



**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 un sistema contra incendios para el Terminal  
Pesquero y Cabotaje del Puerto de Manta”**

**Autor:**

**Galo Gabriel Alcivar Balla**

**Tutor de Titulación:**

**Ing. Cesar Augusto Arias Mendoza**

**Manta - Manabí - Ecuador**

**2025**

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

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“Diseño de un sistema contra incendios para el Terminal  
Pesquero y Cabotaje del Puerto de 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  
**Ing.**

\_\_\_\_\_  
DIRECTOR  
**Ing.**

\_\_\_\_\_  
JURADO EXAMINADOR

\_\_\_\_\_  
JURADO EXAMINADOR

## Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor 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 **Alcivar Balla Galo Gabriel** legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2025-1**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "**Diseño de un sistema contra incendios para el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de 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. Arias Mendoza Cesar Augusto  
**TUTOR DE TITULACIÓN**

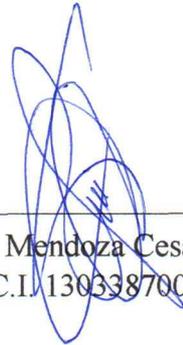
## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Alcivar Balla Galo Gabriel, 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 un sistema contra incendios para el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta”** Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Arias Mendoza Cesar Augusto y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



---

Alcivar Balla Galo Gabriel  
C.I. 1314066380



---

Ing. Arias Mendoza Cesar Augusto  
C.I. 1303387003

## **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedico, en primer lugar, a mis padres. Gracias por ser mi base, por su apoyo constante y por enseñarme que con esfuerzo y determinación todo es posible. Estuvieron ahí en los momentos más duros y eso nunca lo voy a olvidar.

A mis abuelos, que además de su cariño y sus consejos, siempre han estado dispuestos a darme una mano cuando más lo he necesitado. Su respaldo ha sido clave para que hoy pueda cerrar esta etapa con orgullo. Gracias por creer en mí y por estar siempre presentes.

A mi novia, por su compañía, su paciencia y por acompañarme en todo este proceso. Tu apoyo ha hecho más llevadero el camino y tu confianza en mí ha sido un gran impulso.

A mi equipo del alma, Emelec, porque tus partidos y tus victorias me han dado más de una alegría los fines de semana. Siempre fuiste un respiro en medio de la rutina.

Y también me lo dedico a mí. Por no rendirme, por salir de mi zona de confort, por confiar en mí mismo y por seguir siempre en busca de ser mejor.

Gracias a todos los que formaron parte de este recorrido.

## **Reconocimiento**

Antes que nada, gracias a Dios, por darme la fuerza y la salud para seguir firme en este camino, incluso cuando las cosas no fueron fáciles.

A mis padres, porque sin su apoyo constante, sus palabras en el momento justo y su ejemplo diario, esto no habría sido posible. Siempre han creído en mí, incluso cuando yo mismo tenía dudas, y eso es algo que no tiene precio.

A mis abuelos, porque más allá del cariño de siempre, han sabido estar cuando más los he necesitado. Me ayudaron a avanzar con tranquilidad, y eso lo valoro profundamente.

A mi novia, por su paciencia infinita, por acompañarme en cada etapa y por estar ahí cuando más la necesitaba. Gracias por entender los días largos, el cansancio y las prioridades.

También quiero agradecer a mi tutor, por su guía clara y por haberme orientado con criterio durante todo este proceso. Fue clave para aterrizar muchas ideas.

Y bueno, a todos los que, de una u otra forma, sumaron algo en este recorrido: ya sea con una palabra, una conversación o simplemente con su presencia. Gracias por ser parte de este logro.

Este trabajo no lo hice solo. Lo hice con el empuje de todos ustedes.

## Índice de Contenido

Certificación del Tutor .....	iii
Declaración de Autoría .....	iv
Dedicatoria.....	v
Reconocimiento .....	vi
Índice de Contenido .....	vii
Índice de Tablas .....	xi
Resumen Ejecutivo .....	xii
Executive Summary .....	xiii
Introducción .....	1
Antecedentes.....	3
Planteamiento del problema .....	4
Formulación del problema .....	6
Objetivos.....	7
Objetivo General .....	7
Objetivos Específicos .....	7
Justificación .....	8
Capítulo 1 .....	10
1    Fundamentación Teórica .....	10
1.1    Antecedentes Investigativos .....	10
1.2    Bases Teóricas .....	12
1.2.1    Normativa técnica aplicada al diseño contra incendios .....	12
1.2.1.1    Extintores Portátiles contra Incendios – NFPA 10.....	13
1.2.1.2    Sistemas de Tuberías Verticales y Gabinetes de Mangueras – NFPA 14	13
1.2.1.3    Código de Seguridad Humana – NFPA 101 .....	14

