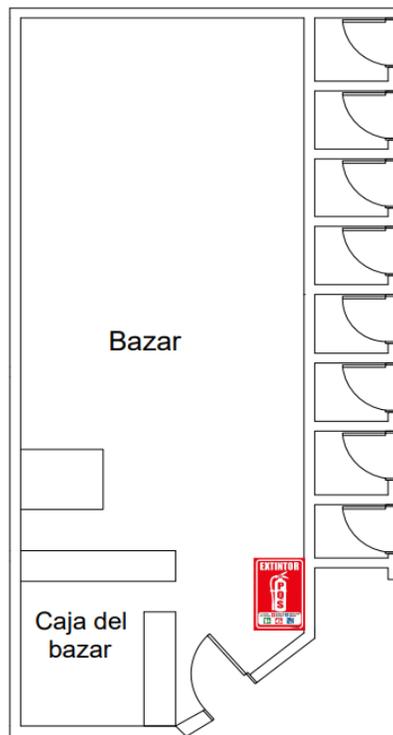


Figura 39. Ubicación de extintor bazar



Figura 40. Ubicación del extintor en el cuarto de tanque de gas



Figura 41. Ubicación de extintor en hidromasaje, cuarto de caldera y bombas

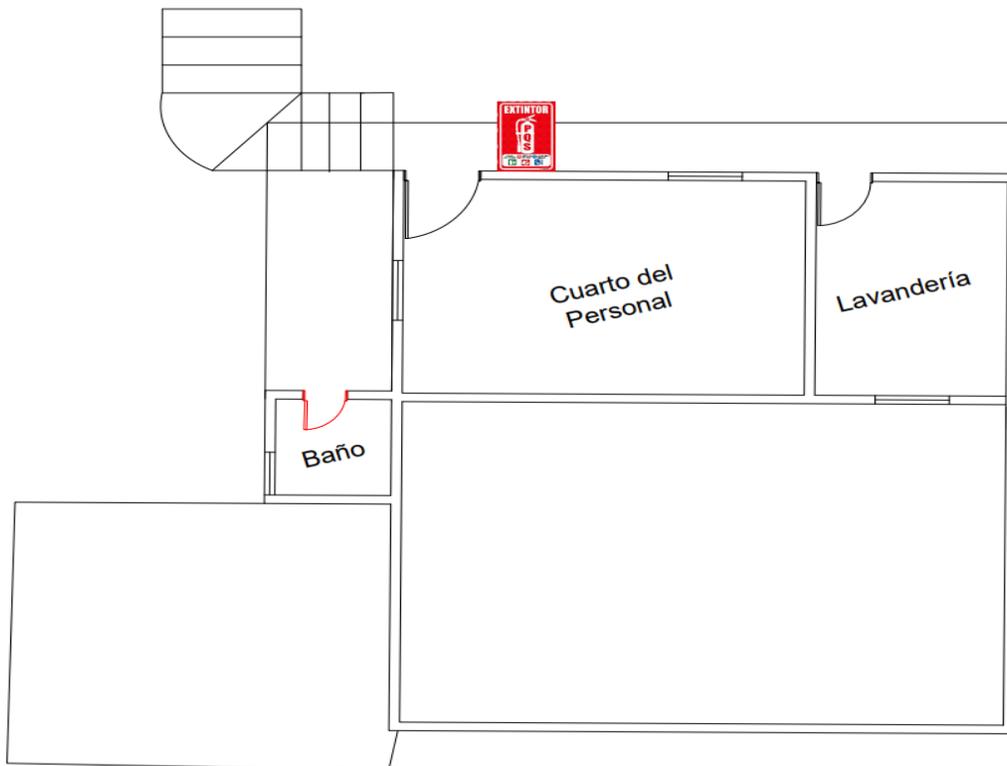


Figura 42. Ubicación de extintor en oficinas y cuarto de trabajadores planta baja

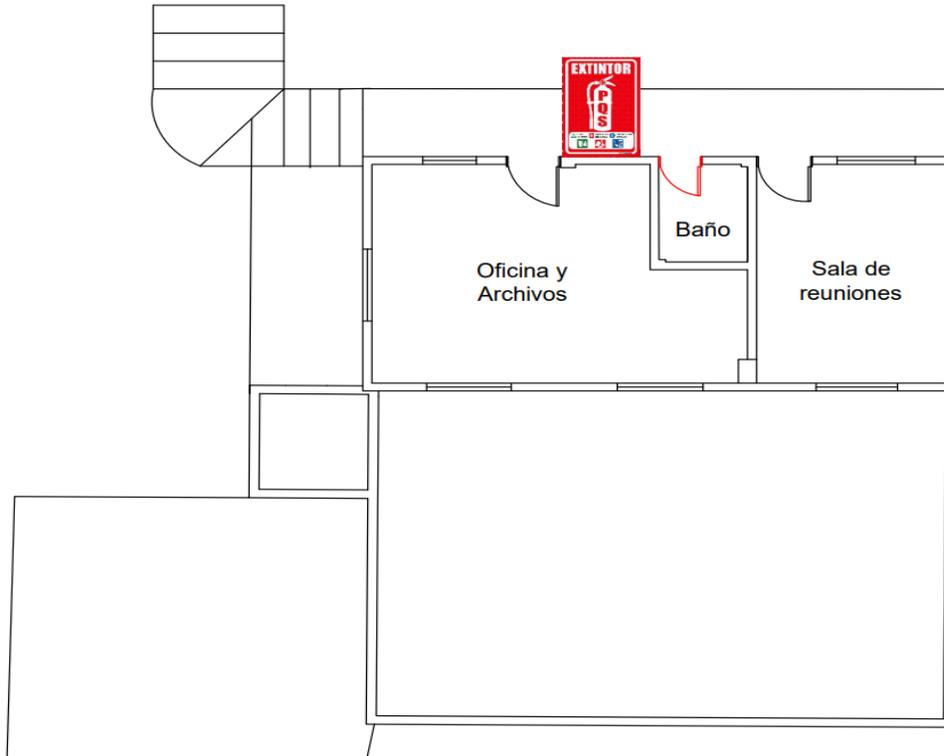


Figura 43. Ubicación de extintor en oficinas y cuarto de trabajadores primera planta

4.4. ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con el diseño hidráulico, Terjamanco S.A. deberá instalar 5 gabinetes Clase II conforme a las regulaciones de NFPA 14, donde la distancia de protección establecida debe abarcar un área de 40 m^2 . Los gabinetes se distribuirán estratégicamente en las zonas de mayor importancia dentro de la empresa. Según los cálculos realizados, la distancia total desde el cuarto de bombas hasta el gabinete más lejano tiene una distancia lineal de 92,52 m.

Adicionalmente, se ha considerado la pérdida de presión a causa de la fricción en la tubería, que asciende a 15,3026 psi, incluyendo la pérdida por accesorios. Además, se ha calculado la pérdida de presión por altura, tomando la distancia desde el motor hasta la altura del gabinete, resultando en una pérdida por altura de 4,5504 psi al multiplicarla por la constante 1,422 psi.

Finalmente, se han evaluado las pérdidas por accesorios de reducción, utilizando la fórmula correspondiente al índice 3.3.4, obteniendo un valor de 0,0904 psi.

Al agregar las pérdidas acumuladas junto con los 70 psi necesarios en el gabinete más lejano, se obtuvo una pérdida total de 90,393 psi, que constituye la presión nominal requerida para el sistema de gabinetes.

Considerando que el hidráulico integrará técnicas manuales de extinguir los gabinetes, se ha llegado a la conclusión de que el sistema de prevención de incendios deberá tener una capacidad de caudal de 100 gpm y una presión de 91 psi. Esto asegura que todas las áreas susceptibles de incendio puedan ser debidamente atendidos por las bombas contra incendios, satisfaciendo así los criterios previamente mencionados.

Dado que los cuerpos de bomberos más cercanos tienen tiempos de respuesta que oscilan entre 40 minutos y 1 hora con 6 minutos, es crucial que la reserva de agua para el sistema contra incendios cuente con una autonomía de 60 minutos. Por ende, se ha calculado una reserva de agua de 50 m³ en un único tanque, considerando el caudal necesario para el sistema en general y asegurando una succión positiva.

4.4.1. Gastos de inversión

La inversión en un sistema hidráulico de protección contra incendios se considera fundamental, ya que los incendios acarrearán gastos importantes para la empresa. La carencia de un sistema que evite o apague los incendios podría ocasionar la destrucción completa o parcial de todas las actividades, además del peligro de posibles pérdidas de vidas humanas.

4.4.1.1. Optimización de gastos primarios

Los gastos directos guardan una estrecha relación con el producto, proyecto o servicio en consideración. Es decir, son los desembolsos que están directamente ligados a la elaboración y culminación de un producto, y en este ambiente concreto, se circunscriben exclusivamente a un proyecto, y que se refiere a una instalación.

Dentro de las múltiples clasificaciones de gastos directos vinculados a este plan de instalación, se contemplan los siguientes:

4.4.1.1.1. Costos de materiales básicos

Se les caracteriza como materiales primarios, dado que los elementos presentados en la Tabla 36 reflejan el valor medio obtenido a través de múltiples consultas realizadas a proveedores de dispositivos, insumos y complementos dirigidos a este proyecto.

