



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN

DEL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

“Diseño de los sistemas de señalización y extinción de incendios en una Unidad Educativa del cantón Manta”

Autor:

Jimmy Rafael Alcívar Holguín

Tutor de Titulación:

Ing. Ángel Fabian Moreira Romero

Manta - Manabí - Ecuador

2026



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“Diseño de los sistemas de señalización y extinción de incendios en una
Unidad Educativa del cantón Manta”**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD

DIRECTOR

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Alcívar Holguín Jimmy Rafael**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2026-1**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"Diseño de los sistemas de señalización y extinción de incendios en una Unidad Educativa del cantón Manta"**.

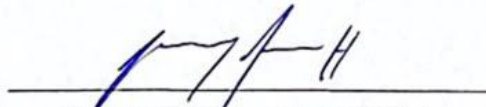
La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

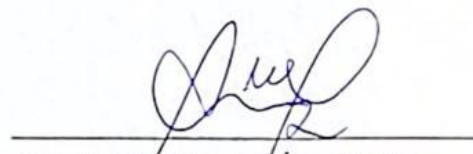

Ing. Ángel Fabián Mofeira Romero
TUTOR DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Alcívar Holguín Jimmy Rafael, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **“Diseño de los sistemas de señalización y extinción de incendios en una Unidad Educativa del cantón Manta.”** Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Moreira Romero Ángel Fabian y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Alcívar Holguín Jimmy Rafael
C.I. 1350662860



Ing. Moreira Romero Ángel Fabian
C.I. 1309669503

Dedicatoria

Quiero dedicarle este trabajo a mis padres y a mi hermana que han sido un pilar fundamental en mi vida ayudándome a cumplir las metas que me he propuesto.

A mi gato Odín que me acompaña siempre en todas las noches de tarea y de proyectos.

A Naruto por ayudarme a creer que todo es posible si me lo propongo y lucho con todas mis fuerzas por alcanzar esa meta, siempre teniendo en mente las palabras “Yo jamás retrocederé a mi palabra, ese es mi camino ninja”.

A los amigos que me ha brindado la vida, a mis amigos del colegio que siempre han estado para mí incondicionalmente a pesar de todo, a mis amigos de la universidad que siempre han estado para mí en todo este tiempo apoyándome en cualquier situación.

A mi abuelo y mis tíos de chone que fueron una razón fundamental en mi decisión de estudiar una carrera y ayudándome con una laptop para poder desarrollar mis estudios.

A todas las personas que han formado parte de mi vida de una forma u otra.

Jimmy Rafael Alcívar Holguín

Reconocimiento

A mi familia y a Dios que siempre han estado para mí incondicionalmente sin importar lo que pase gracias a ellos soy lo que soy

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por permitirme convertir en un profesional que era una meta personal que me había plantado, de igual manera a todos los docentes de la facultad que han brindado sus conocimientos a través de los años.

A mi tutor de tesis por guiarme en este proyecto de investigación y poder elaborarlo de la mejor manera.

A la U.E.F “José Luis Choez Chancay” por abrirme las puertas de su institución y poder desarrollar mi proyecto de investigación.

Jimmy Rafael Alcívar Holguín

Índice de Contenido

Certificación del Tutor	ii
Declaración de Autoría de Tesis	¡Error! Marcador no definido.
Dedicatoria.....	v
Reconocimiento	vi
Índice de Contenido	vii
Índice de Tablas	xii
Índice de Figuras	xiii
Resumen Ejecutivo	xiv
Executive Summary	xv
Introducción	1
Planteamiento del problema	3
Formulación del problema	4
Objetivos.....	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6
Justificación	7
Capítulo 1	8
1 Fundamentación Teórica	8
1.1 Antecedentes Investigativos	8
1.2 Bases Teóricas	12
1.2.1 Seguridad industrial	12
1.2.2 Gestión de Riesgo de Incendio	12
1.2.3 Teoría de fuego	13
1.2.3.1 Triangulo de fuego.....	14
1.2.3.2 Tetraedro de fuego	14

1.2.4	Clasificación del fuego	15
1.2.5	Sistema de extinción de incendios	16
1.2.5.1	Extintores portátiles	17
1.2.5.2	Elementos de un extintor	17
1.2.5.3	Ubicación y Distribución de Extintores	18
1.2.6	Señalización de seguridad	19
1.2.6.1	Tipos de señales	20
1.2.6.2	Características de la señalización	21
1.2.7	Rutas de evacuación	21
1.2.8	Plan de emergencias contra incendios	22
1.3	Marco Legal y Ambiental	22
1.3.1	Constitución de la República del Ecuador	22
1.3.2	Código de Trabajo del Ecuador	23
1.3.3	Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI)	23
1.3.4	Reglamento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo 23	
1.3.5	Normas Técnicas Ecuatorianas INEN	24
1.3.6	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)	24
1.3.7	Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios (Cuerpo de Bomberos)	24
1.3.8	Normas Internacionales de Seguridad (NFPA e ISO)	25
1.3.9	Marco Normativo Ambiental para la Gestión de Residuos Especiales (COA)	25
1.4	Marco Metodológico	25
1.4.1	Modalidad Básica de la Investigación	25
1.4.2	Enfoque	26

1.4.3	Nivel de Investigación	26
1.4.4	Población de Estudio	26
1.4.5	Tamaño de la Muestra	27
1.4.6	Técnicas de recolección de datos	27
1.4.7	Plan de recolección de datos	27
1.4.8	Procesamiento de la Información	28
Capítulo 2		30
2	Diagnóstico o Estudio de Campo	30
2.1	Reseña histórica de la empresa o institución	30
2.1.1	Ubicación	30
2.1.2	Logotipo	30
2.1.3	Organigrama funcional	31
2.1.4	Filosofía organizacional	31
2.1.4.1	Visión	31
2.1.4.2	Misión	31
2.2	Descripción de actividades principales	32
2.3	Cursos y capacitaciones	32
2.4	Identificación de factores de riesgos laborales	32
2.4.1	Características constructivas de la edificación	33
2.4.2	Fuentes de ignición	33
2.4.3	Materiales combustibles y carga de fuego	34
2.4.4	Estado de los equipos de extinción	35
2.4.5	Estado de la señalización	35
2.4.6	Rutas de evacuación y salidas de emergencia	36
2.4.7	Capacitación y preparación ante incendios	37
2.5	Evaluación del riesgo de incendio mediante el Método MESERI	37
2.5.1	Descripción del método MESERI	38

2.5.2	Factores evaluados por el método MESERI	39
2.5.2.1	Factores propios de las instalaciones	39
2.5.2.2	Factores de protección	46
2.5.3	Procedimiento de aplicación	48
2.5.4	Matriz de evaluación MESERI	49
2.5.5	Cálculo e interpretación del método MESERI	51
2.6	Resultados del levantamiento de datos	53
Capítulo 3		61
3	Propuesta de mejora.....	61
3.1	Introducción	61
3.2	Objetivo de la propuesta	62
3.3	Estrategias y acciones propuestas	62
3.3.1	Diseño de la señalización de seguridad.....	62
3.3.2	Diseño de las rutas de evacuación y punto de encuentro	63
3.3.3	Señalización de equipos y elementos de emergencia.....	64
3.3.4	Señalización de advertencia, prohibición y acceso restringido	64
3.3.5	Diseño del sistema de extinción mediante extintores portátiles ..	64
3.3.6	Cálculo del Dimensionamiento de Extintores	65
3.3.6.1	Clasificación de riesgo de ocupación	65
3.3.6.2	Tipos de Fuego Potenciales	66
3.3.6.3	Criterios y Parámetros de Cobertura (NTE INEN 739 / NFPA 10)	66
3.3.6.4	Planilla de dimensionamiento y distribución por áreas	66
3.3.7	Medidas complementarias de protección contra incendios	68
3.3.8	Planos de propuesta	68
3.3.8.1	Plano de equipo de emergencia	68
3.3.8.2	Plano de evacuación	69

3.3.8.3	Plano de señalización preventiva y de prohibición	70
3.4	Cronograma propuesto para la implementación	70
3.5	Recursos necesarios	71
3.6	Evaluación y seguimiento	72
3.7	Conclusiones de la propuesta.....	72
	Conclusiones	74
	Recomendaciones	75
	Bibliografía.....	76
	Anexos.....	81

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Plan de recolección de datos</i>	27
Tabla 2	<i>Coeficiente de altura del edificio</i>	39
Tabla 3	<i>Coeficiente de superficie del mayor sector de incendio</i>	40
Tabla 4	<i>Coeficiente de resistencia al fuego de la estructura</i>	41
Tabla 5	<i>Coeficiente de falsos techos</i>	41
Tabla 6	<i>Coeficiente de distancia a los bomberos</i>	41
Tabla 7	<i>Coeficiente de accesibilidad al edificio</i>	42
Tabla 8	<i>Coeficiente de combustibilidad</i>	42
Tabla 9	<i>Coeficiente de orden y limpieza</i>	43
Tabla 10	<i>Coeficiente del factor de concentración</i>	43
Tabla 11	<i>Coeficiente de los factores de protección</i>	47
Tabla 12	<i>Matriz de evaluación MESERI</i>	49
Tabla 13	<i>Evaluación de sistemas de protección</i>	51
Tabla 14	<i>Señalización propuesta</i>	62
Tabla 15	<i>Distribución propuesta de extintores</i>	65
Tabla 16	<i>Planilla de dimensionamiento y distribución por áreas</i>	66
Tabla 17	<i>Cronograma para la implementación</i>	70
Tabla 18	<i>Recursos para implementar el diseño</i>	71
Tabla 19	<i>Indicadores de seguimiento de propuesta</i>	72

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Logotipo de la Unidad Educativa Fiscal "José Luis Chóez Chancay"</i>	30
Figura 2 <i>Organigrama funcional de la Unidad Educativa Fiscal "José Luis Chóez Chancay"</i>	31
Figura 3 <i>Pregunta 1</i>	53
Figura 4 <i>Pregunta 2</i>	54
Figura 5 <i>Pregunta 3</i>	54
Figura 6 <i>Pregunta 4</i>	55
Figura 7 <i>Pregunta 5</i>	55
Figura 8 <i>Pregunta 6</i>	56
Figura 9 <i>Pregunta 7</i>	57
Figura 10 <i>Pregunta 8</i>	57
Figura 11 <i>Pregunta 9</i>	58
Figura 12 <i>Pregunta 10</i>	58
Figura 13 <i>Pregunta 11</i>	59
Figura 14 <i>Pregunta 12</i>	59
Figura 15 <i>Pregunta 13</i>	59
Figura 16 <i>Pregunta 14</i>	60
Figura 17 <i>Plano de equipo de emergencia</i>	69
Figura 18 <i>Plano de evacuación</i>	69
Figura 19 <i>Plano de señalización preventiva y de prohibición</i>	70

Resumen Ejecutivo

El presente proyecto desarrolla una propuesta del diseño para los sistemas de extinción y señalización de emergencia en una unidad educativa del cantón Manta. Con el propósito de adaptar la infraestructura a los estándares técnicos actuales, se desarrolló una metodología de enfoque mixto para evaluar los recursos materiales y el factor humano del plantel. Partiendo de un riguroso trabajo de campo que combinó observaciones técnicas, encuestas y entrevistas. Partiendo de un minucioso estudio de campo que abordó observaciones técnicas y encuestas, se sistematizaron las principales deficiencias del sistema actual. Los resultados adquiridos fundamentan el modelado técnico y las sugerencias estratégicas orientadas a reducir el riesgo de incendio en la institución.

Palabras clave: Incendio, señalética, evaluación, emergencia, Unidad educativa.

Executive Summary

This project develops a design proposal for fire suppression and emergency signage systems at an educational facility in the Manta canton. To align the infrastructure with current technical standards, a mixed-methods approach was employed to assess the facility's material resources and human factors. Based on a rigorous field study involving technical observations and surveys, the primary deficiencies of the existing system were systematically identified. The findings provide the basis for the technical modeling and strategic recommendations aimed at reducing fire risk at the institution.

Keywords: Fire, signage, assessment, emergency, educational facility

Introducción

La seguridad contra incendios es un soporte fundamental en la gerencia de riesgos de cualquier institución educativa. Al acoger diariamente a niños, jóvenes, docentes y personal administrativo, las unidades educativas se convierten en entornos de alta vulnerabilidad. En estos espacios, un incendio, incluso detectándose a tiempo, puedes poner en riesgo vidas humanas, interrumpir la actividad académica y destruir la infraestructura. Por esta razón, contar con medidas de prevención y planes de respuesta claro no es opcional; es una necesidad crítica.

No obstante, la realidad de muchos centros educativos es preocupante. Es común hallar sistemas de señalización desactualizados, rutas de evacuación mal delimitadas o extintores mal ubicados y distribuidos sin un criterio técnico real. Dicha falta de estandarización confunde a las personas en momentos críticos y detiene cualquier intento de reacción oportuna ante una emergencia de incendio. para solucionar este problema, no basta con arreglar las fallas; se requiere una evaluación profunda y un rediseño bajo criterios técnicos y pedagógicos.

Un sistema integral de seguridad hace que cualquier ocupante reconozca al instante las salidas de emergencia, los puntos de encuentro y las herramientas de extinción. Para lograrlo, la señalización debe ser sumamente visual, clara y uniforme, apoyándose en colores y símbolos normados que se entiendan al instante. Así mismo, los extintores portátiles deben seleccionarse bajo un análisis real del tipo de fuego que podría generarse en cada área y las características del edificio. Cuando ambos componentes se coordinan, la prevención deja de ser una condición en papel y se convierte en un escudo real.

Desde la ingeniería industrial, este reto se aborda analizando a fondo los flujos de personas, la distribución arquitectónica y el comportamiento humano ante el peligro. no se trata solo de colgar letreros, sino que se trata de entender de que manera interactúan las personas con el entorno en el que se encuentra frente a una crisis para diseñar soluciones eficientes, viables y acopladas a la realidad de la planta física.

Bajo este enfoque, este trabajo elabora una propuesta de diseño de señalización y extinción de incendio para una unidad educativa concreta. El proceso inicia de un diagnóstico del estado actual de las instalaciones para identificar los riesgos y escasez principales. Con estos datos, se estructurará un plan que define rutas de evacuación, ubicación de extintores y protocolos básicos de acción. Más allá de cumplir con las leyes y normativas actuales, el fin último de este proyecto es construir un entorno escolar genuinamente seguro y promover una real cultura de prevención dentro de la comunidad educativa.

Planteamiento del problema

Las quemaduras representan un problema de salud pública mundial. Según la ((OMS), Organización Mundial de la Salud, 2023) se estima que cada año ocurren alrededor de 180 000 muertes a causa de quemaduras. La mayoría suceden en países de ingresos bajos y medianos, y cerca de dos tercios se producen en las regiones de África y Asia Sudoriental. Estas muertes son prevenibles mediante la aplicación de medidas adecuadas de seguridad y educación.

Él ((CTIF), Comité Técnico Internacional de los Bomberos, 2023) informó que, en 2021, en 38 países que representan una sexta parte de la población mundial, se registraron 60 millones de salidas de los servicios de bomberos y salvamento, de las cuales 3,1 millones estuvieron relacionadas con incendios. En estos eventos murieron 16,9 mil personas y 62,1 mil resultaron heridas, lo que equivale a 1,3 muertes y 4,9 heridos por cada 100 000 habitantes.

Él (Ministerio de Educación del Ecuador, 2022) tiene un plan nacional “Escuelas Seguras” evidencia que muchas escuelas no cuentan con medidas efectivas para proteger a la comunidad educativa frente a emergencias. La ausencia de sistemas de prevención, capacitación del personal y señalización aumenta el riesgo de accidentes e incendios, afectando la seguridad de estudiantes y docentes.

Según los registros estadísticos del (ECU 911, 2022), las provincias del pichincha, napo y orellana sumaron 440 accidentes de tipo estructural un tan solo un año. Estos factores reflejan la carencia de los sistemas de prevención y control de incendios somete a las edificaciones locales incluyendo los planteles educativos a un escenario de alto riesgo.

La unidad educativa seleccionada para este estudio se encuentra ubicada en el cantón Manta provincia de Manabí Ecuador y atiende a estudiantes de niveles preescolar y básica con un personal docente y administrativo que participa diariamente en su funcionamiento Actualmente la institución no cuenta con señalética adecuada ni extintores lo que aumenta el riesgo de incendios y limita

la capacidad de respuesta ante emergencias Esta situación pone en peligro la integridad de los estudiantes docentes y personal administrativo y genera la necesidad de diseñar e implementar un sistema de señalización y extinción de incendios adaptado a las características de la institución que garantice la seguridad de toda la comunidad educativa

En el contexto específico de la Unidad Educativa Fiscal 'José Luis Chóez Chancay', la infraestructura acoge diariamente a una comunidad estudiantil y docente distribuida en bloques de aulas, áreas administrativas, laboratorios y servicios generales. Sin embargo, la capacidad operativa del plantel se ve severamente limitada al contar únicamente con un extintor de PQS de 10 lbs cuya última recarga registrada data del año 2019, ubicado en el laboratorio de computación. Esta notable deficiencia en la carga de extinción activa —tanto en volumen de agente extintor como en su vigencia operativa— imposibilita una respuesta inicial oportuna frente a conatos de incendio originados por sobrecargas en tableros eléctricos, almacenamiento de papelería en biblioteca o preparación de alimentos en el bar escolar. La discrepancia entre la carga combustible existente y los medios de protección activos nulos o caducados amplifica exponencialmente la vulnerabilidad de los ocupantes y el riesgo de propagación estructural.

Formulación del problema

¿Cómo diseñar los sistemas de señalización y extinción de incendios en la Unidad Educativa del cantón Manta de manera que se garantice la seguridad de la comunidad educativa y se reduzcan los riesgos ante posibles emergencias?

Preguntas directrices

- ¿Cuál es el estado actual de la seguridad contra incendios en la Unidad Educativa del cantón Manta y que vulnerabilidades críticas se desglosan de la falta de extintores y señalización técnica?
- ¿Qué lineamientos técnicos y marcos normativos ecuatorianos regulan el diseño e implementación de sistemas de seguridad contra incendios en infraestructuras escolares?