1.2.1.4	Símbolos de Seguridad contra Incendios y Evacuación – NFPA 170	14
1.2.1.5	Líquidos Inflamables y Combustibles – NFPA 30	15
1.2.1.6	Evaluación del Riesgo de Incendio – NFPA 551	15
1.2.1.7	Evaluación del Riesgo de Incendio – NTP 599	15
1.2.1.8	Sistemas de Detección y Notificación de Incendios – NFPA 72	16
1.2.2	Alarmas contra incendios	16
1.2.3	Rutas de evacuación	16
1.2.4	Evaluación del riesgo de incendio	17
1.2.5	Clasificación de incendios	17
1.2.6	Clasificación del riesgo de incendio	17
1.2.7	Carga de fuego	17
1.2.8	Comportamiento del fuego	17
1.2.9	Procedimientos de inspección y control en equipos de protección contra incendios	18
1.2.10	Planificación estratégica de seguridad en entornos portuarios	18
1.2.11	Cultura preventiva y capacitación del personal portuario	19
1.2.12	Tendencias tecnológicas en protección contra incendios	19
1.2.13	Marco legal ecuatoriano aplicable a la protección contra incendios	20
1.3	Marco Conceptual	21
1.3.1	Señalización de emergencia	21
1.3.2	Protección pasiva contra incendios	21
1.3.3	Sistema de protección contra incendios	21
1.3.4	Extintores portátiles	21
1.3.5	Hidrantes contra incendios	22

1.3.6	Puerto .....	22
1.3.7	Terminal Portuaria .....	22
1.3.8	Sistema de protección contra incendios.....	22
1.3.9	Área crítica o zona de riesgo .....	22
1.3.10	Evacuación en emergencias .....	22
1.3.11	Normativa técnica.....	23
1.3.12	Cabotaje .....	23
1.3.13	Terminal portuario.....	23
1.3.14	Zona crítica o área de riesgo .....	23
1.3.15	Agentes extintores .....	24
1.3.16	Evacuación en emergencias .....	24
1.3.17	Alarma .....	25
1.3.18	Ruta de evacuación .....	25
1.3.19	Gabinete contra incendios .....	26
1.3.20	Sistema fijo contra incendios .....	26
1.3.21	Tiempo de respuesta .....	26
1.3.22	Punto de reunión .....	26
1.3.23	Accesibilidad operativa .....	27
1.3.24	Mapa de riesgo .....	27
1.3.25	Gestión del riesgo.....	27
1.3.26	Percepción del riesgo .....	28
1.3.27	Triángulo del fuego .....	28
1.3.28	Energía de activación .....	29
1.3.29	Accidente-incendio .....	29
1.3.30	Medidas preventivas contra incendios .....	29
1.3.31	Clasificación de zonas peligrosas .....	29
1.3.32	Prevención de incendios.....	29

1.3.33	Operaciones Portuarias .....	29
1.3.34	Avituallamiento .....	30
1.4	Marco Legal y Ambiental .....	31
1.5	Hipótesis y Variables .....	34
1.5.1	Hipótesis General .....	34
1.5.2	Hipótesis Específicas .....	35
1.5.3	Identificación de las Variables .....	35
1.5.4	Operacionalización de las Variables .....	35
1.5.4.1	Operacionalización de la Variable Independiente .....	35
1.5.4.2	Operacionalización de la Variable Dependiente .....	36
1.6	Marco Metodológico .....	37
1.6.1	Modalidad Básica de la Investigación .....	37
1.6.2	Enfoque .....	37
1.6.3	Nivel de Investigación .....	37
1.6.4	Población de Estudio .....	37
1.6.5	Tamaño de la Muestra .....	38
1.6.6	Técnicas de recolección de datos .....	38
1.6.7	Procesamiento de la Información .....	39
Capítulo 2	.....	40
2	Diagnóstico o Estudio de Campo .....	40
Capítulo 3	.....	51
3	Propuesta de Mejora .....	51
Conclusiones	.....	56
Recomendaciones	.....	57
Bibliografía	.....	58
Anexos	.....	65

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Evaluación de riesgos de incendios</i> .....	40
<b>Tabla 2.</b> <i>Factores de protección</i> .....	43
<b>Tabla 3.</b> <i>Diagnóstico del Edificio de Dirección de Operaciones y Seguridad</i> ...	46
<b>Tabla 4.</b> <i>Diagnóstico de la Torre de Control</i> .....	47
<b>Tabla 5.</b> <i>Diagnóstico de Bodega del Terminal Pesquero y de Cabotaje</i> .....	48
<b>Tabla 6.</b> <i>Diagnóstico del Muelle</i> .....	49
<b>Tabla 7</b> <i>Tabla Resumen de la Propuesta</i> .....	54

## Resumen Ejecutivo

Esta investigación diseñó un sistema de protección contra incendios para el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta, con el fin de fortalecer la seguridad operativa y reducir riesgos identificados. La metodología fue de campo, enfoque cuantitativo y descriptivo, mediante observación directa y listas de verificación basadas en NFPA y NEC. El diagnóstico, aplicando MESERI y cálculo de carga de fuego, evidenció deficiencias y riesgo entre medio y alto en áreas clave: bodega (450 MJ/m<sup>2</sup>) y edificio de operaciones (170 MJ/m<sup>2</sup>), pese a una calificación “Buena”. Se propuso instalar 22 extintores portátiles PQS ABC y uno rodante, una red de 7 hidrantes en muelle, 2 gabinetes en bodega, sistema de detección y alarma, y señalización de 4 rutas con 32 señales. El diseño, alineado a normas nacionales e internacionales, resulta robusto para salvaguardar vidas, infraestructura y continuidad operativa.