Tabla 36. Costo de materia prima

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
EQUIPO DE BOMBEO				
Bomba de agua marca WEG, modelo 30H-7.5MW, flujo máximo 120 gpm y una presión máxima de 99.5 psi. La bomba de conexión monofásica de 230v a 60 Hz, con una potencia 7.5 HP y un peso de 101 kg de color rojo	unidad	1	12699	12699
Bomba de agua JOCKEY, modelo TB-300MW, flujo máximo de 15 gpm y una presión máxima de 128 psi. La bomba es de conexión monofásica de 110v/220v a 60Hz, con una potencia de 1.5 HP de color rojo	unidad	1	3728	3728
TUBERÍA DE ACCESORIOS 3 Y 2 ½ PULG				
Tubo de acero cédula 40 de 2 ½ de 6 m	Unidad	33	63,64	2100,12
Tee de 2 ½ ranurada cédula 40	Unidad	9	13,64	122,76
Codo de 90° de 2 ½ ranurada cédula 40	Unidad	18	8,97	161,46
Tapón ranurado	Unidad	5	4,65	23,25
Acople ranurado de 2 ½	Unidad	12	6,80	81,6
Codo de 20° de 3 ranurada cédula 40	Unidad	1	23,23	23,23
TUBERÍA Y ACCESORIOS DE 1 ½ PULG				
Tubería de 1 ½ cédula 40 de 6 m	Unidad	4	28,83	115,32
Codo de 90° ranurada de cédula 40	Unidad	5	5,49	27,45
Unión universal roscada de 1 ½	Unidad	4	3,3	13,2
GABINETE CONTRA INCENDIOS				
Válvula angular NPT X NST UL/FM 1 ½	Unidad	5	97,95	489,75
Pitón de bronce 1 ½	Unidad	5	28,62	143,1
Niple de bronce 1 ½	Unidad	5	8,92	44,6
Cajetín para gabinete de incendios 70*70*20	Unidad	5	75	375
Brazo porta manguera	Unidad	5	40,42	202,1
Manguera de caucho y lona de doble chaqueta para incendios 30 m	Unidad	5	294	1.470
Extintor del tipo PQS de 10 lb	Unidad	5	32	160
Hacha para gabinete contra incendios	Unidad	5	18,42	92,1
Acople flexible 2 ½	Unidad	2	11,61	23,22
BANCO DE VÁLVULAS DE 2 ½				
Válvula compuerta de 3 UL/FM	Unidad	1	254,62	254,62
Válvula compuerta de 2 ½ UL/FM	Unidad	2	166,92	333,84

Válvula Check o de retención de 2 ½ UL7FM	Unidad	2	50,30	100,60
Válvula Check o de retención de 1 ½ UL7FM	Unidad	1	42	42
Válvula de alivio de 1 ½	Unidad	1	129,30	129,30
Válvula Angular	Unidad	1	136	136
Manómetro 0-200 psi 2 ½	Unidad	1	68,38	68,38
Manómetro 0-200 psi 1 ½	Unidad	1	24,40	24,40
CONEXIÓN PARA CUERPO DE BOMBEROS				
Válvula siamesa de 2 ½ * 2 ½ * 2 ½	Unidad	1	258,72	258,72
TANQUE Y OBRA CIVIL				
Material para cuarto de bomba para sistema contra incendios 8.40m*5.4m*3.95m, con base de concreto de 60 cm.	Unidad	1	9,540	9540
EXTINTORES PORTÁTILES				
Extintor del tipo PQS de 10 lb	Unidad	16	32	512
Extintor del tipo CO2 de 20 lb	Unidad	1	107	107
Extintor del tipo K 12.5 lb	Unidad	2	65	130
			SUBTOTAL	33702,12
			12% IVA	4044,26
			TOTAL	37746,37

4.4.1.1.2. Costo de mano de obra

En la Tabla 37, se presentan los costos totales de la mano de obra propuesta para la instalación del proyecto, que incluye la participación del ingeniero encargado del diseño, tres técnicos y un ayudante. El objetivo de este equipo es llevar a cabo la implementación del sistema contra incendios, asegurando su correcto funcionamiento.

Una vez completada la instalación del sistema contra incendios, se llevará a cabo una exhaustiva prueba de funcionamiento. Esta prueba tiene como finalidad identificar posibles fugas de agua o cualquier anomalía en el sistema, así como verificar el adecuado rendimiento de la bomba. Este proceso de verificación es esencial para garantizar la eficacia del diseño realizado y proporcionar a la empresa Terjamanco S.A. la confianza necesaria para enfrentar cualquier eventualidad de incendio en cualquier área de sus instalaciones.

Tabla 37. costo de mano de obra

RUBRO/EMPLEADO	INGENIERO	TÉCNICO 1	TÉCNICO 2	TÉCNICO 3	AYU. TÉCNICO	TOTAL
Salario mínimo vital (2024)	460	460	460	460	460	
Sueldo	800	600	600	600	500	3100
IESS (11.35%)	90,8	68,1	68,1	68,1	56,75	351,85
Vacaciones	32,24	24,17	24,17	24,17	20,15	124,9
Desahucio	13,66	12,5	12,5	12,5	10,41	61,57
Total mensual	936,7	704,77	704,77	704,77	587,31	3638,32

4.4.1.1.3. Presupuesto referencial del proyecto

Después de agregar todos los costos correspondientes a materiales y mano de obra, se obtiene el costo total de inversión para el proyecto de implementación del sistema hidráulico de extinción contra incendios de Terjamanco S.A.

Tabla 38. Costo del proyecto

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	
COSTO DE MATERIAL	37746,37
COSTO DE MANO DE OBRA	3638,32
TOTAL	41384,69

4.5. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y ANÁLISIS DEL MECANISMO DE ACUERDO CON LA NORMA NFPA 25

4.5.1. Responsabilidad del personal designado

El delegado de la empresa debe nombrar a un encargado para asegurar el correcto cuidado del sistema de protección contra incendios que utiliza agua. La revisión, verificación y cuidado deben ser ejecutados únicamente por individuos con la formación y habilidades adecuadas. Es crucial coordinar con el designado todas las tareas vinculadas a la revisión, verificación y cuidado, con el propósito de reducir al mínimo cualquier eventual daño derivado de la activación por la descarga de agua.

4.5.2. Aviso de cierre o verificación del sistema

El delegado de la empresa debe informar a la autoridad pertinente y a los lugares receptores de las alarmas antes de llevar a cabo pruebas o desconectar el sistema o su suministro. La

comunicación sobre la desconexión del sistema debe incluir detalles exhaustivos, como el motivo de la prueba o desconexión, los sistemas o elementos afectados, el horario estimado para la desconexión o prueba, junto con la duración anticipada de la interrupción del sistema durante la prueba.

4.5.3. Frecuencia de las evaluaciones, verificación y mantenimiento

- **Intervalo:** Periodo mínimo y máximo entre sucesos
- **Diariamente:** Que sucede a diario
- **Semanalmente:** Que tiene lugar una vez cada semana calendario
- **Mensualmente:** Que ocurre una vez al mes según el calendario

4.5.4. Registro

Es fundamental documentar todas las acciones relacionadas con la inspección, prueba y mantenimiento del sistema y sus elementos. El encargado correspondiente debe mantener estos registros, los cuales deben ser aptos para su almacenamiento y acceso digital.

Es necesario que los archivos contengan los siguientes datos:

- La tarea o acción ejecutada (por ejemplo, examen, evaluación o conservación)
- La entidad o proveedor encargado de ejecutar la tarea
- La frecuencia necesaria para realizar la tarea
- Los resultados alcanzados y las fechas de ejecución de la tarea
- El nombre y los resultados de contacto del dueño o contratista competente, incluyendo al responsable de dirigir la actividad

Estos archivos deben encontrarse a disposición de la autoridad competente cuando sean solicitados.

4.5.5. Plan de cuidado para el depósito de almacenamiento de agua

Se sugiere la construcción de un depósito de agua con una capacidad total de reserva contra incendios de $50 m^3$ para este diseño.

4.5.5.1. Evaluación del nivel hidráulico, análisis de profundidad

La comprobación del nivel de agua debe llevarse a cabo mediante el indicador adecuado, en caso de estar accesible. El depósito debe hallarse tanto en el nivel de agua total como en el nivel de agua especificado en el diseño.

4.5.5.2. Análisis de la temperatura del agua

La temperatura del agua dentro del depósito no debe caer por debajo de los 4°C. Se precisa que el depósito cuente con un dispositivo de advertencia de temperatura baja que satisfaga los requerimientos de la normativa NFPA 72 y esté enlazado a un lugar bajo monitoreo continuo. Es obligatorio que el depósito sea objeto de inspección y registro cada tres meses durante el período de calefacción, en situaciones donde la temperatura promedio sea inferior 4°C.

4.5.6. Prueba de equipo de bombeo

Se requiere realizar una evaluación de las bombas contra incendios operadas por motor eléctrico en condiciones de inactividad, de manera semanal. La frecuencia de estas evaluaciones debe ser determinadas a través de un análisis de riesgos autorizado.

La ejecución de la prueba debe efectuarse a través del encendido automático de la bomba. Cualquier modificación, inspección visual o ajuste señalado en el inventario siguiente debe llevarse a cabo durante la inoperancia de la bomba.

- Registrar las lecturas del manómetro de las presiones de succión y expulsión del sistema
- En caso de que las presiones más altas o bajas excedan los límites establecidos, anotar todos los detalles del registro de eventos que ayuden a detectar la irregularidad

Las inspección visual pertinentes y las modificaciones específicas en los requisitos siguientes deben llevarse a cabo durante el funcionamiento de la bomba.

- Registrar la presión inicial de la bomba utilizando el interruptor de presión o el transductor presión
- Tomar nota de las mediciones del manómetro para las presiones de succión y descarga de sistema
- Evaluar las prensaestopas de empaque de la bomba en busca de posibles fugas

- Registrar la lectura obtenida del interruptor de presión o del transductor de presión y controla con la lectura del manómetro de descarga de la bomba

4.5.6.1. Análisis de los efectos de las pruebas de bombas para la extinción de incendios

La evaluación de los desempeños obtenidos en las pruebas de los dispositivos contra fuegos debe ejecutarse según los siguientes parámetros:

- No es admisible incrementar la velocidad del motor más allá de la velocidad oficial de la bomba como un medio para alcanzar el rendimiento certificado de las misma
- Los resultados de las pruebas de los dispositivos contra incendios serán considerados satisfactorios solamente si cumple con todas las siguientes especificaciones:
 1. La bomba de extinción de fuego satisface las condiciones de caudal y fuerza, correspondiente a una mayor solicitud, que están siendo atendidas por la bomba de extinción de fuego según los datos de diseño del sistema proporcionados por el dueño
 2. La bomba de extinción de incendio proporciona la totalidad del flujo nominal
 3. La presión efectiva en cada punto de flujo es de al menos 95% de uno de los siguientes:
 - a) Grafica inicial de la bomba proporcionada por el fabricantes
 - b) Grafica original de prueba de campo sin modificación
 - c) Grafica generada a partir de los datos de la placa de información de la bomba contra incendios

Ante la falta de observación de los parámetros previamente establecidos, resulta imperativo requerir la implementación de las siguientes medidas:

- Se requiere informar al dueño por escrito acerca de los resultados inaceptables de las pruebas
- Debe realizar una investigación para determinar la causa de los resultados inaceptables de las pruebas

- La incapacidad para cumplir con la demanda máxima del sistema debe considerarse como una situación de inoperatividad
- Se debe considerar como deficiencia tanto la vibración excesiva como los componentes desgastados o flojos
- La disminución en el rendimiento que, a pesar de ello, cumple con la demanda máxima del sistema debe tratarse como una deficiencia no crítica
- Se debe notificar al dueño por escrito una vez concluidas las correcciones realizadas

4.5.6.2. Informes

La empresa debe mantener y generar reportes escritos sobre los resultados alcanzados en las pruebas ejecutadas en los sistemas de extinción de incendios.