- ¿Bajo qué criterios de ingeniería se debe diseñar la propuesta de señalización y extinción para responder eficientemente a la ubicación arquitectónica y operativa del plantel?

Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar el diseño de señalización y extinción de incendios para la Unidad Educativa del cantón Manta con el fin de salvaguardar la integridad de la comunidad escolar y mitigar riesgos ante siniestros

Objetivos Específicos

- Evaluar la situación actual del plantel en materia de protección contra incendio, ubicando los puntos críticos expuestos por la carencia de dispositivos de extinción y rotulación de seguridad.
- Fundamentar los requisitos técnicos y legales vigentes en el contexto nacional para estructurar sistemas de prevención de incendios en el ámbito educativo.
- Elaborar la propuesta técnica de señalización y sistemas de extinción adaptada minuciosamente a la configuración espacial y los flujos de ocupación de la institución.

Justificación

La seguridad contra incendios es crucial para proteger la vida y la integridad física de los estudiantes y el personal en los centros educativos. Disponer de una señalización clara y sistemas de extinción en buenas condiciones es fundamental para responder rápido y de manera efectiva ante alguna situación de emergencia.

La importancia de esta investigación se basa en la necesidad de reforzar las medidas de prevención y respuesta ante emergencias en el sector educativo. A través de un punto de vista descriptivo en el que se analizará la situación actual de la seguridad contra incendios en el centro educativo identificando riesgos y debilidades en la infraestructura. Al hacerlo no solo se reducen los riesgos, sino que también se impulsa una cultura preventiva y se aplican principios de la Ingeniería Industrial a la gestión de la seguridad. Además esto ayuda a la institución a cumplir con la normativa vigente y proporciona a la comunidad escolar conocimientos prácticos sobre el uso de la señalización y los equipos contra incendios.

Lo que hace que esta investigación sea original es que propone un diseño que está personalizado a las particularidades estructurales y operativas del centro educativo seleccionado, en lugar de replicar modelos diseñamos una solución técnica basada en datos de campo asegurando una propuesta realista y adaptada a la institución.

Los destinatarios directos son los alumnos, docentes y el personal administrativo, quienes tendrán un entorno más seguro con una infraestructura que cumple con las normas de prevención de incendios. Pero no solo ellos, también los beneficiarios indirectos incluyen a las familias y a la comunidad en general, que se benefician de la promoción de una cultura de prevención y del cumplimiento de estándares de seguridad que refuerzan la protección integral en el ámbito escolar.

Capítulo 1

1 Fundamentación Teórica

1.1 Antecedentes Investigativos

Saona & Saona (2023) en su investigación titulada “Propuesta de modernización de gestión de riesgo contra incendio para la Unidad Educativa Gloria Gorelik”, desarrollaron un estudio mediante el método de Meseri, el análisis FODA y el concepto Poka Yoke, con la participación de personal docente, administrativo y 500 estudiantes. El objetivo fue modernizar la gestión de riesgos contra incendios para fomentar la prevención y la mejora continua, el análisis metodológico integral evidencio la necesidad de establecer protocolos eficaces que avalen un entorno educativo seguro. Asimismo, se destacó que la aplicación del método Meseri facilitó la identificación de áreas críticas que requieren mejoras y ajustes, aportando a la formulación de propuestas proactivas y adaptativas frente a posibles escenarios de emergencia.

Ortiz (2023) en su investigación titulada “Guía de Implementación del índice de seguridad y plan de emergencia de la Unidad Educativa Andrés F. Córdova, de la ciudad de Cañar”, desarrolló un estudio basado en la aplicación del índice de seguridad escolar, el cual incluye procesos y 26 valoraciones estructurales y no estructurales para evaluar las condiciones de seguridad institucional. Con la participación de alumnos y profesores, desarrollamos una guía técnica para utilizar el índice de seguridad y el plan de emergencias asegurando de esta manera una prevención real dentro del plantel. Los resultados obtenidos evidenciaron que el nivel de seguridad general de la institución se considera medio, identificándose aspectos con margen de mejora para asegurar un entorno adecuado y protegido. Asimismo, se resaltó la importancia de contar con un sistema de indicadores que facilite la gestión de riesgos, fortalezca la cultura de prevención y brinde herramientas eficaces para responder ante situaciones de emergencia, contribuyendo así al desarrollo académico de los estudiantes en un ambiente seguro.

Guayas & Ínamagua (2023) en su investigación titulada “Análisis estructural y elaboración del plan de emergencia de la Unidad Educativa Fray Vicente Solano”, desarrollaron un estudio mediante la recopilación y análisis de información general de la institución, considerando su ubicación, tamaño, estructura física y población estudiantil. Con el fin de mitigar riesgos por incendios, inundaciones o fallas eléctricas, elaboramos un plan de emergencia tras evaluar las condiciones estructurales y físicas del centro educativo. El análisis visual y el procedimiento de los datos situaron la seguridad no estructural en un 86% (rango alto), validando la capacidad de respuesta del plantel para proteger a quienes acuden a sus instalaciones. Los autores concluyen la importancia de mantener procesos de verificación periódicos y de implementar medidas preventivas que fortalezcan la seguridad integral de la comunidad educativa.

Lotero & Banguera (2021) en su investigación titulada “Sistema de notificación de emergencias en incendios estructurales aplicados en las instituciones educativas privadas del barrio El Poblado en Medellín”, realizaron un estudio de tipo cualitativo con una muestra de 45 encuestas aplicadas a una población aproximada de 1300 personas, entre estudiantes, docentes, directivos, personal administrativo, de servicios generales, seguridad, proveedores y visitantes. El objetivo principal de la investigación fue elaborar una guía que sirviera como instrumento para el cumplimiento de un sistema de notificación de emergencias en incendios estructurales dentro de instituciones educativas privadas del sector. Para alcanzar este propósito, los autores emplearon una metodología basada en la recolección de datos descriptivos mediante encuestas virtuales aplicadas a través de formularios de Google. Los resultados del estudio evidenciaron la necesidad de realizar evaluaciones de daños y pérdidas, mejorar o reemplazar las condiciones que generan los siniestros, ejecutar labores de limpieza para restablecer la normalidad y fortalecer la capacitación de las brigadas institucionales. Los investigadores determinaron que la implementación del sistema propuesto contribuiría de manera significativa a la seguridad en las instituciones educativas, resaltando la importancia de integrar tecnologías como

alarmas automáticas, sensores de humo y calor, altavoces y conexión a redes móviles para garantizar una notificación eficaz ante emergencias.

Ruíz & Angarita (2022) en su investigación titulada *“Análisis de diseño de plan de emergencias para la zona 1, sede central de la Universidad Francisco de Paula Santander”*, desarrollaron un estudio aplicando la metodología por colores, la cual permite identificar las amenazas más latentes en la institución y establecer procedimientos normalizados para su control. La población de referencia estuvo conformada por estudiantes, cuerpo docente, personal administrativo y demás integrantes de la comunidad universitaria, quienes participaron en el proceso de análisis y evaluación. El objetivo principal planteado fue analizar y formular, en caso de ser necesario, nuevas alternativas como sugerencia al plan de emergencias y contingencias de la universidad, con el fin de mitigar las consecuencias de eventos adversos que pudieran presentarse. Los resultados obtenidos indicaron que la institución cumple en más del 50% con las condiciones exigidas por la normativa en materia de gestión del riesgo. En sus conclusiones, los autores señalaron que el Ministerio de Educación Nacional de Colombia fundamenta sus lineamientos en estándares de calidad reconocidos a nivel internacional, como la norma ISO 9001:2015, y en referentes específicos como la certificación de alta calidad, los cuales permiten responder a las necesidades y expectativas de la comunidad universitaria. Como cierre esta propuesta se diseñó para capacitar a la comunidad en la prevención y gestión de emergencias. Con ello, no solo promovemos a la responsabilidad social, sino que de igual manera nos alineamos con los principios del modelo educativo de la Universidad Francisco de Paula Santander.

El análisis de los antecedentes confirma que mitigar emergencias en el sector educativo exige articular sistemas de notificación con planes de contingencia sólidos. Autores como Saona y Saona (2023), Ortiz (2023) y Guayas e Iñamagua (2023) sostienen que la clave radica en las evaluaciones de seguridad completas y la estructuración de normativa, complementando esta visión, Lotero y Banguera (2011) proponen emplear herramientas tecnológicas para optimizar los tiempos de respuesta y la comunicación interna, en tanto que Ruíz y Angarita (2022) sugieren adoptar estándares globales de calidad para verificar estos

procesos. En síntesis, estas investigaciones guardan una estrecha relación con el problema planteado, ya que respaldan la necesidad de diseñar sistemas de señalización y extinción de incendios en las unidades educativas, aportando referentes metodológicos y experiencias aplicadas que fortalecen el desarrollo del presente estudio en la Unidad Educativa del cantón Manta.

1.2 Bases Teóricas

1.2.1 Seguridad industrial

Javier & Rafael (2013) “Es el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen como propósito eliminar o disminuir la posibilidad de que se produzcan los accidentes de trabajo”.

La seguridad industrial es un factor esencial a tener en cuenta en el proceso industrial, al objeto de garantizar la protección a las personas, la flora, la fauna y el medio ambiente. Además, en un país con un tejido industrial avanzado como el español, es esencial la cultura de la calidad, La seguridad industrial es un factor esencial a tener en cuenta en el proceso industrial (Barrio & Martín, 2015).

La seguridad industrial es el conjunto de técnicas que tienen por objeto la prevención de los accidentes. A través del tiempo el énfasis puesto sobre la seguridad industrial ha ido cambiando (Creus & Mangosio, 2011).

1.2.2 Gestión de Riesgo de Incendio

Fiorentini & Dattilo (2023) proponen gestionar el riesgo de incendio a través de capas defensivas que unan infraestructura, detección, supresión y mantenimiento activo. Este prototipo de seguridad integral demanda un compromiso colectivo donde ingenieros, diseñadores, administradores y operarios asimilen su función en las tareas de mitigación.

Desde una perspectiva más moderna, Barua, Han, Mojtahedi, & Ansary (2024) sostienen que la gestión del riesgo de incendios debe ser proactiva, integrarse en el diseño, operación y mantenimiento de las edificaciones y formar parte de las políticas institucionales. Con ello, la gestión del riesgo deja de ser un mecanismo reactivo y pasa a convertirse en una estrategia integral destinada a anticipar los escenarios de emergencia y reducir su impacto en la vida humana y en la infraestructura.

De acuerdo con las directrices de la UNESCO (2024) controlar el peligro de incendio es una labor constante que vas más allá de colocar extintores. Requiere cruzar el reconocimiento de amenazas el estudio de vulnerabilidades y el diseño de planes de contingencia para salvaguardar a las personas y los bienes físicos.

La entidad recalca la necesidad de mapear los puntos de ignición estructurar sistemas organizados, capacitar al personal y asegurar la resiliencia del entorno a través de una mejora continua de la prevención.

La gestión del riesgo de incendios consiste en un conjunto de acciones destinadas a reconocer las posibles fuentes de ignición y las condiciones que podrían favorecer la propagación del fuego, con el fin de implementar estrategias preventivas, de preparación, de respuesta y de recuperación (Fire and Emergency New Zealand, 2005).

1.2.3 Teoría de fuego

La National Fire Protection Association (NFPA) define el fuego como una reacción química de combustión que ocurre cuando se reúnen tres elementos esenciales: combustible, oxígeno y una fuente de calor suficiente para iniciar la ignición. Esta organización explica que la teoría del fuego se fundamenta en el triángulo del fuego y el tetraedro del fuego, incorporando además la reacción química en cadena como un elemento crítico que permite la continuidad de la combustión. Según sus fundamentos, la teoría del fuego sirve para comprender la manera en que se inicia, se desarrolla y se controla un incendio mediante el análisis de sus componentes y su dinámica.

El National Institute of Standards and Technology (NIST) define el fuego como un proceso termoquímico de oxidación rápida que libera calor, luz y diversos productos gaseosos; Desde la perspectiva científica, analizar la teoría de fuego implica examinar la química y física de la combustión, los mecanismos de transferencia de calor, el movimiento de gases a altas temperaturas y cómo interactúa el combustible con el oxígeno disponible. Entidades como el NIST indican que descifrar estas variables es fundamental para anticipar la velocidad de propagación y evolución de incendio, permitiendo seleccionar las técnicas de extinción más efectivas, consolidando los pilares de la ingeniería de protección contra el fuego.

El fuego es una reacción química compleja que requiere la presencia simultánea de un combustible, un oxidante y una fuente de activación térmica que eleve la energía del sistema para iniciar la combustión. La teoría del fuego, según este

autor, integra los principios de la física, la química y la termodinámica para analizar cómo se origina, se mantiene y se extingue un fuego. (Gann, 2021)

La FAO – Food and Agriculture Organization (2006) define el fuego como un proceso de combustión que se inicia cuando un material combustible alcanza su temperatura de ignición en presencia de oxígeno, generando una reacción exotérmica capaz de mantenerse mediante su propio calor.

1.2.3.1 Triangulo de fuego

La National Fire Protection Association (NFPA) indica que el entendimiento del triángulo del fuego consiste en la base de toda estrategia de prevención y supresión de incendios, debido a que la eliminación de uno solo de sus componentes es suficiente para detener la reacción de combustión y extinguir el fuego. El triángulo del fuego no solo explica el proceso del incendio, sino que también guía las medidas de control, como bajar la temperatura, quitar el oxígeno o retirar el combustible.

El National Institute of Standards and Technology (NIST) complementa esta explicación afirmando que cada uno de estos elementos cumple un rol específico: el combustible aporta la energía química, el oxígeno actúa como comburente que posibilita la oxidación y el calor proporciona la activación necesaria para iniciar la reacción. El triangulo de fuego facilita la comprensión del como se produce un incendio y es gran importancia para elaborar un sistema de prevención y extinción en las instituciones educativas.

1.2.3.2 Tetraedro de fuego

El concepto de tetraedro de fuego aclara la evolución de la combustión a través de un cuarto elemento el cual es la reacción en cadena, más allá lado la interacción entre combustible, comburente y energía de activación. La National Fire Protection Association (NFPA) enfatiza el papel de las especies químicas inestables o radicales libre, estas partículas reactivas originan ciclos adicionales que liberan energía térmica, prolongando el proceso y acelerando la dinámica del incendio.

Desde la perspectiva científica, el National Institute of Standards and Technology (NIST) define que la dinámica de estos radicales y su interacción con los otros

tres componentes del tetraedro (combustible, comburente y calor) es la base para modelar con mayor precisión el crecimiento y comportamiento del fuego. Comprender el tetraedro de fuego define la selección de la tecnología de extinción. Mientras tanto algunos agentes como los halones cortan la reacción en cadena de una forma más eficiente que el enfriamiento, en una escuela este enfoque químico determina que tipo de extintores y planes de acción son los apropiados para proteger las instalaciones.

1.2.4 Clasificación del fuego

Bajo los lineamientos de la (National Fire Protection Association (NFPA) los incendios se catalogan según la naturaleza del combustible y la dinámica de su combustión. Este estándar reconoce cinco categorías primordiales: la clase A abarca sólidos ordinarios como madera, papel y textiles; la clase B agrupa líquidos y gases inflamables como derivados o solventes del petróleo; la clase C incluye los sistemas eléctricos activos que exigen agentes extintores no conductores; la clase D se reserva para metales reactivos como el magnesio o el sódico; y por último la clase K que comprende alimentados por grasas y aceites en entornos de cocina comercial. Es fundamental entender los riesgos de cada material para elegir el extintor adecuado y proteger instalaciones educativas donde coexisten materiales combustibles, laboratorios eléctricos y áreas de cocina, garantizando así la seguridad de todos.

Desde el enfoque regulatorio, la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (2021) explica que la clasificación del fuego tiene como objetivo establecer una relación directa entre el riesgo existente y los equipos de extinción disponibles.

Desde una perspectiva científica el National Institute of Standards and Technology (NIST) plantea que catalogar un incendio requiere analizar la composición química del combustible y la energía térmica liberadas en el proceso. Al realizar una evaluación variable como la volatilidad, el punto de ignición y el comportamiento térmico del material, es probable descifrar con precisión de que manera se propagará el fuego. Controlar estos parámetros resulta indispensable para elegir agentes extintores que no solo corten la reacción, sino que controlen las dinámicas fisicoquímicas del siniestro, un

método que optimiza la gestión de riesgo en la unidad educativa al permitir el mapeo de materiales y el diseño de barras preventivas a la medida.

1.2.5 Sistema de extinción de incendios

De acuerdo con la National Fire Protection Association (NFPA) extinguir un incendio involucra aplicar métodos o agentes diseñados para romper el ciclo de la combustión. Esto se consigue interviniendo en sus componentes críticos; enfriando la temperatura, sofocando al oxígeno, quitando el material inflamable o inhibiendo la reacción química en cadena. La NFPA indica que la selección del método de extinción depende del tipo de fuego y del agente más adecuado para apagarlo de manera segura.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA) establece que la extinción de incendios implica el uso adecuado de agentes extintores para controlar o suprimir un fuego incipiente, siempre que el trabajador cuente con el equipo apropiado y capacitación. Indica que la eficacia de la extinción depende de emplear un agente compatible con el tipo de incendio, garantizando la seguridad del usuario durante la intervención.

El National Institute of Standards and Technology (NIST) define la supresión del fuego como el conjunto de acciones destinadas a reducir o eliminar la tasa de liberación de energía del incendio, mediante mecanismos como enfriamiento, desplazamiento del oxígeno o inhibición de la reacción química de combustión. A través de sus investigaciones sobre dinámica del fuego, el NIST explica que los agentes extintores funcionan alterando al menos uno de los elementos fundamentales que mantienen el proceso de combustión.