Es necesario que el reporte contenga, como mínimo, la siguiente información:

- Información inicial para una evaluación exhaustiva del funcionamiento de los dispositivos de bombeo, que abarca las presiones en la entrada y salida, mediciones de corriente y voltaje, así como la velocidad de operación
- La eficiencia de la bomba puede o no estar dentro de los estándares operativos
- Desempeño dado por el fabricante y el desempeño real con la curva disponible de descarga
- Arranque del motor hasta el consumo pico de corriente, parada y transferencia de corriente a la bomba
- Comparación de los resultados obtenidos con pruebas ya realizadas con anterioridad

4.5.7. Estrategia de mantenimiento del sistema de montantes y mangueras

En el plan se considera la instalación de un sistema siamés o válvula contra incendios ubicada en un punto estratégico dentro de la empresa, con fácil acceso para los equipos de bombero. Por consiguiente, es imprescindible llevar a cabo inspecciones, pruebas y mantenimientos necesarios para asegurar que los elementos estén libres de corrosión, residuos, deterioro u otras situaciones que puedan comprometer su adecuado desempeño en caso de emergencia de fuego.

Tabla 39. Informe sobre la inspección, prueba y manteniendo del sistema de montantes y conductos (National Fire Protection Association 25, 2020).

Ítem	Frecuencia	Referencia
Inspección		
Gabinete	Anual	6.8.2
Válvula de control		Capítulo 13
Manómetro		Capítulo 13
Manguera	Anual	6.2.5
Conexión para manguera	Anual	6.2.3
Boquilla de manguera	Anual y después de cada uso	6.2.6
Dispositivo de almacenamiento de manguera	Anual	6.2.7
Letrero informativo del diseño hidráulico	Anual	6.2.2
Válvulas de mangueras		Capítulo 13
Tubería	Anual	6.2.4
Dispositivo reguladores de presión		Capítulo 13
Prueba		
Válvulas de control		Capítulo 13
Válvulas del sistema		Capítulo 13
Prueba de flujo	Cada 5 años	6.3.1
Manguera		NFPA 1962
Dispositivos reguladores de presión de la conexión paras		Capítulo 13
Prueba hidrostática	5 años	Capítulo 13
Prueba del drenaje principal		6.3.2
Válvula de control de presión		Capítulo 13
Válvula de reductora de presión		Capítulo 13
Dispositivo de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvula)		Capítulo 13
Prueba de estado de válvula		Capítulo 13
Dispositivo de supresión de válvulas		Capítulo 13
Dispositivos de alarma de flujo de agua		Capítulo 13
Mantenimiento		
Válvulas de mangueras		Capítulo 13
Válvulas de mangueras		Capítulo 13
Válvulas (todo los tipos)	Anual/según fuera necesario	Capítulo 13

4.5.7.1. Inspección

4.5.7.1.1. Componentes

La revisión ocular de los elementos de los sistemas de montantes y conductos debe efectuarse de manera anual o conforme a las señalado en la Tabla 39.

4.5.7.1.2. Letrero explicativo del diseño hidráulico

El letrero indicativo del diseño hidráulico para sistemas de montantes necesita ser revisado cada año para asegurar que este instalado de forma segura, sujetado correctamente y sea fácilmente legible.

- Se requiere sustituir cualquier letrero de información relacionada con el diseño hidráulico que este ausente o resulte ilegible
- Un sistema de montantes que no esté adecuadamente dimensionado según las especificaciones del diseño hidráulico debe incluir un letrero informativo correspondiente, indicado “sistema de cédula de tubería”

4.5.7.1.3. Optimización de las uniones destinadas a las mangueras

Las uniones destinadas a las mangueras necesitan ser evaluadas cada año para identificar los siguientes estados:

- Cubierta de válvulas ausentes o deterioradas
- Enlaces para mangueras contra incendios dañados
- Mangueras de válvulas ausentes o deterioradas
- Juntas de tapas faltantes o deterioradas
- Escape en la válvula
- Bloqueos visuales y físicos en los enlaces para mangueras
- Dispositivos de control de presión ausentes
- Hilos de válvulas dañados

4.5.7.1.4. Conductos

Los conductos “tuberías” deben ser examinadas de manera anual para identificar las siguientes situaciones:

- Conducto averiado
- Válvula de regulación defectuosa
- Dispositivo indicador de señal de monitoreo averiado

4.5.7.1.5. Mangueras

La revisión anual de la manguera es necesaria para identificar los siguientes estados, tal como lo especifica NFPA 1962:

- Moho, corte, raspaduras y desgaste
- Conexiones de roscas de mangueras deterioradas
- Falta de juntas o juntas deterioradas
- Roscas incompletas en la válvula o en el niple de soporte de la manguera
- Prueba de manguera desactualizadas

4.5.7.1.6. Extremos de tuberías

Las puntas de las tuberías deben ser examinadas de manera anual con el fin de identificar las siguientes situaciones:

- Ausencia de la punta de la manguera
- Empaquetaduras ausentes o en mal estado
- Bloqueos
- Funcionamiento incorrecto

4.5.7.1.7. Dispositivo de almacenamiento de mangueras

Los dispositivos de almacenamiento de mangueras deben ser inspeccionados anualmente para detectar las siguientes condiciones:

- Dificultad para funcionar
- Daños
- Obstrucciones visibles o físicos
- Manguera enrollada de forma inadecuada o mal posicionada en el soporte
- Abrazadera de boquilla no correctamente ajustada y boquilla no adecuadamente asegurada
- Soporte de manguera confirmado dentro del gabinete sin un ángulo de inclinación de al menos 90°

4.5.7.1.8. Armarios

Los armarios deben someterse a una inspección anual con el fin de identificar las siguientes condiciones:

- Revisión general para detectar piezas corroídas o dañadas
- Problemas de aperturas
- Incapacidad de la puerta del armario para abrirse completamente
- Daños en el vidrio de la puerta, como grietas o roturas
- Mal funcionamiento de la cerradura en armarios con vidrio rompible
- Ausencia o mal posicionamiento del dispositivo de rompimiento de vidrio
- Falta de identificación adecuada del contenido de los equipos contra incendios
- Obstáculos visuales o físicos
- Accesibilidad fácil de todas las válvulas, mangueras, boquillas, extintores, etc.

4.5.7.2. Evaluación del sistema de columna de agua y conductos de flujo

Cuando exista la posibilidad de daño por agua, se recomienda realizar una prueba de presión de aire en el sistema a 25 psi (1,7 bar) antes de proceder a la introducción de agua en el mismo.

4.5.7.2.1. Prueba de flujo

Se debe realizar una evolución de flujo periódico cada quinquenio en todos los sistemas de montantes automáticos para asegurar que el caudal y la presión en las salidas de las válvulas de mangueras más distantes cumplan con los estándares requeridos, conforme a la demanda del sistema de montantes.

En caso donde llevar a cabo esta evaluación en las salidas de las válvulas de mangueras más remotas no sea factible, se debe recurrir a la autoridad competente para determinar la ubicación más adecuada para realizar dichas pruebas.

Los medios de presión utilizados en estas evaluaciones ser calibrados anualmente con una precisión de $\pm 1\%$.

4.5.7.2.2. Pruebas hidrostáticas

Las pruebas hidráulicas, con una presión no menor a 200 psi (13,7 bar) por un periodo de 2 horas, o a 50 psi (3,4 bar) por encima del límite máximo de presión, cuando esté utilizando excede

los 150 psi (10,3 bar), deben realizar cada 5 años en los sistemas de montantes manuales y semiautomáticos, incluyendo las tuberías de conexión del cuerpo de bomberos.

La presión de la prueba hidrostática debe ser medida en el punto de menor elevación dentro del área o sistema específico que está siendo sometido a prueba.

4.5.8. Optimización del programa de conservación de las válvulas y compuertas

El propietario del inmueble o el delegado designado deben poseer la documentación del fabricante a disposición para ofrecer directrices concretas sobre la inspección, prueba y conservación de las válvulas y equipos relacionadas.

Es necesario resguardar todas las válvulas del sistema contra posibles perjuicios físicos y garantizar su accesibilidad.

Para establecer las frecuencias mínimas necesarias de inspección, pruebas y mantenimientos, es preciso hacer uso de la Tabla 40.

Tabla 40. Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de válvulas, componentes de válvulas de guarniciones (National Fire Protection Association 25, 2020).

Ítem	Frecuencia	Referencia
Inspección		
<i>Válvulas de alarma</i>		
Exterior	Trimestral	13.4.1.1
Interior	Cada 5 años	13.4.1.2
Filtro de succión, otros filtros, orificios	Cada 5 años	13.4.1.2
<i>Conjuntos de montajes de prevención de contraflujo</i>		
Presión reducida	Semanal	13.7.1
Detectores de presión reducida	Semanal	13.7.1
Interior	Cada 5 años	13.7.1.3
<i>Válvula de relación</i>		
Interior	Cada 5 años	13.4.2.1
<i>Válvulas de control</i>		
Todas las válvulas, excepto aquellas bloqueadas o supervisadas	Semanal	13.3.2.1
Bloqueadas o supervisadas	Mensual	13.3.2.1.1
Eléctricamente supervisar	Trimestral	13.3.2.1.2
<i>Válvulas de tubería seca/Dispositivos de apertura rápida</i>		
Cerramiento (durante clima frío)		Capítulo 4
Exterior	Mensual	13.4.5.1.2
Interior	Anual	13.4.5.1.3

Filtros de succión, otros filtros, orificios	Cada 5 años	13.4.5.1.4
Alarma de temperatura baja	Anual	Capítulo 4
<i>Válvulas de diluvios</i>		
Cerramiento (durante clima frío)	Diario/semanal	Capítulo 4
Exterior	Mensual	13.4.4.1.1
Interior	Anual/cada 5 años	13.4.4.1.2
Filtros de succión, otros filtros, orificios	Cada 5 años	13.4.4.1.3
<i>Conexión del cuerpo de bomberos</i>	Trimestral	13.8.1
<i>Manómetros</i>	Mensual/ trimestral	13.2.5
<i>Válvulas de mangueras</i>	Trimestral	13.6.1
<i>Válvulas de acción previa</i>		
Cerramiento (durante clima frío)		Capítulo 4
Exterior	Mensual	13.4.3.1.1
Interior	Anual/cada 5 años	13.4.3.1.2
Filtros de succión. Otros filtros, orificios	Cada 5 años	13.4.3.1.3
<i>Válvulas reguladoras y de alivio de presión</i>		
Reguladoras de presión maestra	Semanal	13.5.4.1
Reguladores de presión de conexión para mangueras	Anual	13.5.2.1
Reguladoras de presión de soportes de mangueras	Anual	13.5.3.1
Alivio de circulación de bombas contra incendios	Con la prueba sin flujo	13.5.6.1
Válvula principal de alivio de presión bombas contra incendios	Con la prueba de la bomba contra incendios	13.5.6.2.1
<i>Dispositivo indicador de señal de supervisión de válvula</i>	Trimestral	13.3.2.1.3
<i>Dispositivo de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)</i>	Trimestral	13.2.6.1
Prueba		
<i>Conjuntos de montaje de prevención de contraflujo Válvulas de control</i>	Anual	13.7.2
Funcionamiento y posición	Anual	13.3.3.1
Prueba de estado de válvulas	Después de que la válvula de control es cerrada y nuevamente abierta	13.3.3.4
De supresión	Semestral	13.3.3.5
<i>Válvula de diluvio</i>		
Prueba de activación	Anual/cada 3 años	13.4.4.2.3
<i>Válvulas de acción previa</i>		
Agua de cebado	Trimestral	13.4.3.2.1

Prueba de activación	Anual/cada 3 años	13.4.3.2.2 y 13.4.3.2.3
Fugas de aire	Cada 3 años	13.4.3.2.6
Alarma de temperatura baja	Anual	13.4.3.2.12
<i>Válvula reguladora y aliviadora de presión</i>		
Reguladores de presión maestras	Trimestral/anual	13.5.4.2 y 13.5.4.3
Reductores de presión de conexión para mangueras	Anual/cada 5 años	13.5.2.2 y 13.5.2.3
De alivio de circulación de bombas contra incendios	Anual/cada 5 años	13.5.3.3 y 13.5.3.2
Válvula de alivio de presión de bombas contra incendios	Con la prueba de la bomba contra incendios	13.5.6.2.2
<i>Válvula de mangueras</i>	Anual/cada 3 años	13.6.2
<i>Alarma de flujo de agua</i>	Trimestral/semestral	13.2.4
<i>Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)</i>	Anual	13.2.6.2
Mantenimiento		
<i>Válvulas de alarma</i>	Según fabricante	13.4.1.3
<i>Conjunto de montaje de prevención de contraflujo</i>	Según fabricante	13.7.3
<i>Válvulas de retención</i>	Según fabricante	13.4.2.2
<i>Válvulas de control (esclusas de vástago ascendente)</i>	Anual	13.3.4
<i>Válvulas de diluvio</i>	Anual/cada 5 años	13.4.4.3
<i>Válvulas de tubería seca/dispositivo de apertura rápida</i>	Anual	13.4.5.3
<i>Válvulas de mangueras</i>	Según sea necesario	13.6.3
<i>Válvulas de acción previa</i>	Anual/cada 5 años	13.4.3.3

4.5.8.1. Inspección de medidores de presión

Los instrumentos de medición de presión deben ser revisados mensualmente para asegurar su funcionamiento adecuado y su integridad física.

Los medidores de presión encargados de supervisar la presión del agua necesitan ser revisados cada tres meses para asegurar que se mantenga la presión estándar del suministro hídrico.

Los medidores de presión necesitan ser sustituidos cada 5 años o sometidos a una evaluación periódica cada 5 años mediante su comparación con un instrumento calibrado.

Los medidores de presión cuya presión no se encuentre dentro del margen del 3% de la escala verdadera necesita ser recalibrado o sustituido.

4.5.8.2. Válvula de control en sistema de salvaguardas contra fuegos a base de agua

Cada válvula reguladora debe estar claramente identificada y contar con una placa que señale el sistema o la parte del sistema que regula.

Cada válvula que típicamente opera en estado de apertura o cierre debe ser asegurada mediante un dispositivo de sellado o bloqueo, o bien, debe ser monitoreada eléctricamente conforme a las regulaciones pertinentes de la NFPA.

No se debe exigir sellado ni inspección eléctrica para la válvula de las mangueras.

4.5.8.2.1. Inspección de válvulas y componentes

Es necesario realizar una revisión semanal de todas las válvulas.

Se requiere que las válvulas sujetas a bloqueo o supervisión conforme a las regulaciones NFPA pertinente sean sometidas a una inspección mensual.

Los sistemas de alerta para supervisar las válvulas de control deben someterse a inspecciones trimestrales para garantizar su integridad física.

Las revisión de la válvula de regulación debe asegurarse de que las válvulas se encuentren en las condiciones siguientes:

- En posición estándar abierta o cerrada
- Cerradas, aseguradas (con candados) o bajo vigilancia
- Disponibles
- Válvulas de indicación de poste (válvula de indicador de posición de poste PIV) operadas con las llaves correspondientes
- Sin escape externo
- Dotadas del adecuación etiquetado

Las válvulas de los conductos deben ser revisadas cada tres meses para asegurarse de que se encuentren en las siguientes condiciones:

- Las cubiertas de los conductos están correctamente posicionadas y no muestran ningún tipo de deterioro
- Las conexiones de las tuberías están en buen estado, sin evidencia de daños
- Las tuberías de las válvulas están intactas sin señales de deterioro
- Los sellos no presentan daños ni muestran indicios de desgaste
- Las válvulas no están bloqueadas ni presentan ningún impedimento para su funcionamiento normal debido a otros factores

Las interconexiones del cuerpo de bomberos deben ser evaluadas de manera trimestral para verificar lo siguiente:

- Las conexiones del cuerpo de bomberos son evidentes y accesibles
- Los acoplamientos o vínculos giratorios no muestran señales de deterioro y rotan sin contratiempos
- Los tapones o cubiertas están correctamente colocados y no exhiben ningún tipo de desperfecto
- Las juntas están instaladas adecuadamente
- Los letreros de identificación se encuentran colocados en su lugar correspondientes
- La válvula de retención no experimenta fugas
- La válvula automática de drenaje está instalada apropiadamente y opera correctamente
- Las juntas de conexión del cuerpo de bomberos están debidamente ubicadas y funcionan apropiadamente
- Se realiza una inspección del interior de la conexión para detectar posibles obstrucciones
- Las tuberías visibles que suministran a la conexión del cuerpo de bomberos no presentan ningún tipo de daño

Cada año es necesario realizar revisiones internas en caso de que se instalen cubiertas de bloques o tapas de bloqueo autorizados.

Los elementos deben ser adecuadamente preparados o sustituidos según lo requieran las inspecciones del fabricante.

Se debe eliminar cualquier impedimento que esté presente.

Las tuberías que se extienden desde el punto de conexión del cuerpo de bomberos hasta las válvulas retención de este deben someterse a pruebas hidrostáticas a una presión de 150 psi durante un mínimo de 5 horas, al menos una vez cada 5 años.

4.5.8.3. Evaluación de las válvulas y elementos componentes

Es necesario realizar una evaluación anual del conducto principal de drenaje de cada punto de entrada del suministro hídrico al sistema de protección contra incendios basado en agua del edificio. Esto se hace con el fin de detectar cualquier modificación en las condiciones del suministro de agua.

Es necesario activar cada válvula reguladora al menos una vez al año en todas sus capacidades y luego devolverla a su estado inicial.

Las válvulas señalizaciones de poste deben ser accionadas hasta que se perciba la resistencia o la fuerza del resorte en la barra, lo cual señal que la barra no se ha desacoplado de la válvula.

Este examen debe realizarse en cada ocasión en que se cierre la válvula.

Las válvulas de señalización de poste y las válvulas de compuerta de vástago ascendente (OS&Y) deben girarse un cuarto de vuelta desde la posición de apertura total para prevenir bloqueos.

Es necesario realizar una evaluación del estado de las válvulas cada vez que la válvula de control se cierre y se vuelva abrir en la sección ascendente del sistema.

Las válvulas de las mangueras en las estaciones adyacentes a los sistemas de rociadores y los sistemas de montantes Clase II deben someterse a pruebas cada 3 años, operándolas para abrir y cerrarlas.

4.5.9. Evaluación de las condiciones internas de las tuberías

Es necesario realizar una evaluación de las condiciones internas de las tuberías con el fin de examinar la posible existencia de sustancias extrañas, tanto orgánicas como inorgánicas.

Es necesario realizar una revisión periódica de la integridad interna de los conductos cada 5 años como mínimo, con el fin de detectar la posible presencia de sustancias extrañas tanto orgánicas como inorgánicas.