La extinción de incendios es el proceso mediante el cual se aplican agentes, técnicas y equipos destinados a controlar o suprimir un fuego para evitar su propagación y reducir los daños a las personas y a la infraestructura. La agencia destaca que la extinción efectiva requiere comprender cómo los agentes actúan sobre el calor, el combustible o el oxígeno, y señala que la elección del método depende del tipo de incendio, las condiciones del entorno y la disponibilidad de recursos de respuesta (Federal Emergency Management Agency (FEMA), s.f.)

1.2.5.1 Extintores portátiles

Según la National Fire Protection Association (NFPA) los extintores portátiles son herramientas manuales de presión interna dirigido a extinguir conatos de incendio, su importancia consiste en su inmediatez controlando el riesgo en su etapa principal para frenar una propagación mayor; Para asegurar su operatividad, la norma estipula que su distribución y mantenimiento deben contestar rigurosamente a normativas técnicas de seguridad.

Como herramienta diseñada para mitigar conatos de incendio, los extintores portátiles actúan liberando a un agente que interrumpe la química del fuego. Dentro del plantel, estos equipos constituyen un pilar fundamental lo que obliga a garantizar que se mantenga ubicados de manera visible, libres de obstáculo y en perfecto estado operativo. Además, OSHA resalta la importancia de que los trabajadores reciban capacitación en el uso adecuado del extintor para garantizar una respuesta efectiva y segura durante una emergencia (Occupational Safety and Health Administration (OSHA))

El enfoque National Institute of Standards and Technology (NIST) define a estos equipos manuales como la primera opción antes una situación de emergencia en fase incipiente, operando mediante la liberación controlada de un agente supresor. Su logro operativo radica en como el diseño y el compuesto químico participa en el tetraedro de fuego ya sea rompiendo la reacción, enfriando o aislando el comburente. sobre esta perspectiva su uso oportuno evita que el fuego evolucione hacia escenarios fuera de control o estructuralmente peligrosos.

1.2.5.2 Elementos de un extintor

La National Fire Protection Association (NFPA) explica que un extintor portátil está conformado por un conjunto de componentes diseñados para contener un agente extintor y permitir su descarga de manera segura y controlada. un extintor solo es operativo si el cilindro, la manguera, la válvula, el manómetro, el pasador y la palanca operan en perfecta armonía. En conjunto logran que el agente salga con la presión y dirección exactas para contrarrestar el foco de incendio. De hecho la NFPA hace énfasis en que estos componentes cumplan con normas técnicas muy estrictas, garantizando su fiabilidad cuando es mas fundamental.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA) señala que los elementos que componen un extintor portátil son fundamentales para garantizar la correcta aplicación del agente extintor y la seguridad del trabajador que lo utiliza. La institución indica que la estructura del extintor se conforma por un recipiente metálico presurizado, un mecanismo de descarga compuesto por válvula y boquilla, un indicador de presión cuando el diseño lo requiere, y un dispositivo de seguridad que evita activaciones accidentales. OSHA destaca que cada uno de estos componentes debe permanecer en condiciones óptimas mediante inspecciones rutinarias para asegurar la operatividad del equipo el momento de su uso.

Según el National Institute of Standards and Technology (NIST) el diseño de los elementos de un extintor persigue dos metas claras; mantener la integridad de la estructura y asegurar que el agente se libere sin obstrucciones. En este sentido el cilindro actúa como el recipiente principal, fabricado especialmente para soportar altas presiones en su interior, mientras que el conjunto de válvulas se ocupa de dosificar y controlar la salida del contenido. También expone que el manómetro permite verificar la presión adecuada para su uso y que la manguera o boquilla dirige el agente con precisión hacia el fuego. Para el NIST, la calidad y resistencia de cada componente determinan la eficacia general del equipo.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define los elementos de un extintor como las partes estructurales y operativas que permiten contener, presurizar y dirigir un agente extintor con el fin de controlar incendios en el entorno laboral. Sobre esta perspectiva, la estructura del extintor está diseñada para resistir la fuerza interna del agente, trabajando a la par de un sistema de válvula, boquilla y palanca diseñado para una descarga sin algún tipo de riesgo. De igual manera la OIT resalta que tanto la etiqueta de instrucciones como el manómetro son elementos fundamentales, gracias a ellos cualquier persona puede constatar rápidamente si el equipo está cargado y entender cómo operarlo en segundos.

1.2.5.3 Ubicación y Distribución de Extintores

La distribución e instalación de extintores bajo los estándares de la National Fire Protection Association (NFPA) busca un objetivo claro: el acceso inmediato. Para

lograrlo, los equipos deben estar visibles, libres de obstrucciones y colocados a una altura accesible para poder usarlo de manera rápida, adaptando su reparto al riesgo específico de cada zona, Cumplir al pie de la letra las distancias máximas de recorrido asegura que el personal puedes alcanzar un extintor en segundos, algo fundamental para detener un fuego en su fase inicial.

Según las pautas de la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) la distribución de extintores no es al azar: debe responder el tipo de fuego, la carga de combustible y el nivel de riesgo de cada lugar de trabajo. por ello la norma exige ubicarlos en áreas despejadas, visibles y de fácil acceso. cumplir con las distancias de recorrido recomendadas es clave para que cualquier empleado se dirija hacia un equipo a tiempo y controle el fuego en su fase inicial. la agencia enfatiza la necesidad de colocarlos en puntos críticos de alto riesgo, como cocinas industriales, talleres de mantenimiento, zonas de almacenamiento o donde se encuentren equipos eléctricos.

La Federal Emergency Management Agency (FEMA) es clara: los extintores deben estar ubicados en un punto de riesgo, señalado de manera correcta y que sean visibles, el punto clave es la seguridad al utilizarlos; por esta razon se recomienda instalarlos cerca de pasillos principales y salidas de emergencia, de esta manera permitiendo que cualquier persona haga uso en alguna situación de emergencia.

1.2.6 Señalización de seguridad

La International Organization for Standardization (ISO) establece que la señalización de seguridad es un sistema visual destinado a comunicar información esencial relacionada con la prevención de accidentes, la identificación de riesgos y la orientación de las personas dentro de un entorno. De acuerdo con la organización, el uso de formas geométricas, colores y símbolos estandarizados en carteles facilita la transmisión de la información eliminando la barrera del idioma, de igual manera la ISO sugiere colocar los dispositivos en zonas estratégicas y visibles para asegurar una reacción inmediata ante cualquier emergencia.

La National Fire Protection Association (NFPA) define estas señales como guías visuales para localizar recursos contra incendios y vías de evacuación. Para asegurar su reconocimiento en condiciones extremas es estándar exige que permanezcan iluminadas o sean fotoluminiscentes. Así, al marcar claramente la ruta hacia los extintores, hidratantes y salidas de emergencia, se disminuyen drásticamente los tiempos de los ocupantes.

De acuerdo con la normativa de El Ministerio del Trabajo del Ecuador las señales de seguridad actúan como un sistema de alerta temprana para proteger la integridad del personal. Para que cumplan su función deben estar normalizadas y ser fácilmente identificables. La entidad indica que este recurso preventivo es ineficaz por si solo; por lo tanto exige complementarlo con programas de capacitación para los operarios y un plan de mantenimiento continuo del material gráfico.

1.2.6.1 Tipos de señales

La International Organization for Standardization (ISO) clasifica las señales de seguridad según su función específica asegurando que las advertencias y acciones de emergencia se comuniquen al momento. La organización indica que existen señales de prohibición, obligación, advertencia, salvamento y de equipos contra incendios. Cada categoría emplea colores específicos, formas geométricas estandarizadas y símbolos uniformes que permiten transmitir mensajes de manera universal. La ISO resalta que estas señales ayudan a reducir accidentes y mejoran la orientación en emergencias gracias a códigos visuales fáciles de entender.

La National Fire Protection Association (NFPA) señala que los tipos de señales de seguridad relacionadas con incendios cumplen la función de identificar equipos de protección contra incendios, advertir sobre riesgos asociados al fuego y orientar a los ocupantes en la evacuación. Esta clasificación abarca desde equipos de extinción y vías de escape hasta advertencias de inflamabilidad; elementos que la NFPA sugiere mantener visibles, estables y fotoluminiscentes para neutralizar la falta de luz o la presencia de humo. Por su parte El Ministerio del Trabajo del Ecuador categoriza estas señales en advertencia, obligación, prohibición, información y emergencia. Al utilizar formas

y colores normados, el organismo busca que cada señal sea fácil de reconocer, duradera y esté estratégicamente situado para mitigar riesgos laborales.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) indica que los tipos de señales de seguridad se clasifican en función de su intención preventiva, instructiva o de orientación. Estas señales tienen como fin alertar sobre peligros, imponer medidas de seguridad, prohibir conductas o definir vías de evacuación y equipos contra incendios. Bajo esta premisa, La OIT reitera en que los dispositivos deben ser universales, legibles y mantenerse adecuadamente para asegurar una interpretación inmediata en el entorno laboral.

1.2.6.2 Características de la señalización

La International Organization for Standardization (ISO) determina que la señalización debe asegurar la comprensión inmediata del mensaje a través de la simplicidad gráfica, el contraste de color y legibilidad, favoreciendo su percepción incluso con iluminación deficiente o distractores. En sintonía la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) señala que el diseño debe reflejar el nivel de riesgo mediante colores específicos y ubicaciones estratégicas. Ambas organizaciones coinciden en que la uniformidad visual, la duración de los mensajes y un mantenimiento riguroso de los dispositivos son fundamentales para evitar confusiones y reducir la accidentabilidad laboral.

La National Fire Protection Association (NFPA) prescribe que las señales contra incendios deben ser ilegibles a distancia, libres de obstrucciones y fabricadas con materiales duraderos o fotoluminiscentes para responder ante cortes de energía o humo. De manera similar, la legislación ecuatoriana El Ministerio del Trabajo del Ecuador demanda que la señalización sea clara, normalizada y estratégicamente localizada para asegurar la protección de los trabajadores. El punto de concurrencia de ambos marcos radica en que la consistencia visual y la conservación física del material son pilares indispensables para simplificar rutas de escape rápidas y seguras.

1.2.7 Rutas de evacuación

Para garantizar un desplazamiento rápido y seguro la International Organization for Standardization (ISO) y La National Fire Protection Association (NFPA)

exigen de manera agrupada que las vías de escape sean continuas, carezcan de bloqueos y cuenten con iluminación autónoma. El diseño estructural de estas rutas debe calcularse con base en el aforo máximo del recinto y los tiempos de salida, evitando así cualquier aglomeración, de este modo mediante pasillos amplios y correctamente señalizados, se facilita la orientación del personal hacia zonas seguras en algún caso de emergencia.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA) establece que las rutas de evacuación son recorridos y salidas designadas para permitir que los trabajadores abandonen un área peligrosa lo más rápido posible durante una emergencia. La organización indica que estas rutas deben mantenerse despejadas, contar con puertas que abran en sentido de la salida, disponer de un ancho suficiente y estar señalizadas claramente.

1.2.8 Plan de emergencias contra incendios

El diseño de un plan de emergencias contra incendios se rige bajo los criterios complementarios de La National Fire Protection Association (NFPA), Occupational Safety and Health Administration (OSHA) y La International Organization for Standardization (ISO), orientados a salvaguardar vidas y bienes. Mientras la NFPA prioriza la evaluación de riesgos, la disposición de brigadas y la coordinación externa, la OSHA se centra en la operatividad interna, exigiendo la asignación clara de responsabilidades y el concepto de rutas de evacuación en el espacio laboral. Por su parte la ISO conforma esta planificación dentro de los sistemas globales de gestión de seguridad incitando a tener en cuenta el diseño estructural del edificio y la atención a personas vulnerables. Las tres normativas coinciden en que todo plan debe documentarse, mantenerse actualizado ante cualquier cambio de infraestructura y suplementar con capacitación continua para asegurar una respuesta inmediata y ordenada.

1.3 Marco Legal y Ambiental

1.3.1 Constitución de la República del Ecuador

“La Constitución de la República del Ecuador” establece el fundamento legal para este proyecto. Primeramente, el Artículo 32 consagra el derecho primordial a la salud, cuya garantía integral demanda a la presencia de entornos que aseguren

la preservación de la vida. Por otro lado, al Artículo 389, determina la obligación estatal de preservar a la población contra desastres de origen natural o antrópico por medio de la gestión de riesgos. De la sinergia de ambos mandatos surge la necesidad de implementar sistemas de prevención activa, tales como la señalización de emergencia y equipos de extinción de incendios, herramientas técnicas indispensables para salvaguardar la integridad de la comunidad educativa (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

1.3.2 Código de Trabajo del Ecuador

El Código de Trabajo obliga legalmente a los empleadores a desarrollar entornos laborales seguros mediante la prevención técnica de riesgos. En el entorno de un centro educativo esta disposición exige implementar señalización normada, delimitar vías de evacuación, equipar la unidad educativa con sistemas contra incendios y capacitar al personal, de esta manera la normativa protege directamente a docentes, administrativos y personal operativo, convirtiendo la seguridad contra incendios en un derecho laboral exigible y preventivo (Código de Trabajo del Ecuador, 2023).

1.3.3 Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI)

“La Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI)” establece de manera general el derecho de los estudiantes a educarse en entornos seguros específicos y que garanticen su integridad física. Estas exigencias específicas e instrumentales se derivan de los reglamentos internos de la LOEI, de los acuerdos ministeriales del de educación sobre gestión de riesgos y de los reglamentos locales de los cuerpos de bombero (Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), 2011).

1.3.4 Reglamento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo

Basándose en el “Reglamento del Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo”, la disminución del riesgo de incendio demanda una planificación técnica obligatoria que abarca vías de evacuación, señalética normalizada y la ubicación evaluada de cada extintor (Ministerio del Trabajo, 2017).

1.3.5 Normas Técnicas Ecuatorianas INEN

La viabilidad técnica del diseño contra incendios para el plantel se fundamenta en el registro normativo INEN. Para ello se escogió la NTE INEN 739 con la finalidad de calcular la capacidad y ubicación de los extintores portátiles, complementada por la NTE INEN-ISO 3864 para estandarizar la iconografía y la oposición cromática de las señales de emergencia. Dicha base técnica asegura que la infraestructura de protección no solo cumpla con las auditorías legales, sino que de igual manera optimice los tiempos de respuesta de la comunidad educativa (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2022) (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2018).

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

El marco institucional del proyecto se resguarda en las competencias del código orgánico de “Organización territorial, autonomía y descentralización (COOTAD)” este cuerpo legal faculta a los Gobiernos Autónomos descentralizados (GAD) municipales para normar y fiscalizar la seguridad física de las edificaciones dentro de su zona. A través de esta potestad, los cabildos delegan el control técnico al Cuerpo de Bomberos local, el cual es el organismo encargado de inspeccionar, avalar y certificar que la señalética de emergencia, vías de evacuación y los sistemas de extinción de la unidad educativa operen bajo estándares de seguridad vigentes (Asamblea Nacional del Ecuador, 2010).

1.3.7 Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios (Cuerpo de Bomberos)

“El reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendio” dirige de forma obligatoria el diseño de sistemas de seguridad en edificaciones escolares. Este marco legal dictamina las condiciones técnicas mínimas para el equipo de extinción y la señalización de emergencia. Al organizar variables críticas como la capacidad de los extintores, los tiempos u distancias máximas de recorrido, los criterios de accesibilidad y las propiedades de fotoluminiscencia de las señales, la normativa se transforma en el pilar técnico para el desarrollo metodológico del proyecto (Cuerpo de Bomberos del Ecuador, 2009).

1.3.8 Normas Internacionales de Seguridad (NFPA e ISO)

La normativa internacional (NFPA) e (ISO) se incluye a esta investigación como un instrumento de referencia técnica complementaria para el diseño de seguridad, aunque carecen de obligatoriedad jurídica directa en el territorio nacional, su aplicación ocupa vacíos de la normativa local y optimiza los parámetros de desempeño de la infraestructura propuesta. Esto afirma que el sistema preventivo de la Unidad Educativa no solo cumpla con los requisitos de la ley, sino que esté alineado con las mejores prácticas globales de protección de la vida (National Fire Protection Association (NFPA)) (International Organization for Standardization (ISO)).

1.3.9 Marco Normativo Ambiental para la Gestión de Residuos Especiales (COA)

El Código Orgánico del Ambiente (COA) sustenta la gestión sostenible de este proyecto al establecer la responsabilidad integral respecto a los desechos generados durante el ciclo de vida de los sistemas de extinción. Bajo este marco legal, el diseño del sistema prioriza la selección de agentes extintores de un bajo impacto atmosférico, reduciendo aquellos con alto potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO) o potencial calentamiento global (PCG), de igual manera el COA obliga a catalogar los equipos obsoletos y agente caducados como residuos peligrosos, exigiendo que su disposición final y tratamiento se deleguen únicamente a gestores ambientales permitidos por el Ministerio del Ambiente para proteger el entorno de la institución (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

1.4 Marco Metodológico

1.4.1 Modalidad Básica de la Investigación

La presente investigación adopta una modalidad de campo, dado que la recolección de información se realizó directamente en la unidad educativa objeto de estudio, observando las condiciones reales de señalización y los sistemas de extinción existentes. El estudio adopta un diseño documental y de carácter no experimental. El componente documental posibilita el examen y contraste de los estándares regulatorios nacionales e internacionales aplicables. Por otro lado el enfoque no experimental aprueba registrar y evaluar las condiciones actuales del

plantel sin modificar las variables operativas. A partir de esta caracterización diagnóstica, se desarrolla una propuesta técnica orientada a subsanar las brechas de seguridad detectadas y a potenciar la resiliencia del centro educativo frente a eventuales siniestros.

1.4.2 Enfoque

El estudio se desarrolla bajo un enfoque mixto, dado que mezcla elementos cualitativos y cuantitativos. El aspecto cualitativo se centra en realizar una inspección a la infraestructura física del plantel, la pertinencia de la señalética instalada y el nivel de la cultura de seguridad contra incendios, lo que aporta una comprensión contextual profunda de la circunstancia. En cambio, el componente cuantitativo recopila datos métricos y estandarizados para determinar el grado de cumplimiento de la normativa. Mediante el uso de encuestas y fichas de inspección técnicas, se consolidará información imparcial sobre la operatividad, distribución y estado de los equipos de extinción facilitando una evaluación que valide la viabilidad de la propuesta.