4.5.9.1. Indagación y medidas preventivas contra bloqueo

Se quiere realizar una investigación de las obstrucciones en las tuberías primarias del sistema o del área exterior, en caso de que se presenten alguna de la siguientes circunstancias:

- Falla primordial en las bombas contra incendios que succionan de fuentes de agua al aire libre
- Liberación de materiales obstruccionistas durante las pruebas rutinarias de agua
- Presencia de objetos extraños en el agua durante las pruebas de drenaje o bloqueo de los puntos de inspección de las conexiones de prueba
- Presencia de materiales desconocidos detectados en las tuberías del sistema durante el drenaje, llenado o en otras circunstancias que implique el flujo de agua a través del sistema
- Existencia de una cantidad suficiente de materiales orgánicos o inorgánicos extraños en las tuberías
- Reactivación del sistema después de un cese prolongado (superior a 1 año)
- Aumento del 50% en el tiempo requerido para que el agua atraviese la conexión de prueba de inspección desde el momento en que se activa la válvula durante una prueba de activación con flujo completo de un sistema de rociadores de tubería seca, en comparación con la prueba original de aceptación del sistema

Es necesario inspeccionar los sistemas ara identificar posibles bloqueos internos en casos donde se presenten circunstancias que pudieran provocar la obstrucción de las tuberías.

Conclusiones

- A través de la exhaustiva investigación documental, se ha recopilado información valiosa a partir de sólidas bases teóricas. Este proceso se ha llevado a cabo con el objetivo de diseñar un sistema contra incendios, eficiente y alineado con los estándares establecidos, con especial atención a los requisitos y métodos especificados en la norma NEC-HS-IC.
- Se realizó el nivel de riesgo en Terjamanco S.A. mediante la lista de verificación NTP 599 y el método Meseri. Los resultados revelaron un incumplimiento del 81,28% con respecto a la norma NTP 599, lo cual es motivo de preocupación, ya que no se logra satisfacer los requisitos establecidos por dicha normativa. Adicionalmente, a través del método Meseri, se obtuvo una puntuación global de 5,6, indicando un nivel de riesgo medio. Esto sugiere que en caso de producirse un incendio, existen altas posibilidades de ocasionar pérdidas tanto humanas como materiales.
- Se diseñó un sistema contra incendios integral, fundamentado en cálculos precisos. De acuerdo con dichos cálculos, se determinó que el sistema debe estar equipado con una bomba jockey para asegurar un suministro constante de 10 gpm a una presión de 101 psi. Esta configuración garantiza una presión estable en todo el sistema. Asimismo, se incorpora una bomba principal con un caudal de 100 gpm y una presión de 91 psi para una respuesta eficaz en situaciones de emergencia, además consta de una cisterna de 50 m³. Este diseño optimizado proporciona una solución robusta y confiable para la protección contra incendios.

Recomendaciones

- Se sugiere llevar a cabo capacitaciones para el personal de la empresa, enfocadas en el correcto manejo de los gabinetes contra incendios y accesorios en las acciones a seguir en caso de un conato de incendio. Estas capacitaciones deben ser facilitadas por un experto debidamente capacitado en la materia, garantizando así un conocimiento sólido y práctico para la seguridad de todos los colaboradores.
- Es imperativo realizar los mantenimientos correspondientes en cada uno de los componentes del sistema, siguiendo rigurosamente las pautas establecidas en la norma NFPA 25; esto se hace con el objetivo de preservar la eficiencia operativa del sistema y asegurar la durabilidad de todos los componentes y equipos involucrados.
- Para asegurar el funcionamiento óptimo del sistema contra incendios, es esencial llevar a cabo un mantenimiento preventivo riguroso y realizar pruebas periódicas de la red. Estas acciones son fundamentales para identificar y abordar cualquier factor que pueda comprometer la eficacia de la respuesta ante un evento de incendio, garantizando así la fiabilidad y eficiencia del sistema en todo momento.
- Se establecer brigadas internas en la planta y poner en marcha un programa de pruebas semanales para evaluar la efectividad del sistema contra incendios. Esta iniciativa no solo permitirá que los empleados se familiaricen con los procedimientos de emergencia, sino que también garantizará una respuesta ágil y coordinada en caso de un incidente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] «CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008.pdf».
- [2] M. Jara, «Un incendio en restaurante alarmó a clientes en Cuenca», El Comercio. Accedido: 29 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/incendio-restaurante-cuenca-alarma-clientes.html>
- [3] B. Y. F. María, «FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL».
- [4] «D-CD88315.pdf».
- [5] D. B. M. Buitrago y E. C. R. Martin, «DISEÑO DETALLADO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA SEDE CARRERA 13».
- [6] S&P, «Sistema contra incendios: medidas de prevención y jet fans | S&P», S&P Sistemas de Ventilación. Accedido: 25 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/sistema-contra-incendios/>
- [7] R. P. Salillas, «¿Qué es la Protección Pasiva Contra Incendios? - mercor tecresa®», Mercor Tecresa. Accedido: 25 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://mercortecresa.com/blog/que-es-la-proteccion-pasiva-contra-incendios>
- [8] A. N. S.L, «DETECTOR DE HUMO Y CALOR». Accedido: 25 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.domodesk.com/517-detector-de-humo-y-calor.html>
- [9] «Extintores portátiles», AprendEmergencias. Accedido: 25 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.aprendemergencias.es/incendios/extintores-portatiles/>
- [10] «Sistemas de Rociadores Automáticos», Alliance Specialized Systems. Accedido: 25 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://alliance-fire.com/servicios/sistemas-de-rociadores-automaticos/>
- [11] «Sistema de supresión de incendios, Sistemas de extinción de fuego», Edintel. Accedido: 25 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://edintel.com/supresion-de-incendios/>

- [12] «Protección pasiva contra incendios | Qué es y cómo funciona». Accedido: 25 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://puertasasturmex.com/blog/como-funciona-la-proteccion-pasiva-contra-incendios/>
- [13] L. A. M. Inc, «Diferencia entre la protección pasiva y activa contra incendio». Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.blazemaster.com/blog-sp/diferencia-entre-proteccion-pasiva-activa-contra-incendios>
- [14] «Señalización: protección pasiva activa ante el incendio de un edificio». Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.e-zigurat.com/es/blog/senalizacion-proteccion-pasiva-activa-ante-incendio-edificio/>
- [15] «Riesgos Laborales en el Trabajo: ¿Qué tipos existen?», Universidad Virtual. | UNIR Ecuador - Maestrías y Grados virtuales. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/riesgos-laborales/>
- [16] «extintores portátiles contra incendios2.pdf». Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6228/1/extintores%20port%C3%A1tiles%20contra%20incendios2.pdf>
- [17] «ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD.pdf».
- [18] A. Lanchas, «EL TRIANGULO DEL FUEGO». Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.aelaf.es/el-triangulo-del-fuego/>
- [19] F. Navarro, «Componentes del triángulo del fuego y del tetraedro del fuego», Canal Gestión Integrada. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/el-triangulo-y-el-tetraedro-del-fuego/>
- [20] «El triángulo y el tetraedro del fuego. Sistemas contra incendios», Grupo Prointex. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.grupoprointex.com/el-triangulo-y-el-tetraedro-del-fuego/>
- [21] J. de C. León, «Los combustibles». Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://energia.jcyl.es/web/es/biblioteca/combustibles.html>

- [22] SEO, «Combustible sólido: qué son y sus tipos», Gasogenio. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://gasogenio.com/es/blog/combustible-solido-que-son-y-sus-tipos/>
- [23] «¿Qué es el Combustible líquido?», Gasogenio. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://gasogenio.com/es/glosario/combustible-liquido/>
- [24] «Tipos de fuego: ¿Cómo podemos clasificarlos? | ZENITH Extintores», Extintores ZENITH: Empresa Líder en Seguridad contra Incendios. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://extintoreszenith.com/tipos-de-fuego-como-clasificarlos/>
- [25] «Fuego tipo A», Extintores Numancia. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.extintoresnumancia.com/fuego-tipo-a.html>
- [26] «¿Cuáles son los fuegos clase B y como se apagan?», Canal Gestión Integrada. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/clases-de-fuego-clase-b/>
- [27] «Fuego tipo B», Extintores Numancia. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.extintoresnumancia.com/fuego-tipo-b.html>
- [28] «PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS», PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www2.mdp.edu.ar/index.php/institucional/areas-rectorado/subsecretaria-de-servicios/seguridad-e-higiene/prevencion-y-extincion-de-incendios>
- [29] «Fuego tipo C», Extintores Numancia. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.extintoresnumancia.com/fuego-tipo-c.html>
- [30] «Fuego clase D: cómo apagar fuegos en metales». Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.ludusglobal.com/blog/fuego-clase-d-como-apagar-fuegos-en-metales>
- [31] «Fuego tipo D», Extintores Numancia. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.extintoresnumancia.com/fuego-tipo-d.html>

- [32] Alicia, «Fuego Clase F, riesgo crítico en cocinas», Iberext. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.iberext.com/actualidad/fuego-clase-f-riesgo-critico-en-cocinas/>
- [33] «Fuego tipo K», Extintores Numancia. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.extintoresnumancia.com/fuego-tipo-k.html>
- [34] F. Navarro, «Métodos de extinción de incendios, ¿qué debo hacer?», Canal Gestión Integrada. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/las-formas-de-extincion-de-un-incendio/>
- [35] «Presman - Mantenimiento y servicios», Presman. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.extintorespresman.es/extintor-de-espuma/>
- [36] «Extintores PQS». Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.ruedaextintores.com.mx/index.php/productos/extintores-pqs>
- [37] E. Carlisa, «Qué es un extintor de CO2, características y usos - Carlisa ®», Extintores Carlisa. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://extintorescarlisa.es/tipos-de-extintores/extintor-de-co2/>
- [38] «Extintores Acetato de Potasio K / GRUPO CARBER», Grupo Carber. Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://carberservices.com/articulos-de-seguridad/extintores/extintores-tipo-k/>
- [39] F. Arguello, «NFPA 14: Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras - Infoteknico». Accedido: 26 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.infoteknico.com/nfpa-14/>
- [40] «¿Qué es un sistema de alarma contra incendio?» Accedido: 27 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.verisure.pe/blog/que-es-un-sistema-de-alarma-contra-incendio>
- [41] mkx, «▷ Tipos de Detectores de Incendios · Cómo funcionan · Clases y modelos», Pefipresa. Accedido: 27 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.pefipresa.com/blog/tipos-de-detectores-de-incendios-como-funcionan/>