1.4.3 Nivel de Investigación

El nivel de estudio es descriptivo, orientado en el levantamiento detallado de las condiciones operativas de la señalética y los equipos de combate contra incendios de la unidad educativa. Este proceso no solo detalla las deficiencias y vulnerabilidades físicas del inmueble, más bien mide cuantitativamente su nivel de apego a la norma técnica nacional. La recopilación y clasificación de estas variables estructurales constituyen el sustento de ingeniería necesario para desarrollar la propuesta de mejora.

1.4.4 Población de Estudio

El estudio de campo se centra en el personal docente de la unidad educativa por su rol estratégico en la gestión de emergencias y el control de los grupos de estudiantes. La muestra queda definida por 25 docentes, seleccionados mediante un muestreo por conveniencia o intencional. Sin embargo el diseño de seguridad contra incendios beneficiará a toda la población estudiantil y administrativa que ocupa el edificio, la recolección de información se concentro en este grupo de docente para garantizar la calidad y coherencia técnica de las

respuestas respecto a los protocolos de evacuación, condición de señaléticas y manejo de extintores.

1.4.5 Tamaño de la Muestra

Al tratarse de una población reducida y totalmente accesible se prescindió del uso de fórmulas de muestreo probabilístico. En su lugar el estudio se estructuró bajo un criterio censal, en donde el universo analizado coincide con la totalidad de los sujetos de interés. De esta manera los 25 docentes del plantel se integraron por completo en la medición de información, lo que anula el margen de error muestral y asegura que el diagnóstico de seguridad evidencie finalmente la realidad institucional.

1.4.6 Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos se aplicaron técnicas de enfoque cuantitativo con el propósito de obtener información precisa sobre el estado actual de los sistemas de señalización y extinción de incendios en la unidad educativa. La primera técnica utilizada fue la encuesta, que permitió conocer el nivel de conocimiento y percepción del personal y de los estudiantes respecto a las medidas de seguridad. Las preguntas se centraron en la identificación de rutas de evacuación uso de extintores, reconocimiento de señales y participación en simulacros la segunda técnica empleada fue la ficha de observación, aplicada para verificar directamente las condiciones físicas de la señalización, la ubicación de los equipos contra incendios y el cumplimiento de las normas de seguridad. El método Meseri se aplicará para evaluar el riesgo de incendio, identificando áreas críticas y determinando el nivel de riesgo actual, lo que complementará los datos obtenidos mediante encuestas y observación ofreciendo una visión integral de la seguridad institucional. Durante el proceso se registraron evidencias fotográficas y observaciones que ayudaron a determinar las deficiencias existentes.

1.4.7 Plan de recolección de datos

Tabla 1

Plan de recolección de datos

Nº	Preguntas frecuentes	Explicación
----	----------------------	-------------

1	¿Para qué?	Para recopilar información sobre las condiciones de seguridad, señalización y medios de extinción de incendios dentro de la unidad educativa.
2	¿De qué personas?	Personal administrativo, docente, de mantenimiento y estudiantes de la unidad educativa.
3	¿Sobre qué aspectos?	Sobre la ubicación, visibilidad y comprensión de las señales de seguridad, así como la disponibilidad y estado de los equipos de extinción de incendios.
4	¿Quién investiga?	Jimmy Alcivar, estudiante de Ingeniería Industrial de la ULEAM.
5	¿Cuándo?	Enero 2026
6	¿Dónde?	En las instalaciones de la unidad educativa objeto de estudio.
7	¿Cuántas veces?	Una vez por cada técnica de recolección de datos aplicada.
8	¿Qué técnica de recolección?	Encuesta, ficha de observación, Método Meseri.
9	¿Con qué?	Cuestionarios estructurados, fichas de observación, registros institucionales y evidencias fotográficas.
10	¿En qué situación?	Durante las actividades regulares de la jornada escolar y en recorridos planificados por las diferentes áreas de la unidad educativa.

1.4.8 Procesamiento de la Información

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos se realizará mediante Microsoft Excel, utilizando herramientas estadísticas básicas como tablas,

gráficos y porcentajes para interpretar los resultados. Esta información permitirá identificar las principales falencias y elaborar un diagnóstico técnico que sirva de base para el diseño del sistema de señalización y extinción de incendios propuesto.

Capítulo 2

2 Diagnóstico o Estudio de Campo

2.1 Reseña histórica de la empresa o institución

La Unidad Educativa Fiscal "José Luis Chóez Chancay" (Código AMIE 13H02444) es una institución pública perteneciente al sector educativo del cantón Manta, localizada en el Barrio María Auxiliadora No. 2, que ofrece su actividad a la formación de niveles iniciales y básicos. Fundada el día 11 de octubre de 1981 con la finalidad de mitigar la demanda de educación formal y accesible en la localidad, la institución ha experimentado una evolución constante a lo largo de más de cuatro décadas adaptando su marco normativo a la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) y expandiendo de manera progresiva su infraestructura mediante la remodelación de aulas que cumplieron su vida útil y la adecuación de canchas recreativas. En la actualidad, el plantel ha consolidado su estructura operativa bajo una dirección formal que coordina un cuerpo docente de 25 profesionales distribuidos en jornadas matutina y vespertina, transformándose en un nodo socioeducativo clave en su circuito territorial que hoy en día demanda sistemas de ingeniería que garanticen la seguridad y autoprotección de toda su comunidad escolar

2.1.1 Ubicación

Barrio María Auxiliadora N.2 calle 309-310 Aven.216

2.1.2 Logotipo

Figura 1

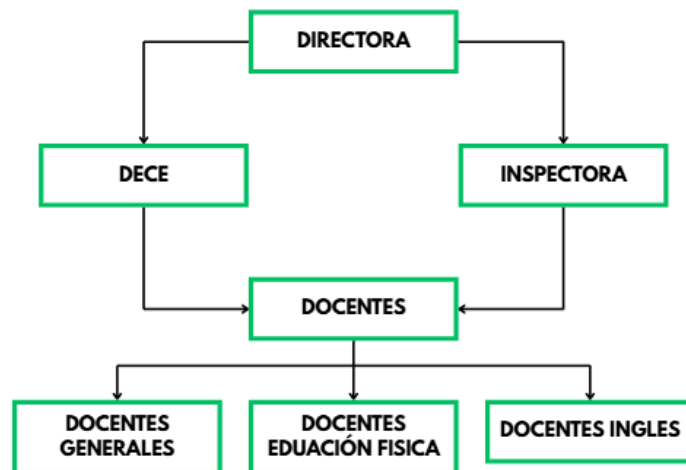
Logotipo de la Unidad Educativa Fiscal "José Luis Chóez Chancay"



2.1.3 Organigrama funcional

Figura 2

Organigrama funcional de la Unidad Educativa Fiscal "José Luis Chóez Chancay"



2.1.4 Filosofía organizacional

2.1.4.1 Visión

Satisfacer la demanda de la comunidad mediante una educación abierta de calidad y calidez, humanista, sin discriminación de etnias, cultura y religión, con un liderazgo potencializado, que comparta con docentes, alumnos/as, y padres de familia, comunidad que potencia capacidades que innove y forme niñas/os críticos, reflexivos y creativos, que valoren su identidad nacional y cultural.

2.1.4.2 Misión

La misión de nuestra institución educativa es educar de acuerdo a la nueva actualización curricular, emitida por el ministerio de educación, la LOEI, el código de la niñez y la adolescencia y la constitución del estado. Propiciando la formación de niños/niñas con capacidad creativa, reflexiva-crítica, con autonomía solidaria, con destrezas y habilidades capaces de resolver problemas diarios, con conocimientos, experiencias y valores, preparados para enfrentar los retos de la sociedad y el buen vivir.

2.2 Descripción de actividades principales

Las actividades que se ejecutan dentro de la Unidad Educativa abarcan los ámbitos pedagógicos, administrativos y servicios generales, distribuidas en las jornadas matutina y vespertina. El proceso modular comprende la enseñanza teórica en las aulas de clase y la formación técnica en el laboratorio de computación. De igual manera se realizan actividades de educación física y recreación al aire libre en la cancha de uso múltiple. El soporte operativo incluye la preparación y venta de alimentos en el bar escolar durante los recesos; la gestión administrativa, de control y de bienestar estudiantil en la oficina de Dirección y DECE; y las labores diarias de limpieza para asegurar la higiene y conservación de toda la infraestructura del plantel.

2.3 Cursos y capacitaciones

Bajo el enfoque de la gestión de la seguridad y salud ocupacional, se evidenció que la unidad educativa no dispone de un plan de capacitación en prevención de riesgos laborales o respuesta ante emergencias para el personal. Debido a la inexistencia de programas de adiestramiento técnico en control de conatos de incendio, manipulación de extintores portátiles, primeros auxilios o protocolos de evacuación, la actuación y la toma de decisiones del personal ante alguna emergencia se fundamenta estrictamente en la experiencia empírica, intuición y conductas de autoprotección no estandarizadas.

2.4 Identificación de factores de riesgos laborales

La identificación de los factores de riesgo de incendio es considerada una etapa fundamental dentro del diagnóstico de las condiciones de seguridad en una Unidad Educativa, ya que esto permite reconocer las características constructivas, operativas y organizacionales que pueden favorecer el inicio o la propagación de un incendio. Para este análisis se desarrolló una inspección visual de las instalaciones, complementada con la aplicación del método MESERI.

Durante la inspección se pudo identificar diferentes factores asociados a la infraestructura como a los materiales presentes dentro de la institución, así como los medios de protección existentes. Estos elementos fueron clasificados según su incidencia en el riesgo de incendio

2.4.1 Características constructivas de la edificación

La Unidad Educativa objeto de estudio está conformada alrededor de 10 aulas distribuidas en bloques académicos de un solo nivel, además de áreas complementarias como lo son administrativas, biblioteca, laboratorio de computación, bar escolar, bodegas etc. Estas instalaciones permiten el desarrollo de las actividades académicas y también administrativas, reuniendo diariamente una población de estudiantes entre 150 a 200, además del personal docente y administrativo

La estructura principal está construida en hormigón armado, el cual es un material con una alta resistencia al fuego y proporciona mayor estabilidad estructural frente a un posible incendio. Presenta una ventaja importante desde el punto de vista de seguridad contra incendios, ya que disminuye la probabilidad de colapso de la edificación durante una emergencia y favorece el tiempo disponible para la evacuación de los ocupantes

La cubierta de la Unidad Educativa está conformada por láminas de zinc y no existe cielo raso. La ausencia de falsos techos reduce la agrupación de materiales combustibles en la parte superior de las aulas y facilita las inspecciones y el mantenimiento de las instalaciones eléctricas

2.4.2 Fuentes de ignición

Las fuentes de ignición corresponden a todos aquellos elementos que son capaces de generar la energía requerida para iniciar un proceso de combustión. Durante la inspección realizada en la Unidad Educativa se identificó que la fuente potencial principal de ignición corresponde a las instalaciones eléctricas, debido a la presencia de tableros eléctricos que carecen de una señalización preventiva correspondiente.

Sin embargo, no se observaron cables expuestos ni un deterioro significativo en los sistemas eléctricos, la ausencia de señalización representa una condición que puede dificultar la identificación rápida de los tableros durante una emergencia o durante actividades de mantenimiento. La utilización permanente de equipos eléctricos en el laboratorio de computación, oficinas administrativas

y biblioteca incrementa la demanda energética y requiere un mantenimiento preventivo adecuado para reducir la posibilidad de fallas eléctricas.

Otro componente que se identificó fue la presencia de un bar escolar, donde se desarrollan actividades relacionadas con la preparación y cocción de alimentos mediante equipos eléctricos o de cocción, constituyendo una fuente adicional de riesgo de incendio si no se mantienen las condiciones adecuadas de operación y control.

Se cree necesario fortalecer las medidas preventivas relacionadas con la identificación de tableros eléctricos, el mantenimiento periódico de las instalaciones y el cumplimiento de las normas de seguridad aplicables a las áreas donde existen fuentes potenciales de ignición.

2.4.3 Materiales combustibles y carga de fuego

La presencia de materiales combustibles constituye uno de los factores que influyen directamente en el desarrollo y propagación de un incendio. En la Unidad Educativa se identificó la existencia de diversos materiales que, debido a las características físicas y químicas, pueden contribuir a incrementar la carga combustible en caso de presentarse una fuente de ignición.

En el recorrido por las instalaciones se observó la presencia de pupitres y escritorios de madera distribuidos en aulas, así como archivadores que contienen documentación administrativa y académica. La biblioteca almacena una cantidad considerable de libros y material bibliográfico elaborado principalmente de papel, material que representa una alta capacidad de combustión de fuego y favorece la generación de humo durante un incendio.

De igual manera, la institución dispone de una bodega donde se almacenan materiales de limpieza e insumos utilizados para el mantenimiento de las instalaciones. Varios de estos productos pueden contener sustancias inflamables o favorecer la propagación del fuego si no son almacenados de manera correcta.

La existencia de materiales combustibles evidencia la necesidad de implementar medidas de prevención, tales como el adecuado almacenamiento de productos,

el control periódico de instalaciones eléctricas y la correcta distribución de los equipos de extinción, con el propósito de reducir la probabilidad de propagación del fuego y minimizar las pérdidas materiales en caso de una emergencia.

2.4.4 Estado de los equipos de extinción

Como parte del diagnóstico realizado, se verificó la existencia de equipos portátiles destinados al combate inicial de incendios. Durante la inspección se identificó un extintor (PQS) de 10 libras con una etiqueta que indicaba que su última recarga fue en 2019, instalado sobre un soporte fijo a la pared instalado en el aula de laboratorio de computación.

Los extintores observados constituyen un elemento importante dentro de las medidas de protección activa contra incendios, debido a que permiten controlar de manera rápida y eficiente incendios incipientes, especialmente aquellos originados por equipos eléctricos energizados. No obstante, durante la inspección no fue posible verificar aspectos técnicos relacionados con la altura de instalación, la fecha de mantenimiento, la vigencia de la recarga ni el cumplimiento de las distancias máximas de recorrido establecidas por la normativa aplicable.

La cantidad de equipos existentes deberá compararse posteriormente con los criterios técnicos establecidos en la normativa ecuatoriana y en las recomendaciones de la NFPA 10, con el fin de determinar si la cobertura es suficiente para proteger la totalidad de las áreas de la institución.

La evaluación mediante el método MESERI permitirá valorar la influencia de los equipos de extinción dentro del nivel de riesgo de incendio.

2.4.5 Estado de la señalización

La señalización constituye uno de los elementos fundamentales para orientar a los ocupantes de una edificación durante una situación de emergencia, facilitando la identificación de rutas de evacuación, equipos contra incendios y zonas seguras.

Durante la inspección en la Unidad Educativa se constató la existencia de señalización correspondiente a salidas de emergencia, rutas de evacuación,

ubicación de extintores, señales de prohibición, obligación y advertencia. Las señales permiten guiar al personal docente administrativo, estudiantes y visitantes durante el desarrollo normal de las actividades y ante la ocurrencia de un evento de emergencia.

Se identificó que la institución no cuenta con señalización fotoluminiscente. Esta condición representa una limitación importante, ya que durante un corte del suministro eléctrico o la presencia de humo las señales convencionales pueden perder visibilidad, dificultando la evacuación de los ocupantes y poniendo riesgo su integridad física.

De acuerdo con las normas técnicas aplicables a la señalización de seguridad es recomendable que las señales utilizadas en rutas de evacuación y salidas de emergencia sean fotoluminiscentes, garantizando su visibilidad incluso en ausencia de iluminación artificial. Por esta razón el diseño propuesto contemplara la incorporación de señalización conforme a los criterios establecidos en la normativa vigente.

2.4.6 Rutas de evacuación y salidas de emergencia

Las rutas de evacuación y las salidas de emergencia constituyen elementos esenciales dentro de un sistema de protección contra incendios, ya que permiten el desplazamiento rápido, seguro y ordenado de los ocupantes hacia zonas libres de peligro durante una situación de emergencia. Su adecuado diseño, señalización y mantenimiento contribuyen a reducir el riesgo de lesiones y facilitan las labores de evacuación.

En la Unidad Educativa se observó que las puertas principales de las edificaciones abren en el sentido de evacuación, característica que favorece la salida de los ocupantes y disminuye la probabilidad de aglomeraciones durante la emergencia. De igual manera se verificó la existencia de iluminación de emergencia instalada en determinadas áreas de la institución, la cual constituye un elemento importante para facilitar la evacuación cuando se produce una interrupción del suministro eléctrico.

No obstante, se identificó que la institución no cuenta con un punto de encuentro claramente definido y señalizado para la concentración de estudiantes, docentes

y personal administrativo después de la evacuación. La ausencia de este elemento dificulta el control del personal evacuado y puede retrasar las labores de verificación y atención por parte de los organismos de respuesta.

Resulta necesario incorporar dentro del diseño propuesto un punto de encuentro debidamente señalizado y establecer rutas de evacuación claramente definidas, esto con el propósito de fortalecer las condiciones de respuesta ante una posible emergencia por incendio.

2.4.7 Capacitación y preparación ante incendios

La capacitación constituye uno de los pilares fundamentales de la prevención de incendios, ya que permite que las personas conozcan todos los procedimientos adecuados para actuar antes, durante y después de una emergencia.

En el levantamiento de información se conoció que la Unidad Educativa ha desarrollado simulacros de evacuación dirigidos a la comunidad educativa, lo que se evidencia el interés institucional por fortalecer la cultura de prevención y preparar al personal de la institución ya sea estudiantes, docentes y personal administrativo para responder de manera organizada ante una eventual situación de riesgo.

La realización periódica de simulacros, complementada con procesos continuos de capacitación y entrenamiento, permitirá incrementar la capacidad de respuesta de la comunidad educativa y reducir las posibles consecuencias derivadas de un incendio.

2.5 Evaluación del riesgo de incendio mediante el Método MESERI

La evaluación de riesgo de incendio representa una etapa clave dentro del diagnóstico de las condiciones de seguridad de una edificación, ya que permite reconocer los factores que favorecen el inicio, desarrollo y propagación de un incendio, así como determinar el nivel de protección existente. Para la presente investigación se escogió el método MESERI, esto debido a que brinda una valoración técnica, rápida y objetiva del riesgo mediante el análisis de las características constructivas de la edificación y de los sistemas de protección contra incendios existentes.

La aplicación de este método facilita obtener un diagnóstico integral de las condiciones actuales de la Unidad Educativa, diferenciando las principales fortalezas y deficiencias relacionadas con las prevención y protección contra incendios. Los resultados obtenidos tendrán una función como fundamento técnico para el diseño del sistema de señalización y extinción de incendios.

2.5.1 Descripción del método MESERI

El método simplificado para la evaluación del riesgo de incendio MESERI es una metodología desarrollada con el propósito de facilitar la evaluación del riesgo de incendio en edificaciones de manera rápida, objetivo y práctica. Su principal ventaja se basa en integrar en una sola evaluación tanto las características propias de la instalación como los medios de protección existentes, permitiendo obtener una calificación cuantitativa del nivel de riesgo de incendio. Distinguiéndose de otros métodos de evaluación que requieren una gran cantidad de información o procedimientos avanzados, el método MESERI fue diseñado para ser aplicado durante las inspecciones técnicas, facilitando al evaluador obtener una calificación preliminar del riesgo en un tiempo reducido. Esta cualidad lo convierte en una herramienta ampliamente utilizada para realizar diagnósticos principales y establecer prioridades de intervención en materia de protección contra incendios.

El método considera dos grandes grupos de elementos. El primero corresponde a las características propias de la instalación, donde se analizan aspectos relacionados con la construcción, ubicación, procesos desarrollados, concentración de bienes, facilidad de propagación del fuego y nivel de destructibilidad de los materiales, el segundo grupo evalúa las medidas de protección contra incendios existentes, tomando en cuenta la disponibilidad de extintores, bocas de incendio equipadas, hidrantes, sistemas de detección automática, rociadores automáticos e instalaciones fijas de extinción de incendios. Cada uno de los factores recibe una puntuación de acuerdo con las condiciones observadas durante la inspección. Posteriormente, mediante una expresión matemática establecida por el método, se obtiene un índice global de protección frente al incendio (P), el cual permite decidir si el riesgo existente puede considerarse aceptable o si requiere la implementación de medidas

correctivas. El método establece que un valor igual o superior a cinco ($P \geq 5$) lo cual corresponde a un riesgo aceptable, mientras tanto los valores inferiores evidencian la necesidad de reforzar las medidas de protección contra incendios.

El método MESERI fue seleccionado por su facilidad de aplicación, su capacidad para evaluar simultáneamente los factores de riesgo y los sistemas de protección, de igual manera para constituir una herramienta apropiada para fundamentar técnicamente el diseño del sistema de señalización y extinción de incendio propuesto para la Unidad Educativa.

El método MESERI evalúa el índice global de riesgo (P) mediante la siguiente relación:

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5y}{26} + 1 \text{ (BCI)}$$

Donde:

- X (Factores Propios del Edificio): Es la suma de las puntuaciones asociadas a la construcción, situación, procesos, concentración, propagabilidad y destructibilidad.
- Y (Factores de Protección): Es la suma de las puntuaciones otorgadas a los sistemas de protección (extintores, bocas de incendio, detección, rociadores, hidrantes, etc.).

2.5.2 Factores evaluados por el método MESERI

2.5.2.1 Factores propios de las instalaciones

2.5.2.1.1 Construcción

2.5.2.1.1.1 Altura del edificio

Se define como altura de un edificio a la distancia vertical que existe entre en suelo de la planta baja y el forjado o cerchas que soportan el techo.

Tabla 2

Coeficiente de altura del edificio

Número de pisos	Altura	Coeficiente
-----------------	--------	-------------

1 ó 2	menor que 6 m	3
3, 4 ó 5	entre 6 y 12 m	2
6, 7, 8 ó 9	entre 15 y 20 m	1
10 o más	más de 30 m	0

2.5.2.1.1.2 Mayor sector de incendio

Se denomina sector de incendio al espacio del edificio confinado por elementos resistentes al fuego en un lapso de tiempo menor a 120 minutos. En edificaciones aisladas, se toma el área total del inmueble, independientemente de que los cerramientos tengan una resistencia menor.

Tabla 3

Coeficiente de superficie del mayor sector de incendio

Superficie mayor sector de incendio	Coeficiente
de 0 a 500 m ²	5
de 501 a 1.500 m ²	4
de 1.501 a 2.500 m ²	3
de 2.501 a 3.500 m ²	2
de 3.501 a 4.500 m ²	1
más de 4.500 m ²	0

2.5.2.1.1.3 Resistencia al fuego

Con respecto a la estructura del edificio, se define al hormigón como resistente al fuego y a las estructuras metálicas como no combustibles; cualquier otra variación se considerará material combustible. Si la edificación presenta una estructura mixta, se debe adoptar un coeficiente intermedio entre los dos indicados en la tabla.

Tabla 4*Coeficiente de resistencia al fuego de la estructura*

Resistencia al fuego	Coeficiente
Resistente al fuego (hormigón)	10
No combustible	5
Combustible	0

2.5.2.1.1.4 Falsos techos

Se define así a los recubrimientos de la cubierta o techumbre, empleados habitualmente en naves industriales con el objetivo de proporcionar aislamiento térmico, acústico o una función estética.

Los materiales con clasificación M0 y M1 se consideran incombustibles, mientras que aquellos pertenecientes a categorías superiores se definen como combustibles.

Tabla 5*Coeficiente de falsos techos*

Falsos techos	Coeficiente
sin falsos techos	5
con falsos techos incombustibles	3
con falsos techos combustibles	0

2.5.2.1.2 Factores de situación

Son los que requieren de la ubicación del edificio. Se consideran dos:

2.5.2.1.2.1 Distancia de los bomberos

Se debe utilizar de forma preferente el coeficiente asociado al tiempo de respuesta del cuerpo de bomberos, teniendo en cuenta la distancia al cuartel únicamente con una referencia orientativa.

Tabla 6*Coeficiente de distancia a los bomberos*

Distancia de bomberos		Coeficiente
Distancia	Tiempo	
Menor de 5 km	5 minutos	10
Entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8
Entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6

Entre 15 y 15 km	15 y 25 min.	2
Más de 25 km	25 min.	0

2.5.2.1.2.2 Accesibilidad del edificio

Se clasificará según la anchura de la vía de acceso, condicionada a que se cumpla con alguna de las demás exigencias de la misma fila o superior; en algun caso contrario, se rebajará el nivel al inmediato inferior.

Tabla 7

Coeficiente de accesibilidad al edificio

Accesibilidad edificios	Anchura vía de acceso	Fachadas	Distancia entre puertas	Coeficiente
Buena	> 4 m	3	< 25 m	5
Media	2 – 4 m	2	< 25 m	3
Mala	< 2 m	1	> 25 m	1
Muy mala	no existe	0	> 25 m	0

2.5.2.1.3 Procesos

2.5.2.1.3.1 Peligro de activación

El análisis observa la posibilidad de inicio de un incendio, enfocándose principalmente en el factor humano y de que manera una imprudencia puedes desencadenar la combustión de determinados productos.

Tabla 8

Coeficiente de combustibilidad

Combustibilidad	Coeficiente
Baja	5
Media	3
Alta	0

2.5.2.1.3.2 Orden y limpieza

Este coeficiente mide el nivel de organización del espacio. Se calificará como alto siempre y cuando las zonas de almacenamiento estén debidamente delimitadas y acatadas, la mercancía se mantenga correctamente apilada y el ambiente de la nave se mantenga libre de suciedad, residuos o algun material disperso.

Tabla 9*Coeficiente de orden y limpieza*

Orden y limpieza	Coeficiente
Bajo	0
Media	5
Alto	10

2.5.2.1.3.3 Almacenamiento en aula

Para simplificar el factor de almacenamiento se evalúa solamente la altura, asumiendo que una mala localización en superficie ya queda contemplada en el apartado de orden y aseo, de este modo se le asigna un coeficiente de 3 si la altura es inferior a 2 metros, de 2 si se encuentra entre 2 y 4 metros, y de 0 si excede los 6 metros.

2.5.2.1.4 Factor de concentración

Este parámetro cuantifica el valor económico en USD/m² de las instalaciones evaluadas. Su estudio es fundamental, ya que los sistemas de protección deben dimensionarse con mayor exigencia ante una mayor concentración de capital.

Tabla 10*Coeficiente del factor de concentración*

Factor de concentración	Coeficiente
Menor de 50.000 pts/m ²	3
Entre 50 y 200.000 pts/m ²	2
Más de 200.000 pts/m ²	0

2.5.2.1.5 Propagabilidad

Este factor evalúa la velocidad y facilidad de propagación del fuego dentro de la zona de incendio. Para calcular de debe analizar la disposición y el método de almacenamiento de los productos, de igual manera como la presencia de pasillos o espacios libre de carga combustible.

2.5.2.1.5.1 En vertical

Se evidenciará la posible propagación del fuego entre niveles. atendiendo a una adecuada separación y distribución.

- Si es baja se aplicará un coeficiente 5.
- Si es media se aplicará un coeficiente 3.
- Si es alta se aplicará un coeficiente 0.

2.5.2.1.5.2 En horizontal

Este parámetro evalúa la propagación del fuego de manera horizontal, analizando la naturaleza de los materiales como también su distribución dentro del área.

- Si es baja se aplicará un coeficiente 5.
- Si es media se aplicará un coeficiente 3.
- Si es alta se aplicará un coeficiente 0.

2.5.2.1.6 Destructibilidad

El análisis determina la vulnerabilidad de los equipos y existencias dantes los efectos colaterales de un incendio. De la siguiente manera se aplica el coeficiente mas bajo si el impacto es severo para los bienes, y el coeficiente más alto cuando las condiciones del siniestro no afectan el contenido de la nave.

2.5.2.1.6.1 Calor

Este parámetro analiza la vulnerabilidad de la maquinaria y las existencias ante el aumento térmico derivado de un incendio. Dado que el calor suele generar daños directos sobre el contenido de las instalaciones, este coeficiente pocas veces alcanzara su valor

- Baja: Cuando las existencias no se destruyan por el calor y no exista maquinaria de precisión que

pueda deteriorarse por dilataciones. El coeficiente a aplicar será 10 (por ejemplo, almacén de ladrillos para construcción).

- Media: Cuando las existencias se degradan por el calor sin destruirse y la maquinaria es escasa. El coeficiente será 5 (por ejemplo, fabricación de productos incombustibles, con escasa maquinaria).
- Alta: Cuando los productos se destruyan por el calor. El coeficiente será 0 (por ejemplo, la mayoría de los casos).

2.5.2.1.6.2 Humo

El factor analiza el potencial daño por humo u hollín sobre los activos fijos y los productos almacenados.

- Baja: Cuando el humo afecta poco a los productos, bien porque no se prevé su producción, bien porque la recuperación posterior será fácil. El coeficiente a aplicar será 10 (por ejemplo, almacén de productos enlatados sin etiquetas).
- Media: Cuando el humo afecta parcialmente a los productos o se prevé escasa formación de humo. El coeficiente a aplicar será 5 (por ejemplo, el mismo almacén del ejemplo anterior, si las latas estuvieran etiquetadas, o también un taller metalúrgico).
- Alta: Cuando el humo destruye totalmente los productos. El coeficiente a aplicar será 0 (por ejemplo, fabricación de productos alimenticios o fabricación de productos farmacéuticos).

2.5.2.1.7 Corrosión

Se tiene en cuenta la destrucción de edificio, maquinaria y existencias a consecuencia de gases oxidantes desprendidos en la combustión. Un producto que debe tenerse especialmente en cuenta es el CIH producido en la descomposición del PVC.

- Baja: Cuando no se prevé la formación de gases corrosivos o los productos no se destruyen por oxidación. El coeficiente a aplicar será 10 un ejemplo es, cerámica en que no se utilicen envases de PVC bodegas de crianza de vino y fábricas de cemento.

- Media: Cuando se prevé la formación de gases de combustión oxidantes, que no afectarán a las existencias ni en forma importante al edificio. El coeficiente debe ser 5 (por ejemplo, edificio de estructura de hormigón armado conteniendo un almacén de frutas).
- Alta: Cuando se prevé la formación de gases oxidantes que afectarán al edificio y la maquinaria de forma importante. El coeficiente será 0 un ejemplo, fábrica de juguetes con utilización de PVC en un edificio de estructura metálica.

2.5.2.1.8 Agua

Es considerar la destructibilidad por agua ya que será el elemento fundamental para conseguir la neutralización del incendio.

- Alta: Cuando los productos y maquinaria se destruyan totalmente. El coeficiente será 0 (por ejemplo, almacén de carburo cálcico y centros de informática con ordenadores).
- Media: Cuando algunos productos o existencias sufran daños irreparables y otros no. El coeficiente será 5.
- Baja: Cuando el agua no afecte a los productos. El coeficiente será 10 (por ejemplo, almacén de juguetes de plásticos sin cartonaje).

2.5.2.2 Factores de protección

La existencia de medios de protección adecuados se considera en este método de evaluación fundamentales para la clasificación del riesgo. Tanto es así que, con una protección total la calificación nunca sería inferior a 5.

Naturalmente, un método simplificado en el que se pretende gran agilidad, debe reducir la amplia gama de medidas de protección de incendios al mínimo imprescindible por lo que únicamente se consideran las más usuales.

Los coeficientes a aplicar se han calculado de acuerdo con las medidas de protección existentes en las instalaciones y atendiendo a la existencia o no de vigilancia permanente. Se entiende como vigilancia la operatividad permanente de una persona durante los siete días de la semana a lo largo de todo el año.

Este vigilante debe estar convenientemente adiestrado en el manejo del material de extinción y contar con un plan de alarma.

Se ha considerado también, la existencia o no de medios tan importantes como la protección parcial de puntos peligrosos, con instalaciones fijas (IFE), sistema fijo de CO₂ halón o agentes extintores y polvo y la disponibilidad de brigadas contra incendios (BCI).

Tabla 11

Coeficiente de los factores de protección

Elementos y sistemas de protección contra incendios	Sin vigilancia de mantenimie nto (SV)	Con vigilancia de mantenimie nto (CV)
Extintores portátiles (EXT)	1	2
Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4
Columnas hidrantes exteriores (CHE)	2	4
Detección automática (DET)	0	4
Rociadores automáticos (ROC)	5	8
Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4

2.5.2.2.1 Extintores portátiles (EXT)

El coeficiente a aplicar será 1 sin servicio de vigilancia (SV) y 2 con vigilancia (CV).

2.5.2.2.2 Bocas de incendio equipadas (BIE)

Para riesgos industriales deben ser de 45 mm de diámetro, no sirviendo las de 25 mm. El coeficiente a aplicar será 2 sin servicio de vigilancia (SV) y 4 con vigilancia (CV).

2.5.2.2.3 Columnas hidratantes exteriores (CHE)

El coeficiente de aplicación será 2 sin servicio de vigilancia (SV) y 4 con vigilancia (CV).

2.5.2.2.4 Detección automática de incendios (DET)

El coeficiente a aplicar será 0 sin servicio de vigilancia (SV) y 4 con vigilancia (CV)

En este caso se considerará también vigilancia a los sistemas de transmisión directa de alarma a bomberos o policía, aunque no exista ningún vigilante en las instalaciones.

2.5.2.2.5 Rociadores automáticos (ROC)

El coeficiente a aplicar será 5 sin servicio de vigilancia (SV) y 8 con vigilancia (CV).

2.5.2.2.6 Instalaciones fijas de extinción por agentes gaseosos (IFE)

Se considerarán aquellas instalaciones fijas distintas de las anteriores que protejan las partes más peligrosas del proceso de fabricación o la totalidad de las instalaciones. Fundamentalmente son:

- Sistema fijo de espuma de alta expansión.
- Sistema fijo de CO₂.
- Sistema fijo de halón.

El coeficiente a aplicar será 2 sin servicio de vigilancia (SV) y 4 con vigilancia (CV).

2.5.3 Procedimiento de aplicación

La aplicación del método MESERI se llevó a cabo mediante una inspección directa de las instalaciones de la Unidad Educativa. Durante el recorrido se contemplo las características constructivas de la edificación, distribución de bloques, materiales, condiciones de almacenamiento, los probables factores de propagación de incendio y los medios de protección vigentes.

Posteriormente, los datos recopilados fueron contrastados con los criterios de valoración determinados en la matriz del método MESERI. A cada factor se le asignó el coeficiente correspondiente en base a las condiciones observadas. Los factores propios de la instalación fueron sumados para obtener el valor X, en cambio los medios de protección fueron evaluados para determinar el valor Y.

Por último, los valores obtenidos fueron incorporados en la formula del método MESERI para establecer el coeficiente de protección frente al incendio P, del cual el resultado permitió establecer la aceptabilidad del riesgo en la institución.