- [42] Regina de Miguel, «Los mejores detectores de humo para prevenir el fuego», El País. Accedido: 27 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://elpais.com/escapate/2023-01-11/los-mejores-detectores-de-humo-para-prevenir-el-fuego.html>
- [43] U. S. Integral, «¿Qué son los sensores de calor y que función cumplen? -», USS. Accedido: 27 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://uss.com.ar/tecnologia-y-equipamiento/sensores-de-calor/>
- [44] F. Arguello, «Detector de llama, los 4 tipos más usados - Infoteknico». Accedido: 27 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.infoteknico.com/detector-de-llama-los-4-tipos-mas-usados/>
- [45] C. Méndez Barón, «Toda la información sobre las alarmas contra incendios», Selectra. Accedido: 27 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://selectra.es/alarmas/tipos-alarmas/incendios>
- [46] «Sistemas de Alarma», Alliance Specialized Systems. Accedido: 27 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://alliance-fire.com/servicios/sistemas-de-alarma-y-deteccion-de-incendio/>
- [47] S. Romero, «Plan de emergencia de una empresa y medidas de emergencia», Portal de la coordinación empresarial. Accedido: 27 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.coordinacionempresarial.com/que-debe-entenderse-por-plan-y-medidas-de-emergencia/>
- [48] A. G. A. Dario y M. M. E. Mauricio, «FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL».
- [49] «REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.pdf». Accedido: 27 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-11/REGLAMENTO%20DE%20PREVENCIÓN%2C%20MITIGACIÓN%20Y%20PROTECCIÓN%20CONTRA%20INCENDIOS.pdf>

- [50] T. Gonzalez, «TERJAMANCO». Accedido: 27 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.terjamanco.com/>
- [51] A. V. E. Trujillo, «Guido Esteban Macchiavello Almeida».
- [52] «NFPA 101, Código de Seguridad Humana (2021)». Accedido: 27 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.nfpa.org/es/product/codigo-nfpa-101/p0101code/nfpa-101-codigo-de-seguridad-humana-2021/10121e>
- [53] «21.-Norma-NFPA-10-2007.pdf». Accedido: 27 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.bomberosdosquebradas.gov.co/wp-content/uploads/2016/09/21.-Norma-NFPA-10-2007.pdf>
- [54] «NFPA 14 Desarrollo de la Norma». Accedido: 27 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/1/4/14>
- [55] «NFPA 20 Desarrollo de la Norma». Accedido: 27 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-20-standard-development/20>
- [56] «Compra la NFPA 25, Norma». Accedido: 27 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.nfpa.org/es/product/norma-nfpa-25/p0025code>

ANEXOS

Anexo 1.

Análisis sistema Meseri área Bazar

EVALUACIÓN DE RIESGO CONTRA INCENDIO METODO MESERI				
Empresa:	Terjamanco S.A	Fecha:	11 de noviembre 2023	
Ubicación:	Bazar			
FACTORES PROPIOS DEL EDIFICIO				
CONSTRUCCIÓN				
Concepto		Coeficiente		Puntos
Nº de pisos	Altura			
1 o 2	Menor de 6m	3		3
3, 4 o 5	Entre 6m y 15m	2		
6, 7, 8 o 9	Entre 15m y 27m	1		
10 o más	Más de 30m	0		
Superficie mayor sector de incendio		Coeficiente		puntos
<i>de 0 a 500m²</i>		5		5
<i>de 501 a 1500m²</i>		4		
<i>de 1501 a 2500m²</i>		3		
<i>de 2501 a 3500m²</i>		2		
<i>de 3501 a 4500m²</i>		1		
<i>más de 4500m²</i>		0		
Resistencia al fuego		Coeficiente		puntos
Alto (hormigón, obra)		10		10
Medio (metálica protegida, madera gruesa)		5		
Bajo (metálica sin proteger, madera fina)		0		
Falso techo		Coeficiente		puntos
Sin falso techo		5		3
Con falso techo incombustible		3		
Con falso techo combustible		0		
FACTORES DE SITUACIÓN				
Distancia de los bomberos		Coeficiente		puntos
Distancia	Tiempo			
Menor de 5 km	< 5 minutos	10		0
Entre 5 y 10 km	Entre 5 y 10 minutos	8		
Entre 10 y 15 km	Entre 10 y 15 minutos	6		
Entre 15 y 20 km	Entre 15 y 25 minutos	2		
Más de 20 km	> 25 minutos	0		
Accesibilidad del edificio		Coeficiente		puntos
Bueno		5		3
Medio		3		
Mala		1		

Muy mala	0		
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD			
Peligro de activación	Coeficiente		puntos
Bajo	10		5
Medio	5		
Alto	0		
Carga térmica	Coeficiente		puntos
Baja ($Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$)	10		5
Media ($100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$)	5		
Alto ($Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$)	0		
Combustibilidad	Coeficiente		puntos
Bajo	5		5
Medio	3		
Alto	0		
Orden, limpieza y mantenimiento	Coeficiente		puntos
Bajo	0		10
Medio	5		
Alto	10		
Almacenamiento en altura	Coeficiente		puntos
Menor a 2 metros	3		2
Entre 2 y 4 metros	2		
Más de 6 metros	0		
FACTOR DE CONCENTRACIÓN			
Factor de concentración de valores	Coeficiente		puntos
Menor de $1000 \text{ \$/m}^2$	3		3
Entre 1000 y $2500 \text{ \$/m}^2$	2		
Mayor $2500 \text{ \$/m}^2$	0		
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN			
Por calor	Coeficiente		puntos
Bajo	10		5
Medio	5		
Alto	0		
Por humo	Coeficiente		puntos
Bajo	10		5
Medio	5		
Alto	0		
Por corrosión	Coeficiente		puntos
Bajo	10		5
Medio	5		
Alto	0		
Por agua	Coeficiente		puntos
Bajo	10		5
Medio	5		
Alto	0		
FACTOR DE PROPAGACIÓN			
Vertical	Coeficiente		puntos
Bajo	5		5
Medio	3		

Alto			0		
Horizontal			Coficiente		puntos
Bajo			5		
Medio			3		5
Alto			0		
SUBTOTAL DE (X)					84
FACTOR DE PROTECCIÓN					
Instalaciones de equipos	Vigilancia humana				Puntos
	Sin		Con		
Detección automática	Sin CRA 0	Con CRA 2	Sin CRA 3	Con CRA 4	0
Rociadores automáticos	Sin CRA 5	Sin CRA 6	Sin CRA 7	Sin CRA 8	5
Extintores portables	1		2		1
Bocas de incendio (BIE)	2		2		2
Hidratantes exteriores	2		4		2
Organización					Puntos
Equipos de primera intervención (EPI)	2		2		2
Equipos de segunda intervención (ESI)	4		4		4
Plan de autoprotección y emergencias	2		4		2
Subtotal (Y)					18

Resultados	
Clasificación (P)	6,25
Evaluación cualitativa	Medio
Evaluación taxativa	Riesgo aceptable

Análisis sistema Meseri área Restauran, Cocina y Bodega de alimentos artículos de aseo

EVALUACIÓN DE RIESGO CONTRA INCENDIO METODO MESERI				
Empresa:	Terjamanco S.A	Fecha:	11 de noviembre 2023	
Ubicación:	Restauran, Cocina y Bodega de alimentos artículos de aseo			
FACTORES PROPIOS DEL EDIFICIO				
CONSTRUCCIÓN				
Concepto		Coeficiente		Puntos
Nº de pisos	Altura			
1 o 2	Menor de 6m	3		3
3, 4 o 5	Entre 6m y 15m	2		
6, 7, 8 o 9	Entre 15m y 27m	1		
10 o más	Más de 30m	0		
Superficie mayor sector de incendio		Coeficiente		
<i>de 0 a 500m²</i>		5		5
<i>de 501 a 1500m²</i>		4		
<i>de 1501 a 2500m²</i>		3		
<i>de 2501 a 3500m²</i>		2		
<i>de 3501 a 4500m²</i>		1		
<i>más de 4500m²</i>		0		
Resistencia al fuego		Coeficiente		puntos
Alto (hormigón, obra)		10		5
Medio (metálica protegida, madera gruesa)		5		
Bajo (metálica sin proteger, madera fina)		0		
Falso techo		Coeficiente		puntos
Sin falso techo		5		3
Con falso techo incombustible		3		
Con falso techo combustible		0		
FACTORES DE SITUACIÓN				
Distancia de los bomberos		Coeficiente		puntos
Distancia	Tiempo			
Menor de 5 km	< 5 minutos	10		0
Entre 5 y 10 km	Entre 5 y 10 minutos	8		
Entre 10 y 15 km	Entre 10 y 15 minutos	6		
Entre 15 y 20 km	Entre 15 y 25 minutos	2		
Más de 20 km	> 25 minutos	0		
Accesibilidad del edificio		Coeficiente		puntos
Bueno		5		3
Medio		3		
Mala		1		
Muy mala		0		
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD				
Peligro de activación		Coeficiente		puntos
Bajo		10		5

Medio	5		
Alto	0		
Carga térmica	Coeficiente		puntos
Baja ($Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$)	10		
Media ($100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$)	5		0
Alto ($Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$)	0		
Combustibilidad	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		0
Alto	0		
Orden, limpieza y mantenimiento	Coeficiente		puntos
Bajo	0		
Medio	5		5
Alto	10		
Almacenamiento en altura	Coeficiente		puntos
Menor a 2 metros	3		
Entre 2 y 4 metros	2		3
Más de 6 metros	0		
FACTOR DE CONCENTRACIÓN			
Factor de concentración de valores	Coeficiente		puntos
Menor de $1000 \text{ \$/m}^2$	3		
Entre 1000 y $2500 \text{ \$/m}^2$	2		0
Mayor $2500 \text{ \$/m}^2$	0		
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN			
Por calor	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		0
Alto	0		
Por humo	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		0
Alto	0		
Por corrosión	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
Por agua	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		10
Alto	0		
FACTOR DE PROPAGACIÓN			
Vertical	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		5
Alto	0		
Horizontal	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		0