2.5.4 Matriz de evaluación MESERI

Tabla 12

Matriz de evaluación MESERI

Concepto	Coeficiente	Puntos
CONSTRUCCIÓN		
N° de pisos / Altura		
• menor de 6 m	3	3
• entre 6 y 15 m	2	
• entre 15 y 27 m	1	
• más de 30 m	0	
Superficie mayor sector Incendios		
• de 0 a 500 m ²	5	5
• de 501 a 1.500 m ²	4	
• de 1.501 a 2.500 m ²	3	
• de 2.501 a 3.500 m ²	2	
• de 3.501 a 4.500 m ²	1	
• más de 4.500 m ²	0	
Resistencia al fuego		
• Resistente al fuego (hormigón)	10	10
• No combustible	5	
• Combustible	0	
Falsos techos		
• sin falsos techos	5	5
• con falsos techos incombustibles	3	
• con falsos techos combustibles	0	
FACTORES DE SITUACIÓN		
Distancia de los bomberos		
• menor de 5 km ó 5 minutos	10	10
• entre 5 y 10 km ó 5 y 10 min.	8	

• entre 10 y 15 km ó 10 y 15 min.	6	
• entre 15 y 25 km ó 15 y 25 min.	2	
• más de 25 km ó 25 min.	0	
Accesibilidad de edificios		
• Buena	5	5
• Media	3	
• Mala	1	
• Muy mala	0	
PROCESOS		
Peligro de activación		
• Bajo	10	5
• Medio	5	
• Alto	0	
Carga térmica		
• Baja ($Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$)	10	10
• Media ($100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$)	5	
• Alta ($Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$)	0	
Combustibilidad		
• Baja (M.0 y M.1)	5	3
• Media (M.2 y M.3)	3	
• Alta (M.4 y M.5)	0	
Orden y limpieza		
• Bajo	0	10
• Medio	5	
• Alto	10	
Almacenamiento en altura		
• menor de 2 m	3	3
• entre 2 y 4 m	2	
• más de 6 m	0	
FACTOR DE CONCENTRACIÓN		
Factor de concentración		
• menor de 50.000 pts/m ²	3	3
• entre 50.000 y 200.000 pts/m ²	2	
• más de 200.000 pts/m ²	0	
PROPAGABILIDAD		
Vertical		
• Baja	5	5
• Media	3	
• Alta	0	
Horizontal		
• Baja	5	3

• Media	3	
• Alta	0	
DESTRUCTIBILIDAD		
Por calor		
• Baja	10	0
• Media	5	
• Alta	0	
Por humo		
• Baja	10	5
• Media	5	
• Alta	0	
Por corrosión		
• Baja	10	10
• Media	5	
• Alta	0	
Por agua		
• Baja	10	0
• Media	5	
• Alta	0	
SUBTOTAL (X)		95

Tabla 13

Evaluación de sistemas de protección

Sistemas de Protección	SV	CV	Puntos
Extintores portátiles (EXT)	1	2	0
Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	0
Columnas hidrantes exteriores (CHE)	2	4	0
Detección automática (DET)	0	4	0
Rociadores automáticos (ROC)	5	8	0
Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	0
SUBTOTAL (Y)			0

2.5.5 Cálculo e interpretación del método MESERI

Desglose para la Matriz MESERI de la U.E.F. "José Luis Chóez Chancay":

Cálculo del Coeficiente *X* (Factores Propios del Inmueble):

- Altura del edificio (1 piso, <6m): **3**
- Mayor sector de incendio (0 a 500 m²): **5**
- Resistencia al fuego (Hormigón armado): **10**
- Falsos techos (Sin falso techo / zinc directo): **5**
- Distancia a bomberos (<5 km / <5 min): **10**
- Accesibilidad al edificio (Buena >4m): **5**
- Peligro de activación / combustibilidad (Media): **5**
- Carga térmica Baja (Q < 100 Mcal/m²): **10**
- Combustibilidad Media (M.2 y M.3): **3**
- Orden y limpieza (Medio): **10**
- Almacenamiento en aula (<2m): **3**
- Factor de concentración (Bajo): **3**
- Propagabilidad vertical (Baja, 1 solo nivel): **5**
- Propagabilidad horizontal (Media): **3**
- Destructibilidad por Calor (Alta): **0**
- Destructibilidad por Humo (Media): **5**
- Destructibilidad por Corrosión (Baja): **10**
- Destructibilidad por Agua (Media): **0**
- **Total X = 75**

Cálculo del Coeficiente Y (Factores de Protección Existentes):

- Extintores portátiles (Existe 1 unidad caducada en 2019, sin cobertura total ni mantenimiento): **1**
- Bocas de Incendio Equipadas (BIE): **0**
- Detección automática: **0**
- Rociadores automáticos: **0**
- Hidrantes exteriores / Red de agua: **0**
- **Total Y = 1**

Formula método MESERI

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5y}{26} + 1 (BCI)$$

$$P = 0 \geq 5$$

Reemplazamos valores

$$P = \frac{5(95)}{129} + \frac{5(1)}{26} + 0$$

$$P = 3,87$$

Al obtenerse un valor de $P = 3.87$ el riesgo de incendio en la institución se clasifica como Inaceptable/Vulnerabilidad Alta, dado que se sitúa significativamente por debajo del umbral mínimo de aceptabilidad de $P \geq 5.0$ determinado por el método. Esta condición crítica está motivada principalmente por la ausencia de un sistema de protección activa funcional y debidamente mantenido ($Y = 1$)

2.6 Resultados del levantamiento de datos

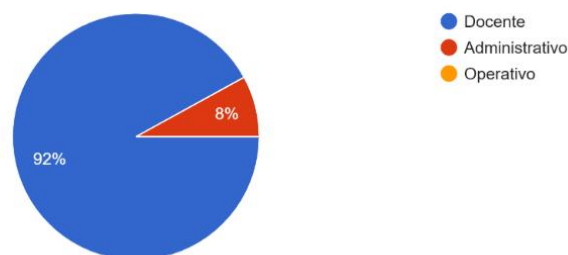
En este apartado se muestran los resultados obtenidos a partir de la encuesta que se aplicó al personal docente y administrativo de la Unidad Educativa. El instrumento se aplicó a un total de 25 participantes, con el propósito de conocer su percepción sobre las condiciones de señalización, extinción de incendio, capacitación ante posibles emergencias por incendio

Cargo que desempeña

Figura 3

Pregunta 1

Cargo que desempeña
25 respuestas



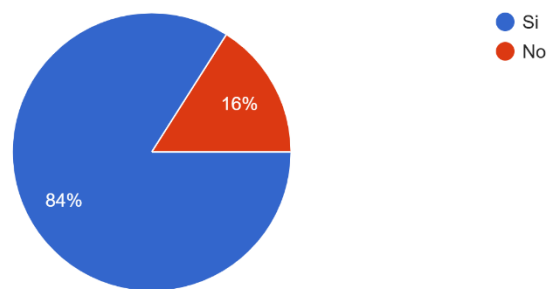
De los 25 participantes de la encuesta refleja que el 92% corresponde al personal docente y el otro 8% pertenece al personal administrativo de la Unidad Educativa

¿Ha observado señalización que indique las rutas de evacuación dentro de la institución?

Figura 4

Pregunta 2

¿Ha observado señalización que indique las rutas de evacuación dentro de la institución?
25 respuestas



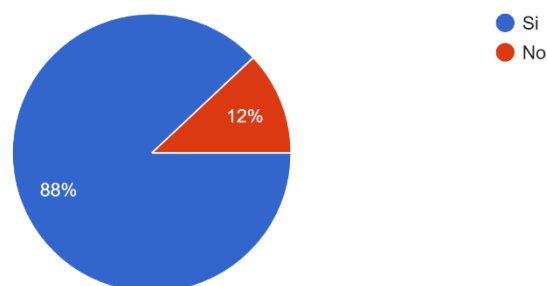
El 84% de los encuestados manifestó haber presenciado señalización que indica las rutas de evacuación, en cambio el 16% indico no haber identificado señalética que indique las rutas de evacuación

¿Considera que la señalización instalada es clara y fácil de comprender?

Figura 5

Pregunta 3

¿Considera que la señalización instalada es clara y fácil de comprender?
25 respuestas



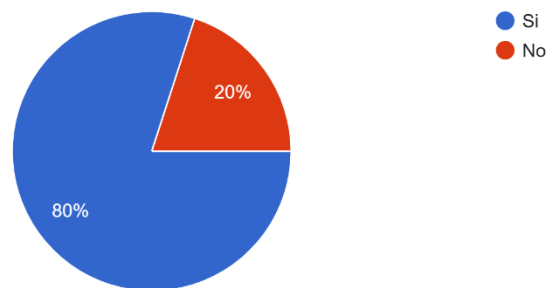
El 88% de los participantes considera que las señaléticas que se encuentran en la unidad educativa son claras y fáciles de comprender, en cambio el 12% indica que no creen que sea suficiente la claridad y facilidad de comprender una señalética

¿La señalización se encuentra ubicada en lugares visibles y estratégicos para orientar la evacuación?

Figura 6

Pregunta 4

¿La señalización se encuentra ubicada en lugares visibles y estratégicos para orientar la evacuación?
25 respuestas



El 80% indica que la señalización ubicada en la Unidad Educativa esta ubicada en lugares visibles y estratégicos en cambio el 20% presenta una percepción contraria. Lo que evidencia que existe una posibilidad de mejora en la ubicación y distribución se señalización

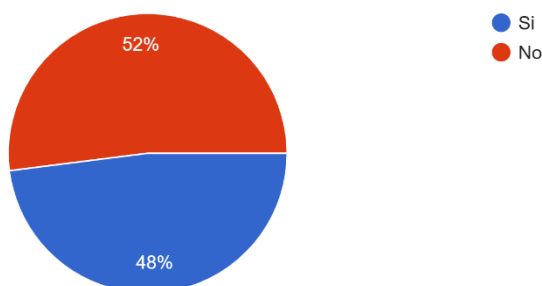
¿Considera que la señalización actual es suficiente para orientar a las personas durante una emergencia?

Figura 7

Pregunta 5

¿Considera que la señalización actual es suficiente para orientar a las personas durante una emergencia?

25 respuestas



El 52% de los encuestados considera que la señalización que existe en la Unidad Educativa no es suficiente para orientar a las personas en caso de emergencia, sin embargo, el 48% indica que la señalización es suficiente en un caso de emergencia

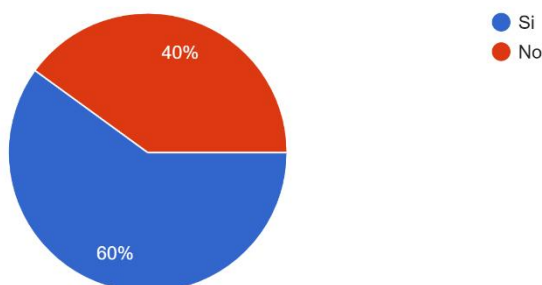
¿Ha observado la existencia de extintores en las áreas de la institución?

Figura 8

Pregunta 6

¿Ha observado la existencia de extintores en las áreas de la institución?

25 respuestas



El 60% del personal manifestó haber observado la existencia de extintores, por otro lado. El 40% indica que si ha observado extintores.

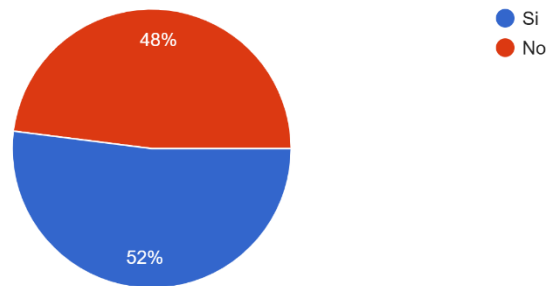
¿Puede identificar fácilmente la ubicación de los extintores mediante la señalización instalada?

Figura 9

Pregunta 7

¿Puede identificar fácilmente la ubicación de los extintores mediante la señalización instalada?

25 respuestas



Existe una igualdad en esta pregunta ya que el 52% de participantes indicó que puede identificarla ubicación de los extintores mediante su señalización y el 48% considera que le resulta complicado identificar la ubicación de los extintores

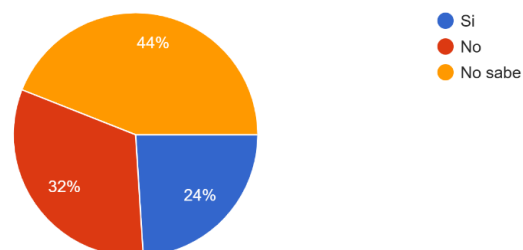
¿Ha observado que los extintores presenten una etiqueta o registro de mantenimiento visible?

Figura 10

Pregunta 8

¿Ha observado que los extintores presenten una etiqueta o registro de mantenimiento visible?

25 respuestas



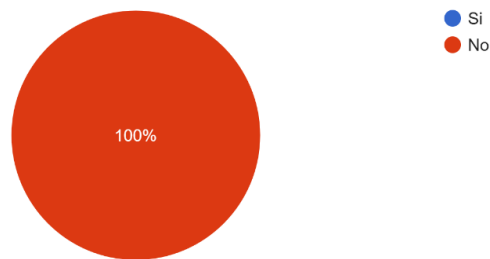
El 44% del personal de la Unidad Educativa considera que no tener conocimiento si el extintor cuenta con una recarga o no, el 32% indica que no observa etiqueta de registro de mantenimiento y por ultimo el 24% si observan una etiqueta de mantenimiento visible

¿Considera que existen extintores suficientes en las áreas donde usted desarrolla sus actividades?

Figura 11

Pregunta 9

¿Considera que existen extintores suficientes en las áreas donde usted desarrolla sus actividades?
25 respuestas



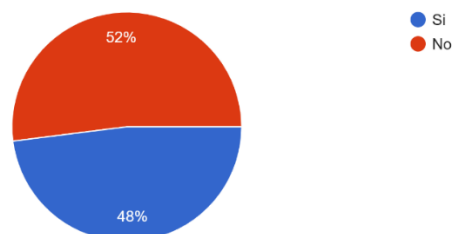
El 100% de los encuestados considera que la cantidad de extintores no es suficiente para el área de trabajo donde desarrollan sus actividades-

¿Ha recibido capacitación sobre prevención y actuación ante incendios?

Figura 12

Pregunta 10

¿Ha recibido capacitación sobre prevención y actuación ante incendios?
25 respuestas



El 52% indica no haber recibido una capacitación sobre prevención y actuación ante incendios, sin embargo, el 48% del personal de la Unidad Educativa indica si haber tenido una capacitación.

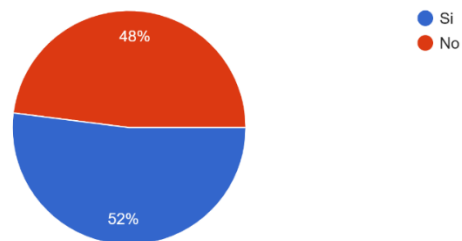
¿Conoce el procedimiento a seguir en caso de incendio dentro de la institución?

Figura 13

Pregunta 11

¿Conoce el procedimiento a seguir en caso de incendio dentro de la institución?

25 respuestas



El 52 % de los encuestados indica que conoce el procedimiento a seguir en caso de emergencia, en cambio el 48% del personal no conoce el procedimiento

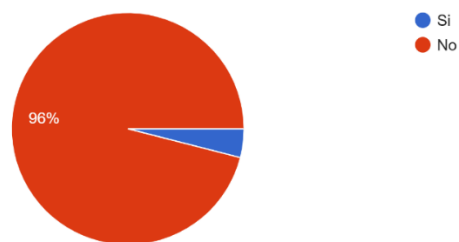
¿Sabe cómo utilizar correctamente un extintor portátil?

Figura 14

Pregunta 12

¿Sabe cómo utilizar correctamente un extintor portátil?

25 respuestas



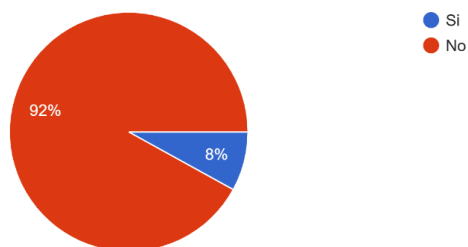
El 96% de los encuestados no sabe utilizar de manera adecuada un extintor portátil

¿Considera que la institución se encuentra preparada para responder ante una emergencia por incendio?

Figura 15

Pregunta 13

¿Considera que la institución se encuentra preparada para responder ante una emergencia por incendio?
25 respuestas



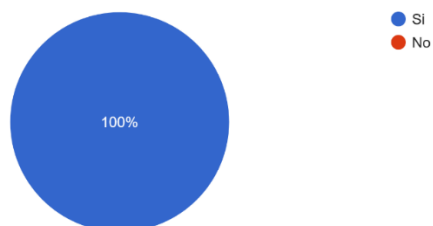
En esta pregunta se observa que el 92% del personal indica que la Unidad Educativa no esta en optimas condiciones en un caso de riesgo de incendio

¿Considera necesario diseñar un sistema de señalización y extinción de incendios para mejorar la seguridad de la institución?

Figura 16

Pregunta 14

¿Considera necesario diseñar un sistema de señalización y extinción de incendios para mejorar la seguridad de la institución?
25 respuestas



El personal de la unidad educativa considera necesario diseñar un sistema de señalización y extinción de incendio.

Capítulo 3

3 Propuesta de mejora

3.1 Introducción

La seguridad contra incendios integra un componente importante para la seguridad de las instituciones educativas, debido a la existencia permanente de estudiantes, docentes, personal administrativo y otros ocupantes. La disposición de señalización adecuada y medios de extinción contra incendios permite simplificar la orientación durante una emergencia y poseer equipos para actuar ante una emergencia de incendio.

Partiendo del diagnóstico desarrollado en el capítulo anterior, se identificaron insuficiencias relacionadas con la cantidad y distribución de extintores, de igual manera necesidades de mejora en la señalización de seguridad. La aplicación del método MESERI recibió un valor de $P = 3,68$, correspondiente a una condición no aceptable de acuerdo los criterios de método. De igual manera los resultados de la encuesta evidenciaron que el 100% del personal de la unidad educativa considera insuficiente la cantidad de extintores en su área de trabajo, de igual manera el 100% considera indispensable diseñar un sistema de señalización y extinción de incendios.

En contestación a los hallazgos identificados, el presente capítulo desarrolla una propuesta de diseño adaptada a las características y distribución física de la Unidad Educativa. La propuesta considera la determinación de la señalización requerida, la definición de las rutas de evacuación, la elección del punto de encuentro y la determinación del tipo, cantidad y localización de los extintores.

El diseño se presenta como una propuesta técnica para una futura implementación por parte de la institución, considerando los criterios normativos aplicables y teniendo en cuenta las condiciones identificadas durante el levantamiento de información.

3.2 Objetivo de la propuesta

Diseñar una propuesta de señalización y extinción de incendio para la Unidad Educativa José Luis Choez Chancay, mediante la determinación del tipo, cantidad y ubicación de las señales de seguridad y extintores portátiles, de acuerdo con las condiciones de las instalaciones, los riesgos identificados y los criterios técnicos y normativos aplicables.

3.3 Estrategias y acciones propuestas

3.3.1 Diseño de la señalización de seguridad

El sistema de señalización se realizó de acuerdo con los riesgos identificados, las rutas de evacuación, las salidas disponibles, la distribución de los equipos de extinción y las condiciones de las instalaciones.

Las señales propuestas tienen como objetivo proporcionar información visual para orientar a los ocupantes de la Unidad Educativa durante una emergencia, identificar los equipos de extinción y advertir sobre los riesgos específicos

Tabla 14

Señalización propuesta

Tipo de señal	Cantidad propuesta	Ubicación
Ruta de evacuación direccional	16	Pasillos de diferentes bloques
Salida	1	Puerta principal
Botiquín	5	Distintos botiquines de la unidad educativa
Extintor	7	Una sobre cada extintor propuesto
Punto de encuentro	2	Cancha
Salida de emergencia	1	Salida de emergencia por el nodo
Riesgo eléctrico	14	Tableros eléctricos de diferentes aulas

Prohibido fumar	2	Bar/Sala de cómputo/Nodo
Solo personal autorizado	3	Bodega/ Nodo/ Bomba de cisterna
Total	51	

3.3.2 Diseño de las rutas de evacuación y punto de encuentro

Las rutas de evacuación se diseñaron teniendo en cuenta la distribución de las diferentes áreas, la ubicación de las puertas, los puntos de encuentro y salida emergencia que dispone la institución educativa. Para mejorar la orientación del personal de la unidad educativa durante una emergencia se incorporó dieciséis señales direccionales de evacuación, distribuidas en lugares estratégicos del recorrido, dichas señaléticas indican el sentido que deben recorrer las personas desde las diferentes áreas hacia la zona determinada para la concentración ubicadas en la cancha de la institución o hacia la salida de emergencia. Esto facilita a los ocupantes identificar el sentido de desplazamiento y así dirigirse hacia una zona segura.

Durante el levantamiento de información se identificó cinco señales ya existentes de salida las cuales tienen como finalidad orientar la salida habilitada de la institución. Debido a que aportan a la orientación de los usuarios, estas señales se mantuvieron dentro del diseño y se complementaron con las recientes señales direccionales de evacuación. De igual manera se propuso una señal de salida de emergencia para facilitar la identificación de la misma que permite abandonar el establecimiento, la señal fue ubicada en la salida de emergencia ubicada junto al nodo.

La cancha de la institución fue seleccionada como punto de encuentro debido a su ubicación y amplitud. dentro de esta se ubicaron dos puntos de encuentro con el fin de distribuir a los usuarios procedentes de los diferentes bloques y de esta manera facilitar su organización durante una emergencia.

Los sentidos de evacuación, las rutas, las señales existentes conservadas, la salida de emergencia y los puntos de encuentro se encuentran representados en el plano de propuesta.

3.3.3 Señalización de equipos y elementos de emergencia

Para simplificar la identificación de los equipos de primera intervención, se propone la instalación de siete señales de extintor, correspondientes a los siete equipos propuestos en el diseño. Cada señal debe ser ubicada de manera visible sobre el extintor correspondiente para facilitar su localización y uso.

De igual manera, aunque la institución cuenta con cinco botiquines identificados con una cruz pintada, se propone incorporar cinco señales de botiquín de primeros auxilios, esto permitirá mejorar el reconocimiento visual y facilitará su localización ante una situación de emergencia.

3.3.4 Señalización de advertencia, prohibición y acceso restringido

Se propone la ubicación de catorce señales de riesgo eléctrico en los tableros eléctricos identificados en las distintas áreas de la unidad educativa, con la finalidad de advertir sobre la presencia de riesgo eléctrico y prevenir la incorrecta manipulación de estos elementos.

De igual manera se recomienda la instalación de tres señales de solo personal autorizado ubicadas en la bodega, nodo eléctrico y bomba de la cisterna. Estas señales permiten restringir el ingreso de personas no autorizadas a dicha zona que contiene equipos o materiales que necesiten un control de acceso.

También se propone la ubicación de dos señales de prohibido fumar, ubicadas en el bar y en el nodo eléctrico, como medida de prevención a posibles fuentes de ignición.

3.3.5 Diseño del sistema de extinción mediante extintores portátiles

La asignación de los medios de extinción se realizó teniendo en cuenta las características de cada área, los componentes combustibles presentes y la presencia de equipos eléctricos. Como conclusión, el diseño contempla la disposición de siete extintores operativos.

Tabla 15*Distribución propuesta de extintores*

N°	Área de ubicación	Cantidad	Tipo
1	Dirección, DECE y aula múltiple	1	PQS ABC
2	Bar	1	K
3	Inicio de bloque continuo de aulas pasillo de aula 1 y 2	1	PQS ABC
4	Fuera de aula 4	1	PQS ABC
5	Pasillo aula 5 y aula 6	1	PQS ABC
6	Sala de computación	1	CO2
7	Pasillo aula 8 y aula 9	1	PQS ABC
Total		7	

3.3.6 Cálculo del Dimensionamiento de Extintores

Para sustentar técnicamente la cantidad y ubicación de los equipos de extinción portátiles instalados en la institución educativa, se desarrolló la presente memoria de cálculo basada en las especificaciones de la norma nacional NTE INEN 739 y el estándar internacional NFPA 10

El predio de la institución educativa abarca un área total de 3340 m². De esta superficie, un área de 970 m² corresponde a la infraestructura útil construida, techada y de circulación peatonal, sobre la cual se aplica el dimensionamiento directo y la distribución perimetral de los equipos de extinción según la norma NTE INEN 739 y NFPA 10.

3.3.6.1 Clasificación de riesgo de ocupación

De acuerdo con las actividades desarrolladas en el establecimiento y la naturaleza de la carga combustible presente, las áreas operativas se clasifican en:

- **Riesgo Leve (Lindo):** Áreas donde la cantidad de materiales combustibles de Clase A e inflamables de Clase B es reducida (Aulas de clase, Oficinas administrativas, DECE y Dirección).

- **Riesgo Moderado (Ordinario):** Áreas con mayor concentración de materiales combustibles de Clase A, equipos eléctricos o manipulación puntual de líquidos/grasas (Biblioteca, Archivo, Laboratorio de Computación y Bar Escolar).

3.3.6.2 Tipos de Fuego Potenciales

- **Clase A:** Materiales sólidos comunes como madera, papel, cartón, textiles y plásticos (Aulas, Oficinas, Biblioteca, Archivo).
- **Clase B:** Líquidos inflamables y combustibles, aceites de cocina (Bar Escolar).
- **Clase C:** Equipos eléctricos energizados, computadores, tableros de control (Laboratorio de Computación, Oficinas, Áreas Administrativas).
- **Clase K:** Aceites y grasas de origen vegetal/animal para cocción (Área de cocina del Bar Escolar).

3.3.6.3 Criterios y Parámetros de Cobertura (NTE INEN 739 / NFPA 10)

- **Área Máxima de Cobertura por Extintor:** Para extintores de Polvo Químico Seco (PQS) de 10 lbs (Capacidad nominal 2-A:10-B:C o 4-A:20-B:C), la cobertura técnica estándar oscila entre 280 m² (Riesgo Moderado) y 1125 m² (Riesgo Leve).
- **Distancia Máxima de Recorrido:** La distancia que debe recorrer una persona hacia cualquier extintor no debe superar los 15 metros para fuegos Clase A y Clase C.

3.3.6.4 Planilla de dimensionamiento y distribución por áreas

Tabla 16

Planilla de dimensionamiento y distribución por áreas

Área	/	Superficie	Tipo de Fuego	Agente Extintor Recomendado	Cantidad Calculada	Ubicación Propuesta en Plano
Bloque		(m2)				

Bloque Aulas Central e Izquierdo (Aulas 1 a 7 y 10)	220 m ²	Clase A	PQS 10 lbs (4-A:20-B:C)	3 unidades	Pasillos de Aulas (Bloque Izquierdo, Aula 4 y Aulas 5-6)
Bloque Aulas Derecho y Nodo (Aulas 8, 9 y Nodo)	80 m ²	Clase A	PQS 10 lbs (4-A:20-B:C)	1 unidad	Pasillo exterior junto a Aula 9
Sala de Cómputo	60 m ²	Clase C / A	CO ₂ 10 lbs	1 unidad	Junto a la puerta de ingreso de Sala de Cómputo
Bar Escolar	35 m ²	Clase B / K / C	PQS 10 lbs / Acetato de Potasio	1 unidad	Exterior del Bar Escolar
Oficinas / Dirección / DECE / Aula Múltiple	175 m ²	Clase A / C	PQS 10 lbs (4-A:20-B:C)	1 unidad	Pasillo de administración (entre DECE y Aula Múltiple)
Áreas Exteriores / Cancha Central	400 m ²	Clase A	PQS 10 lbs (Cobertura Perimetral)	Cobertura Perimetral	Protegida por los extintores ubicados en corredores colindantes ($\leq$ 15 m)

TOTAL	970 m ²	Clase A, B, C, K	PQS / CO₂ / 7	Cobertura
		Acetato de Potasio	de unidades	100% de la edificación

3.3.7 Medidas complementarias de protección contra incendios

Como complemento al diseño de señalización y extinción de incendio propuesto, se consideran los medios de protección existentes en la institución. Durante el levantamiento de información se observó la existencia de un sistema de alarma operativo, así como la conformación de brigadas de evacuación y de seguridad. se recomienda mantener operativo el sistema de alarma y comprobar periódicamente su funcionamiento. de igual manera se plantea reforzar la capacitación de las brigadas existentes y del personal de la unidad educativa, en especial los procedimientos de evacuación y uso de extintores portátiles.

Se deberá mantener despejadas las rutas de evacuación, garantizando la accesibilidad a los equipos de extinción y realizar simulacros periódicos para evaluar la respuesta antes una situación de emergencia

3.3.8 Planos de propuesta

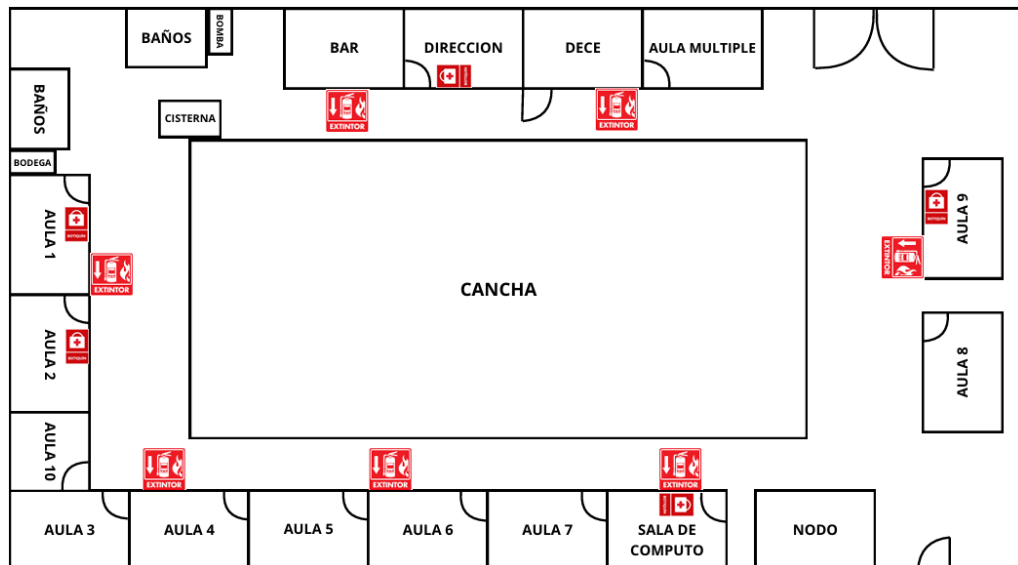
La propuesta se presenta mediante tres planos, elaborados de manera independiente para facilitar la identificación comprensión de los distintos elementos de seguridad contemplados en el diseño. la separación de los elementos permite evadir la saturación visual y brinda facilidad a la interpretación de la ubicación de los equipos, rutas de evacuación y señalización de seguridad.

3.3.8.1 Plano de equipo de emergencia

En este plano se representa la propuesta de la ubicación de los siete extintores ubicados en las áreas, determinando el tipo de riesgo que pueda ocurrir en las distintas áreas como el bar que tiene un extintor Tipo K ya que es el extintor ideal para un riesgo de incendio en una cocina, de igual manera un extintor de CO₂ en la sala de cómputo al tener equipos eléctricos al ser el extintor que es más eficiente en este tipo de emergencia, estos extintores están contemplados en el diseño propuesto y los cinco botiquines existentes, en conjunto con la señalización propuesta para facilitar su identificación

Figura 17

Plano de equipo de emergencia

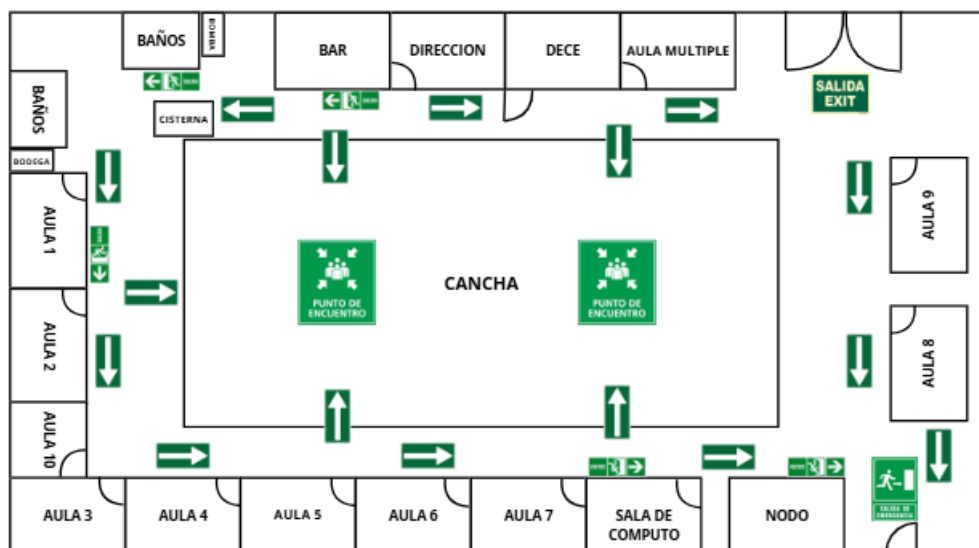


3.3.8.2 Plano de evacuación

En este plano se representa la propuesta de los dieciséis direccionales de evacuación propuestas, las cinco señales de salida ya existentes, la señal de la salida de emergencia y los dos puntos de encuentro establecidos en la cancha de la institución. Tiene como finalidad mostrar gráficamente la orientación de los ocupantes hacia las zonas seguras y salida de emergencia disponible

Figura 18

Plano de evacuación

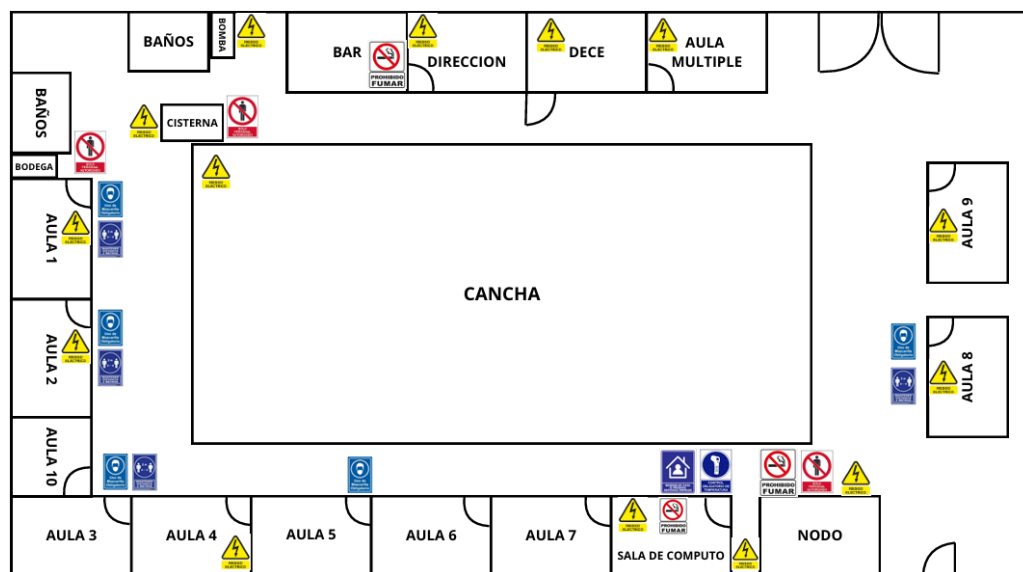


3.3.8.3 Plano de señalización preventiva y de prohibición

En este plano se representa la ubicación de las catorce señales de riesgo eléctrico, las dos señales de prohibido fumar y de igual manera las tres señales de solo personal autorizado propuestas. También se mantienen representadas las señales de obligación existentes en la institución, con el propósito de representar la señalización presente en las instalaciones. Sin embargo, estas señaléticas no se contabilizan como parte de una nueva señalización propuesta, esto debido a que ya se encuentran en la unidad educativa.

Figura 19

Plano de señalización preventiva y de prohibición



3.4 Cronograma propuesto para la implementación

Dado que el alcance del presente trabajo trata de un diseño y no una implementación de la propuesta, se establece un cronograma referencial para una futura implementación

Tabla 17

Cronograma para la implementación

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Revisión y aprobación del diseño	X			

Cotización y adquisición de equipos y señales	X	X	
Mantenimiento del extintor existente		X	
Instalación de extintores		X	
Instalación de la señalización		X	X
Verificación de las rutas de evacuación			X
Socialización de rutas y puntos de encuentro			X
Capacitación sobre actuación ante incendios			X
Simulacro y evacuación			X

3.5 Recursos necesarios

Para una futura implementación de la propuesta se requerirán recursos humanos, materiales, técnicos y también financieros.