Alto				0	
SUBTOTAL DE (X)					52
FACTOR DE PROTECCIÓN					
Instalaciones de equipos	Vigilancia humana				Puntos
	Sin		Con		
Detección automática	Sin CRA 0	Con CRA 2	Sin CRA 3	Con CRA 4	0
Rociadores automáticos	Sin CRA 5	Sin CRA 6	Sin CRA 7	Sin CRA 8	5
Extintores portables	1		2		1
Bocas de incendio (BIE)	2		2		2
Hidratantes exteriores	2		4		2
Organización					Puntos
Equipos de primera intervención (EPI)	2		2		2
Equipos de segunda intervención (ESI)	4		4		4
Plan de autoprotección y emergencias	2		4		2
Subtotal (Y)					18

Resultados	
Clasificación (P)	5,01
Evaluación cualitativa	Medio
Evaluación taxativa	Riesgo aceptable

Análisis sistema Meseri área Hotel

EVALUACIÓN DE RIESGO CONTRA INCENDIO METODO MESERI						
Empresa:	Terjamanco S.A	Fecha:	11 de noviembre 2023			
Ubicación:	Hotel					
FACTORES PROPIOS DEL EDIFICIO						
CONSTRUCCIÓN						
Concepto		Coeficiente		Puntos		
Nº de pisos	Altura					
1 o 2	Menor de 6m	3		3		
3, 4 o 5	Entre 6m y 15m	2				
6, 7, 8 o 9	Entre 15m y 27m	1				
10 o más	Más de 30m	0				
Superficie mayor sector de incendio		Coeficiente				4
de 0 a 500m ²		5				
de 501 a 1500m ²		4				
de 1501 a 2500m ²		3				
de 2501 a 3500m ²		2				
de 3501 a 4500m ²		1				
más de 4500m ²		0		5		
Resistencia al fuego		Coeficiente				5
Alto (hormigón, obra)		10				
Medio (metálica protegida, madera gruesa)		5				
Bajo (metálica sin proteger, madera fina)		0		3		
Falso techo		Coeficiente				3
Sin falso techo		5				
Con falso techo incombustible		3				
Con falso techo combustible		0				
FACTORES DE SITUACIÓN						
Distancia de los bomberos		Coeficiente		puntos		
Distancia	Tiempo					
Menor de 5 km	< 5 minutos	10		0		
Entre 5 y 10 km	Entre 5 y 10 minutos	8				
Entre 10 y 15 km	Entre 10 y 15 minutos	6				
Entre 15 y 20 km	Entre 15 y 25 minutos	2				
Más de 20 km	> 25 minutos	0				
Accesibilidad del edificio		Coeficiente		5		
Bueno		5				
Medio		3				
Mala		1				
Muy mala		0				
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD						
Peligro de activación		Coeficiente		puntos		
Bajo		10		0		

Medio	5		
Alto	0		
Carga térmica	Coficiente		puntos
Baja ($Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$)	10		
Media ($100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$)	5		0
Alto ($Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$)	0		
Combustibilidad	Coficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		3
Alto	0		
Orden, limpieza y mantenimiento	Coficiente		puntos
Bajo	0		
Medio	5		10
Alto	10		
Almacenamiento en altura	Coficiente		puntos
Menor a 2 metros	3		
Entre 2 y 4 metros	2		2
Más de 6 metros	0		
FACTOR DE CONCENTRACIÓN			
Factor de concentración de valores	Coficiente		puntos
Menor de $1000 \text{ \$/m}^2$	3		
Entre 1000 y $2500 \text{ \$/m}^2$	2		0
Mayor $2500 \text{ \$/m}^2$	0		
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN			
Por calor	Coficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		0
Alto	0		
Por humo	Coficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		0
Alto	0		
Por corrosión	Coficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
Por agua	Coficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		0
Alto	0		
FACTOR DE PROPAGACIÓN			
Vertical	Coficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		3
Alto	0		
Horizontal	Coficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		0

Alto			0		
SUBTOTAL DE (X)					43
FACTOR DE PROTECCIÓN					
Instalaciones de equipos	Vigilancia humana				Puntos
	Sin		Con		
Detección automática	Sin CRA 0	Con CRA 2	Sin CRA 3	Con CRA 4	0
Rociadores automáticos	Sin CRA 5	Sin CRA 6	Sin CRA 7	Sin CRA 8	5
Extintores portables	1		2		1
Bocas de incendio (BIE)	2		2		2
Hidratantes exteriores	2		4		2
Organización					Puntos
Equipos de primera intervención (EPI)	2		2		2
Equipos de segunda intervención (ESI)	4		4		4
Plan de autoprotección y emergencias	2		4		2
Subtotal (Y)					18

Resultados	
Clasificación (P)	4,83
Evaluación cualitativa	Medio
Evaluación taxativa	Riesgo no aceptable

Análisis sistema Meseri área Hidromasaje, Turco y Cuartos de bombas y Caldera

EVALUACIÓN DE RIESGO CONTRA INCENDIO METODO MESERI				
Empresa:	Terjamanco S.A	Fecha:	11 de noviembre 2023	
Ubicación:	Hidromasaje, Turco y Cuartos de bombas y Caldera			
FACTORES PROPIOS DEL EDIFICIO				
CONSTRUCCIÓN				
Concepto			Coeficiente	Puntos
Nº de pisos	Altura			
1 o 2	Menor de 6m		3	3
3, 4 o 5	Entre 6m y 15m		2	
6, 7, 8 o 9	Entre 15m y 27m		1	
10 o más	Más de 30m		0	
Superficie mayor sector de incendio			Coeficiente	
de 0 a 500m ²			5	5
de 501 a 1500m ²			4	
de 1501 a 2500m ²			3	
de 2501 a 3500m ²			2	
de 3501 a 4500m ²			1	
más de 4500m ²			0	
Resistencia al fuego			Coeficiente	puntos
Alto (hormigón, obra)			10	5
Medio (metálica protegida, madera gruesa)			5	
Bajo (metálica sin proteger, madera fina)			0	
Falso techo			Coeficiente	puntos
Sin falso techo			5	5
Con falso techo incombustible			3	
Con falso techo combustible			0	
FACTORES DE SITUACIÓN				
Distancia de los bomberos			Coeficiente	puntos
Distancia	Tiempo			
Menor de 5 km	< 5 minutos		10	0
Entre 5 y 10 km	Entre 5 y 10 minutos		8	
Entre 10 y 15 km	Entre 10 y 15 minutos		6	
Entre 15 y 20 km	Entre 15 y 25 minutos		2	
Más de 20 km	> 25 minutos		0	
Accesibilidad del edificio			Coeficiente	puntos
Bueno			5	1
Medio			3	
Mala			1	
Muy mala			0	
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD				
Peligro de activación			Coeficiente	puntos
Bajo			10	5

Medio	5		
Alto	0		
Carga térmica	Coeficiente		puntos
Baja ($Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$)	10		
Media ($100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$)	5		5
Alto ($Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$)	0		
Combustibilidad	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		3
Alto	0		
Orden, limpieza y mantenimiento	Coeficiente		puntos
Bajo	0		
Medio	5		10
Alto	10		
Almacenamiento en altura	Coeficiente		puntos
Menor a 2 metros	3		
Entre 2 y 4 metros	2		3
Más de 6 metros	0		
FACTOR DE CONCENTRACIÓN			
Factor de concentración de valores	Coeficiente		puntos
Menor de $1000 \text{ \$/m}^2$	3		
Entre 1000 y $2500 \text{ \$/m}^2$	2		0
Mayor $2500 \text{ \$/m}^2$	0		
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN			
Por calor	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
Por humo	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
Por corrosión	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
Por agua	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
FACTOR DE PROPAGACIÓN			
Vertical	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		5
Alto	0		
Horizontal	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		5

Alto			0		
SUBTOTAL DE (X)					75
FACTOR DE PROTECCIÓN					
Instalaciones de equipos	Vigilancia humana				Puntos
	Sin		Con		
Detección automática	Sin CRA 0	Con CRA 2	Sin CRA 3	Con CRA 4	0
Rociadores automáticos	Sin CRA 5	Sin CRA 6	Sin CRA 7	Sin CRA 8	5
Extintores portables	1		2		1
Bocas de incendio (BIE)	2		2		2
Hidratantes exteriores	2		4		2
Organización					Puntos
Equipos de primera intervención (EPI)	2		2		2
Equipos de segunda intervención (ESI)	4		4		4
Plan de autoprotección y emergencias	2		4		2
Subtotal (Y)					18

Resultados	
Clasificación (P)	5,9
Evaluación cualitativa	Medio
Evaluación taxativa	Riesgo aceptable

Análisis sistema Meseri área Bodega principal

EVALUACIÓN DE RIESGO CONTRA INCENDIO METODO MESERI				
Empresa:	Terjamanco S.A	Fecha:	11 de noviembre 2023	
Ubicación:	Bodega principal			
FACTORES PROPIOS DEL EDIFICIO				
CONSTRUCCIÓN				
Concepto		Coeficiente		Puntos
Nº de pisos	Altura			
1 o 2	Menor de 6m	3		3
3, 4 o 5	Entre 6m y 15m	2		
6, 7, 8 o 9	Entre 15m y 27m	1		
10 o más	Más de 30m	0		
Superficie mayor sector de incendio		Coeficiente		puntos
<i>de 0 a 500m²</i>		5		5
<i>de 501 a 1500m²</i>		4		
<i>de 1501 a 2500m²</i>		3		
<i>de 2501 a 3500m²</i>		2		
<i>de 3501 a 4500m²</i>		1		
<i>más de 4500m²</i>		0		
Resistencia al fuego		Coeficiente		puntos
Alto (hormigón, obra)		10		5
Medio (metálica protegida, madera gruesa)		5		
Bajo (metálica sin proteger, madera fina)		0		
Falso techo		Coeficiente		puntos
Sin falso techo		5		3
Con falso techo incombustible		3		
Con falso techo combustible		0		
FACTORES DE SITUACIÓN				
Distancia de los bomberos		Coeficiente		puntos
Distancia	Tiempo			
Menor de 5 km	< 5 minutos	10		0
Entre 5 y 10 km	Entre 5 y 10 minutos	8		
Entre 10 y 15 km	Entre 10 y 15 minutos	6		
Entre 15 y 20 km	Entre 15 y 25 minutos	2		
Más de 20 km	> 25 minutos	0		
Accesibilidad del edificio		Coeficiente		puntos
Bueno		5		5
Medio		3		
Mala		1		
Muy mala		0		
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD				
Peligro de activación		Coeficiente		puntos
Bajo		10		0

Medio	5		
Alto	0		
Carga térmica	Coeficiente		puntos
Baja ($Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$)	10		
Media ($100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$)	5		0
Alto ($Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$)	0		
Combustibilidad	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		2
Alto	0		
Orden, limpieza y mantenimiento	Coeficiente		puntos
Bajo	0		
Medio	5		0
Alto	10		
Almacenamiento en altura	Coeficiente		puntos
Menor a 2 metros	3		
Entre 2 y 4 metros	2		2
Más de 6 metros	0		
FACTOR DE CONCENTRACIÓN			
Factor de concentración de valores	Coeficiente		puntos
Menor de $1000 \text{ \$/m}^2$	3		
Entre 1000 y $2500 \text{ \$/m}^2$	2		0
Mayor $2500 \text{ \$/m}^2$	0		
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN			
Por calor	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		0
Alto	0		
Por humo	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
Por corrosión	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		10
Alto	0		
Por agua	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		10
Alto	0		
FACTOR DE PROPAGACIÓN			
Vertical	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		5
Alto	0		
Horizontal	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		3

Alto			0		
SUBTOTAL DE (X)					56
FACTOR DE PROTECCIÓN					
Instalaciones de equipos	Vigilancia humana				Puntos
	Sin		Con		
Detección automática	Sin CRA 0	Con CRA 2	Sin CRA 3	Con CRA 4	0
Rociadores automáticos	Sin CRA 5	Sin CRA 6	Sin CRA 7	Sin CRA 8	5
Extintores portables	1		2		1
Bocas de incendio (BIE)	2		2		2
Hidratantes exteriores	2		4		2
Organización					Puntos
Equipos de primera intervención (EPI)	2		2		2
Equipos de segunda intervención (ESI)	4		4		4
Plan de autoprotección y emergencias	2		4		2
Subtotal (Y)					18

Resultados	
Clasificación (P)	5,17
Evaluación cualitativa	Medio
Evaluación taxativa	Riesgo aceptable

Análisis sistema Meseri área Oficinas, Cuarto del personal y Lavandería

EVALUACIÓN DE RIESGO CONTRA INCENDIO METODO MESERI				
Empresa:	Terjamanco S.A	Fecha:	11 de noviembre 2023	
Ubicación:	Oficinas, Cuarto del personal y Lavandería			
FACTORES PROPIOS DEL EDIFICIO				
CONSTRUCCIÓN				
Concepto		Coeficiente		Puntos
Nº de pisos	Altura			
1 o 2	Menor de 6m	3		3
3, 4 o 5	Entre 6m y 15m	2		
6, 7, 8 o 9	Entre 15m y 27m	1		
10 o más	Más de 30m	0		
Superficie mayor sector de incendio		Coeficiente		puntos
de 0 a 500m ²		5		5
de 501 a 1500m ²		4		
de 1501 a 2500m ²		3		
de 2501 a 3500m ²		2		
de 3501 a 4500m ²		1		
más de 4500m ²		0		
Resistencia al fuego		Coeficiente		puntos
Alto (hormigón, obra)		10		10
Medio (metálica protegida, madera gruesa)		5		
Bajo (metálica sin proteger, madera fina)		0		
Falso techo		Coeficiente		puntos
Sin falso techo		5		3
Con falso techo incombustible		3		
Con falso techo combustible		0		
FACTORES DE SITUACIÓN				
Distancia de los bomberos		Coeficiente		puntos
Distancia	Tiempo			
Menor de 5 km	< 5 minutos	10		0
Entre 5 y 10 km	Entre 5 y 10 minutos	8		
Entre 10 y 15 km	Entre 10 y 15 minutos	6		
Entre 15 y 20 km	Entre 15 y 25 minutos	2		
Más de 20 km	> 25 minutos	0		
Accesibilidad del edificio		Coeficiente		puntos
Bueno		5		5
Medio		3		
Mala		1		
Muy mala		0		
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD				
Peligro de activación		Coeficiente		puntos
Bajo		10		5

Medio	5		
Alto	0		
Carga térmica	Coeficiente		puntos
Baja ($Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$)	10		
Media ($100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$)	5		0
Alto ($Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$)	0		
Combustibilidad	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		3
Alto	0		
Orden, limpieza y mantenimiento	Coeficiente		puntos
Bajo	0		
Medio	5		5
Alto	10		
Almacenamiento en altura	Coeficiente		puntos
Menor a 2 metros	3		
Entre 2 y 4 metros	2		3
Más de 6 metros	0		
FACTOR DE CONCENTRACIÓN			
Factor de concentración de valores	Coeficiente		puntos
Menor de $1000 \text{ \$/m}^2$	3		
Entre 1000 y $2500 \text{ \$/m}^2$	2		0
Mayor $2500 \text{ \$/m}^2$	0		
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN			
Por calor	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
Por humo	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
Por corrosión	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
Por agua	Coeficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
FACTOR DE PROPAGACIÓN			
Vertical	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		5
Alto	0		
Horizontal	Coeficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		3

Alto			0		
SUBTOTAL DE (X)					70
FACTOR DE PROTECCIÓN					
Instalaciones de equipos	Vigilancia humana				Puntos
	Sin		Con		
Detección automática	Sin CRA 0	Con CRA 2	Sin CRA 3	Con CRA 4	0
Rociadores automáticos	Sin CRA 5	Sin CRA 6	Sin CRA 7	Sin CRA 8	5
Extintores portables	1		2		1
Bocas de incendio (BIE)	2		2		2
Hidratantes exteriores	2		4		2
Organización					Puntos
Equipos de primera intervención (EPI)	2		2		2
Equipos de segunda intervención (ESI)	4		4		4
Plan de autoprotección y emergencias	2		4		2
Subtotal (Y)					18

Resultados	
Clasificación (P)	5,71
Evaluación cualitativa	Medio
Evaluación taxativa	Riesgo aceptable

Análisis sistema Meseri área Cuarto de tanque de gas

EVALUACIÓN DE RIESGO CONTRA INCENDIO METODO MESERI				
Empresa:	Terjamanco S.A	Fecha:	11 de noviembre 2023	
Ubicación:	Cuarto de tanque de gas			
FACTORES PROPIOS DEL EDIFICIO				
CONSTRUCCIÓN				
Concepto		Coeficiente		Puntos
Nº de pisos	Altura			
1 o 2	Menor de 6m	3		3
3, 4 o 5	Entre 6m y 15m	2		
6, 7, 8 o 9	Entre 15m y 27m	1		
10 o más	Más de 30m	0		
Superficie mayor sector de incendio		Coeficiente		
de 0 a 500m ²		5		5
de 501 a 1500m ²		4		
de 1501 a 2500m ²		3		
de 2501 a 3500m ²		2		
de 3501 a 4500m ²		1		
más de 4500m ²		0		
Resistencia al fuego		Coeficiente		puntos
Alto (hormigón, obra)		10		5
Medio (metálica protegida, madera gruesa)		5		
Bajo (metálica sin proteger, madera fina)		0		
Falso techo		Coeficiente		puntos
Sin falso techo		5		5
Con falso techo incombustible		3		
Con falso techo combustible		0		
FACTORES DE SITUACIÓN				
Distancia de los bomberos		Coeficiente		puntos
Distancia	Tiempo			
Menor de 5 km	< 5 minutos	10		0
Entre 5 y 10 km	Entre 5 y 10 minutos	8		
Entre 10 y 15 km	Entre 10 y 15 minutos	6		
Entre 15 y 20 km	Entre 15 y 25 minutos	2		
Más de 20 km	> 25 minutos	0		
Accesibilidad del edificio		Coeficiente		puntos
Bueno		5		5
Medio		3		
Mala		1		
Muy mala		0		
FACTORES DE PROCESO/ACTIVIDAD				
Peligro de activación		Coeficiente		puntos
Bajo		10		5

Medio	5		
Alto	0		
Carga térmica	Coficiente		puntos
Baja ($Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$)	10		
Media ($100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$)	5		0
Alto ($Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$)	0		
Combustibilidad	Coficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		0
Alto	0		
Orden, limpieza y mantenimiento	Coficiente		puntos
Bajo	0		
Medio	5		10
Alto	10		
Almacenamiento en altura	Coficiente		puntos
Menor a 2 metros	3		
Entre 2 y 4 metros	2		3
Más de 6 metros	0		
FACTOR DE CONCENTRACIÓN			
Factor de concentración de valores	Coficiente		puntos
Menor de $1000 \text{ \$/m}^2$	3		
Entre 1000 y $2500 \text{ \$/m}^2$	2		0
Mayor $2500 \text{ \$/m}^2$	0		
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN			
Por calor	Coficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
Por humo	Coficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		5
Alto	0		
Por corrosión	Coficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		10
Alto	0		
Por agua	Coficiente		puntos
Bajo	10		
Medio	5		10
Alto	0		
FACTOR DE PROPAGACIÓN			
Vertical	Coficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		5
Alto	0		
Horizontal	Coficiente		puntos
Bajo	5		
Medio	3		5

Alto			0		
SUBTOTAL DE (X)					81
FACTOR DE PROTECCIÓN					
Instalaciones de equipos	Vigilancia humana				Puntos
	Sin		Con		
Detección automática	Sin CRA 0	Con CRA 2	Sin CRA 3	Con CRA 4	0
Rociadores automáticos	Sin CRA 5	Sin CRA 6	Sin CRA 7	Sin CRA 8	5
Extintores portables	1		2		1
Bocas de incendio (BIE)	2		2		2
Hidratantes exteriores	2		4		2
Organización					Puntos
Equipos de primera intervención (EPI)	2		2		2
Equipos de segunda intervención (ESI)	4		4		4
Plan de autoprotección y emergencias	2		4		2
Subtotal (Y)					18

Resultados	
Clasificación (P)	6,13
Evaluación cualitativa	Medio
Evaluación taxativa	Riesgo aceptable

Anexo 3.

Plano de sistema contra incendios distribución de cajetines y extintores primera planta