Tabla 18

Recursos para implementar el diseño

Tipo de recurso	Descripción
Humanos	Autoridades institucionales, personal responsable de seguridad, brigadas y personal técnico
Materiales	7 extintores operativos, 50 señaléticas nuevas, soportes y elementos de fijación
Técnicos	Plano general de seguridad y criterios técnicos de instalación y mantenimiento
Financieros	Recursos para adquirir, instalar, realizar mantenimiento y capacitación

3.6 Evaluación y seguimiento

La evaluación y seguimiento permitirán verificar la conservación y funcionalidad de los elementos contemplados en la propuesta una vez ya implementados. Para esto se recomienda realizar inspecciones periódicas de la señalización, los medios de extinción y las rutas de evacuación.

Tabla 19

Indicadores de seguimiento de propuesta

Indicador	Meta propuesta	Medio de verificación
Extintores operativos y accesibles	100%	Inspección periódica
Extintores señalizados correctamente	100%	Inspección visual
Señaléticas visibles y en buen estado	100%	Lista de verificación
Rutas de evacuación despejada	100%	Inspección
Tableros eléctricos señalizados	100%	Inspección visual
Botiquines identificados correctamente	100%	Inspección visual
Puntos de encuentro identificados	100%	Inspección visual

Se recomienda realizar capacitaciones sobre la prevención de incendios, procedimientos de evacuación y uso de extintores. Esta acción resulta clave ya que debido a los resultados de la encuesta se evidenció que 24 de los 25 encuestados manifestaron no saber manipular de manera correcta un extintor.

3.7 Conclusiones de la propuesta

La propuesta permitió elaborar un diseño de señalización y extinción de incendio adaptado a las características y distribución física de la Unidad Educativa. El diseño propuesto responde a las deficiencias identificadas durante el diagnóstico

y establece la ubicación de los componentes necesarios para mejorar la orientación y la capacidad de respuesta antes una situación de emergencia.

Como desenlace, se propone la disposición de siete extintores operativos y 50 señales nuevas de seguridad, complementadas por cinco señaléticas de evacuación y once de obligación existentes que se conservan dentro del diseño. La señalización propuesta comprende los componentes de evacuación, identificación de extintores y botiquines, puntos de encuentro, advertencia de riesgo eléctrico, prohibición y restricción de acceso. De igual manera se establecieron dieciséis señales direccionales de evacuación que determinan la orientación hacia los puntos de encuentro ubicados en la cancha institucional y hacia la salida de emergencia según los recorridos definidos en el plano.

La propuesta constituye una base técnica para una futura implementación por parte de la institución. Su funcionamiento se deberá complementar con el mantenimiento de los equipos, inspecciones periódicas, capacitaciones al personal y realización de simulacros que permitan evaluar y mejorar la capacidad de respuesta que tendrá la unidad educativa ante una situación de emergencia por incendio.

Conclusiones

El diagnóstico de seguridad principal realizado en la Unidad Educativa del cantón Manta, mediante la aplicación estructurada de método MESERI, determinó de manera concluyente que la institución presenta un nivel de riesgo de incendio catalogado como “No aceptable” esto al obtener una calificación cuantitativa global de apenas $P = 3,68$, con un valor significativamente inferior al umbral mínimo de seguridad establecido por la mencionada metodología ($P = 0 \geq 5$). Esta condición de alta vulnerabilidad crítica obedecía principalmente a una nula puntuación en el bloque de factores de protección activa, derivado de la total inexistencia de extintores portátiles reglamentarios, la ausencia de señalización fotoluminiscente de emergencia y la inexistencia de planes formativos institucionales.

Este escenario de riesgo se contrastó directamente con el levantamiento de datos y análisis estadístico aplicado a la muestra de 25 docentes y administrativos, el cual evidenció una brecha operativa alarmante: el 100% de los docentes censados percibía que la dotación de equipos de extinción era insuficiente o prácticamente nula para proteger sus áreas de trabajo, y también se evidenció que el 96% admitía no saber manipularlos, validando la urgente necesidad de una intervención técnica. De igual manera al análisis del marco normativo demostró que el estado original de la institución incumplía las disposiciones imprescindibles de la Constitución de la República del Ecuador, el Código del Trabajo y las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 739 e INEN-ISO 3864, concluyendo que las propiedades estructurales favorables de hormigón armado no eran adecuadas si no se complementaban con sistemas estandarizados de supresión y señalización visual. Como respuesta a estos defectos, se desarrollo con éxito el diseño de ingeniería de seguridad industrial contra incendios adaptado a las actividades que desarrolla la escuela, mejorando las condiciones de seguridad del nodo mediante la disposición estratégica de 7 extintores portátiles específicos para cada riesgo incluyendo CO₂, PQS y Tipo K para el área del bar escolar y la incorporación de 51 señaléticas de seguridad que señalan de forma clara el flujo de evacuación desde las aulas hacia los puntos de encuentro establecidos en la cancha múltiple de la institución.

Recomendaciones

Se recomienda a las autoridades de la Unidad Educativa proceder con la implementación urgente del diseño de ingeniería desarrollado en esta investigación, priorizando la obtención e instalación física de los 7 extintores y las 51 señaléticas de seguridad bajo las alturas y criterios cromáticos fotoluminiscentes que determinan las normas INEN. Para asegurar la sostenibilidad operativa de esta infraestructura, es fundamental poner en marcha un plan continuo de capacitación práctica en prevención de riesgo de incendio y manipulación de extintores dirigido al personal docente, tramitando convenios con el Cuerpo de Bomberos de Manta para reducir de raíz el alto porcentaje de desconocimiento hallado en el diagnóstico realizado.

Paralelamente, se recomienda institucionalizar las auditorías preventivas mediante la aplicación mensual de las fichas de inspección elaboradas, supervisando que las rutas de evacuación permanezcan libres de obstáculos y que los equipos de extinción mantengan sus recargas vigentes.

Constituir oficialmente la Brigada de Emergencia Institucional con personal docente y administrativo, alineada a las normas de la LOEI y del Cuerpo de Bomberos. La brigada se capacitará semestralmente con el Cuerpo de Bomberos de Manta en primeros auxilios, evacuación de estudiantes y uso de extintores de PQS y CO_2 .

Delegar al personal administrativo la revisión física mensual de la señalética y extintores mediante una bitácora de control. Además, coordinar con empresas certificadas por el Cuerpo de Bomberos el mantenimiento y recarga anual exigidos, garantizando la disponibilidad continua de los extintores.

Ejecutar al menos dos simulacros de evacuación al año para el total de la comunidad escolar (jornadas matutina y vespertina) con el fin de evaluar los tiempos de respuesta. Asimismo, se mantendrán actualizados y visibles los planos de evacuación y la señalización fotoluminiscente en todos los bloques académicos.

Bibliografía

- (CTIF), Comité Técnico Internacional de los Bomberos. (2023). *Informe de estadísticas mundiales de incendios No. 28*. Pribyslav: Centro de Estadísticas de Incendios del CTIF.
- (OMS), Organización Mundial de la Salud. (2023). Obtenido de https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/burns?utm_source
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)*. Ecuador.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Código Orgánico del Ambiente (COA)*. Ecuador.
- Barrio, J. M., & Martín, D. J. (2015). *La calidad y seguridad industrial en España*. Madrid: Ministerio de Industria, Energía y Turismo (España).
- Barua, U., Han, H., Mojtahedi, M., & Ansary, M. A. (2024). Managing Earthquake–Fire Combined Hazards for Building Sustainability. *Buildings*.
- Código de Trabajo del Ecuador. (2023). *Código de Trabajo del Ecuador*.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador, Artículos 32 y 389*. Montecristi.
- Creus, A., & Mangosio, J. (2011). *Seguridad e higiene en el trabajo: un enfoque integral*. Buenos aires: Alfaomega.
- Cuerpo de Bomberos de Santo Domingo. (s.f.). *Evaluación de riesgos de incendios (método MESERI)*. Santo Domingo.
- Cuerpo de Bomberos del Ecuador. (2009). *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios*. Ecuador.
- ECU 911. (2022). *Ecu 911 coordinó atención para 440 incendios estructurales en Pichincha, Napo y Orellana*. Quito: ECU 911.

- FAO – Food and Agriculture Organization. (2006). *Fire Management: Global Assessment 2006*. Roma: FAO.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). (s.f.). *Fire Safety and Firefighting Operations*. Obtenido de FEMA: <https://www.fema.gov>
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). (s.f.). *Fire Safety and Prevention*. Obtenido de fema: <https://www.fema.gov/>
- Fiorentini, L., & Dattilo, F. (2023). *Fire Risk Management*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Fire and Emergency New Zealand. (2005). *Guidelines for Identifying and Preventing Fire Risks to Heritage Buildings and Collections*. Wellington: Fire and Emergency New Zealand.
- Gann, R. (2021). *Principles of Fire Behavior*. Burlington, Massachusetts: Jones & Bartlett Learning.
- Guayas, A., & Ínamagua, M. (2023). *Análisis estructural y elaboración del plan de emergencia de la Unidad Educativa “Fray Vicente Solano”*.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2015). *INEN 2266: Especificaciones técnicas para equipos contra incendios*. Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2018). *INEN 3864: Simbología y señalización de seguridad*. Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2022). *INEN 359: Extintores portátiles*. Ecuador.
- International Organization for Standardization (ISO). (s.f.). *ISO 16069 – Señalización de seguridad: Sistemas de iluminación y rutas de evacuación*. Ginebra: ISO.
- International Organization for Standardization (ISO). (s.f.). *ISO 22320 – Gestión de emergencias: Directrices para respuesta ante incidentes*. Ginebra: ISO.

- International Organization for Standardization (ISO). (s.f.). *ISO 3864 – Principios generales de diseño para la señalización de seguridad*. Ginebra: ISO.
- International Organization for Standardization (ISO). (s.f.). *ISO 7010 – Señales de seguridad*. Ginebra: ISO.
- International Organization for Standardization (ISO). (s.f.). *Normas ISO*. ISO.
- Javier, A., & Rafael, R. (2013). *Salud en el trabajo y seguridad industrial*. Mexico: Alfaomega.
- Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI). (2011). *Ley Orgánica de Educación Intercultural*. Ecuador.
- Lotero, & Banguera. (2021). *Sistema de notificación de emergencias en incendios estructurales aplicados en las Instituciones Educativas privadas del barrio el poblado en Medellín*. Medellin.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2022). *Acciones de prevención – Plan Nacional Escuelas Seguras*. Quito: Ministerio de Educación del Ecuador.
- Ministerio del Trabajo. (2017). *Reglamento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Ecuador.
- Ministerio del Trabajo del Ecuador. (s.f.). *Sistema de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Quito: Ministerio del trabajo.
- National Fire Protection Association (NFPA). (s.f.). *NFPA 1 – Código de Incendios*. Quincy, Massachusetts: NFPA.
- National Fire Protection Association (NFPA). (s.f.). *NFPA 10: Standard for Portable Fire Extinguishers*. Quincy, MA: National Fire Protection Association.
- National Fire Protection Association (NFPA). (s.f.). *NFPA 101 – Código de Seguridad Humana*. Quincy, Massachusetts: NFPA.
- National Fire Protection Association (NFPA). (s.f.). *NFPA 170 – Estándar de símbolos de seguridad contra incendios*. Quincy, Massachusetts: NFPA.

National Fire Protection Association (NFPA). (s.f.). *Normas NFPA*. NFPA.

National Fire Protection Association (NFPA). (s.f.). *Fundamentals of Fire Behavior*. Obtenido de NFPA: <https://www.nfpa.org/es>

National Institute of Standards and Technology (NIST). (s.f.). *Fire Research Division – Firefighting Equipment Concepts*. Obtenido de NIST: <https://www.nist.gov/el/fire-research-division-73300>

National Institute of Standards and Technology (NIST). (s.f.). *Fire Dynamics*. Gaithersburg, Maryland: NIST.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (s.f.). *1910.145 – Especificaciones para señales y etiquetas de seguridad*. Obtenido de OSHA: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.145>

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (s.f.). *1910.36 – Requisitos de las rutas de salida*. Obtenido de OSHA: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.36>

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (s.f.). *1910.38 – Planes de emergencia de acción*. Obtenido de OSHA: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.38>

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (Noviembre de 2021). *Fire Safety and Fire Classification*. Obtenido de osha: <https://www.osha.gov/>

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (s.f.). *29 CFR 1910.157 – Portable Fire Extinguishers*. Washington, D.C.: U.S. Department of Labor.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (s.f.). *Seguridad y salud en el trabajo: Prevención y control de incendios*. Obtenido de ILO: <https://www.ilo.org/>

- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (s.f.). *Seguridad y salud en el trabajo: Señalización preventiva*. Obtenido de ILO: <https://www.ilo.org/>
- Ortiz, J. (2023). *Guía de implementación del índice de seguridad y plan de emergencia de la Unidad Educativa “Andrés F. Córdova”, de la ciudad de Cañar*. Cañar.
- Ruíz, & Angarita. (2022). *Análisis de diseño de plan de emergencias para la zona 1, sede central de la Universidad Francisco de Paula Santander*.
- Saona, L., & Saona, M. (2023). *Propuesta de modernización de gestión de riesgo contra incendio para la Unidad Educativa Gloria Gorelik*.
- UNESCO. (2024). *Fire Risk Management Guide: Protecting Cultural and Natural Heritage from Fire*. Ginebra: UNESCO.

Anexos

Anexo 1. Encuesta

Título: Condiciones de señalización y sistemas de extinción de incendios en la Unidad Educativa del cantón Manta

Población objetivo: Docentes, personal administrativo y personal operativo de la Unidad Educativa del cantón Manta.

1. Cargo que desempeña:

☐ Docente ☐ Administrativo

2. ¿Ha observado señalización que indique las rutas de evacuación dentro de la institución?

☐ Sí ☐ No

3. ¿Considera que la señalización instalada es clara y fácil de comprender?

☐ Sí ☐ No

4. ¿La señalización se encuentra ubicada en lugares visibles y estratégicos para orientar la evacuación?

☐ Sí ☐ No

5. ¿Considera que la señalización actual es suficiente para orientar a las personas durante una emergencia?

☐ Sí ☐ No

6. ¿Ha observado la existencia de extintores en las áreas de la institución?

☐ Sí ☐ No

7. ¿Puede identificar fácilmente la ubicación de los extintores mediante la señalización instalada?

☐ Sí ☐ No

8. ¿Ha observado que los extintores presenten una etiqueta o registro de mantenimiento visible?

☐ Sí ☐ No ☐ No sabe

9. ¿Considera que existen extintores suficientes en las áreas donde usted desarrolla sus actividades?

☐ Sí ☐ No

10. ¿Ha recibido capacitación sobre prevención y actuación ante incendios?

☐ Sí ☐ No

11. ¿Conoce el procedimiento a seguir en caso de incendio dentro de la institución?

☐ Sí ☐ No

12. ¿Sabe cómo utilizar correctamente un extintor portátil?

☐ Sí ☐ No

13. ¿Considera que la institución se encuentra preparada para responder ante una emergencia por incendio?

☐ Sí ☐ No

14. ¿Considera necesario diseñar un sistema de señalización y extinción de incendios para mejorar la seguridad de la institución?

☐ Sí ☐ No

Anexo 2. Método MESERI

Concepto	Coeficiente	Puntos
CONSTRUCCIÓN		
N° de pisos / Altura		
• menor de 6 m	3	
• entre 6 y 15 m	2	
• entre 15 y 27 m	1	
• más de 30 m	0	
Superficie mayor sector Incendios		
• de 0 a 500 m ²	5	
• de 501 a 1.500 m ²	4	
• de 1.501 a 2.500 m ²	3	
• de 2.501 a 3.500 m ²	2	
• de 3.501 a 4.500 m ²	1	
• más de 4.500 m ²	0	
Resistencia al fuego		
• Resistente al fuego (hormigón)	10	
• No combustible	5	
• Combustible	0	
Falsos techos		
• sin falsos techos	5	
• con falsos techos incombustibles	3	
• con falsos techos combustibles	0	
FACTORES DE SITUACIÓN		
Distancia de los bomberos		
• menor de 5 km ó 5 minutos	10	
• entre 5 y 10 km ó 5 y 10 min.	8	
• entre 10 y 15 km ó 10 y 15 min.	6	
• entre 15 y 25 km ó 15 y 25 min.	2	
• más de 25 km ó 25 min.	0	
Accesibilidad de edificios		
• Buena	5	
• Media	3	
• Mala	1	
• Muy mala	0	
PROCESOS		
Peligro de activación		
• Bajo	10	
• Medio	5	
• Alto	0	

Carga térmica • Baja ($Q < 100 \text{ Mcal/m}^2$) • Media ($100 < Q < 200 \text{ Mcal/m}^2$) • Alta ($Q > 200 \text{ Mcal/m}^2$)	10 5 0	
Combustibilidad • Baja (M.0 y M.1) • Media (M.2 y M.3) • Alta (M.4 y M.5)	5 3 0	
Orden y limpieza • Bajo • Medio • Alto	0 5 10	
Almacenamiento en altura • menor de 2 m • entre 2 y 4 m • más de 6 m	3 2 0	
FACTOR DE CONCENTRACIÓN		
Factor de concentración • menor de 50.000 pts/m ² • entre 50.000 y 200.000 pts/m ² • más de 200.000 pts/m ²	3 2 0	
PROPAGABILIDAD		
Vertical • Baja • Media • Alta	5 3 0	
Horizontal • Baja • Media • Alta	5 3 0	
DESTRUCTIBILIDAD		
Por calor • Baja • Media • Alta	10 5 0	
Por humo • Baja • Media • Alta	10 5 0	
Por corrosión • Baja	10	

• Media	5	
• Alta	0	
Por agua		
• Baja	10	
• Media	5	
• Alta	0	
SUBTOTAL (X)		

Sistemas de Protección	SV	CV	Puntos
Extintores portátiles (EXT)	1	2	0
Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	0
Columnas hidrantes exteriores (CHE)	2	4	0
Detección automática (DET)	0	4	0
Rociadores automáticos (ROC)	5	8	0
Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	0
SUBTOTAL (Y)			0

Anexos