**Palabras clave:** sistema contra incendios, seguridad portuaria, evaluación de riesgo, NFPA, Terminal Pesquero.

## Executive Summary

This research designed a fire protection system for the Fishing and Coastal Shipping Terminal at the Port of Manta, aiming to strengthen operational safety and reduce identified risks. The methodology used was field-based, quantitative, and descriptive, using direct observation and checklists based on NFPA and NEC. The diagnosis, applying MESERI and fire load calculation, revealed deficiencies and medium to high risk in key areas: the warehouse (450 MJ/m<sup>2</sup>) and the operations building (170 MJ/m<sup>2</sup>), despite a "Good" rating. The proposal was to install 22 portable PQS ABC fire extinguishers and one rolling fire extinguisher, a network of 7 hydrants on the dock, 2 cabinets in the warehouse, a detection and alarm system, and signage for 4 routes with 32 signals. The design, aligned with national and international standards, is robust enough to safeguard lives, infrastructure, and operational continuity.

**Keywords:** fire protection system, port security, risk assessment, NFPA, Fishing Terminal.

## Introducción

La seguridad en infraestructuras críticas como los terminales portuarios es un pilar para la sostenibilidad económica y la protección de la vida humana. Sin embargo, esta seguridad se vio dramáticamente comprometida en octubre de 2024, cuando un incendio a bordo de un buque en el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta consumió más del 60% de la embarcación, evidenciando una alarmante insuficiencia en las medidas de respuesta inmediata. Este suceso no es un hecho aislado, sino el síntoma de una carencia sistémica en una instalación de vital importancia para la cadena logística pesquera del Ecuador. A pesar de la existencia de un marco regulatorio nacional, como la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-HS-CI), e internacional, con estándares como los de la National Fire Protection Association (NFPA), su aplicación práctica en el terminal ha sido parcial y deficiente. La falta de infraestructura mínima, como una red funcional de hidrantes, extintores accesibles y señalización de emergencia clara, constituye un riesgo latente que amenaza no solo la seguridad del personal, sino la continuidad operativa de todo el puerto.

Por estas razones, se hizo imperativo el desarrollo de un estudio técnico que abordara estas falencias. El objetivo principal de este trabajo fue diseñar un sistema integral de protección contra incendios para el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta, que se ajuste a los requerimientos técnicos y legales vigentes. El alcance de esta investigación se centró en el diseño de los componentes esenciales de un sistema de protección: extintores portátiles, una red de hidrantes, sistemas de detección y alarma, y la señalización para rutas de evacuación. Este documento no abarca la ejecución física de la obra, sino que provee los planos y especificaciones técnicas para su futura implementación.

La presente investigación se estructura de la siguiente manera: primero, se presenta la fundamentación teórica y el marco legal que sustentan la investigación, incluyendo un análisis de estudios previos y normativas pertinentes. A continuación, se detalla el diagnóstico de la situación actual del terminal, donde se identifican y cuantifican los riesgos existentes en sus zonas

críticas. Posteriormente, se expone la propuesta de mejora, que consiste en el diseño técnico detallado del sistema contra incendios. Finalmente, se presentan las conclusiones derivadas del estudio y las recomendaciones para la implementación y sostenibilidad del sistema propuesto.

## Antecedentes

La investigación preliminar se centró en trabajos académicos que han tratado el diseño de sistemas contra incendios en infraestructuras críticas. Por ejemplo, el estudio de Arroyo & Vidal (2022) en mercados mayoristas de Quito destacó la necesidad de cumplir con normativas nacionales e internacionales para proteger vidas y bienes en espacios de alta concurrencia, proporcionando un marco de referencia aplicable. De manera similar, la investigación de Vizhco Vera (2023) sobre una estación de bombeo rural enfatizó el análisis de riesgos específicos, como equipos de combustión y cableado expuesto, y la integración de extintores, hidrantes y señalización. Otros trabajos, como el de Panduro Cachique (2020) en el sector minero y el de Zhunio Medina (2024) en una institución financiera, reforzaron la importancia de aplicar estándares internacionales como los de la NFPA y de validar los diseños mediante análisis técnicos.

A partir de esta revisión, se formuló la pregunta central de esta investigación: ¿Cómo debe ser diseñado un sistema integral de protección contra incendios que responda a los riesgos presentes en el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta, conforme a los estándares técnicos nacionales e internacionales vigentes? La literatura existente demostró la relevancia de un enfoque sistemático, pero también reveló una brecha significativa: la ausencia de un estudio específico y actualizado aplicado a las condiciones operativas y de riesgo particulares del terminal de Manta. Históricamente, a pesar de ser una infraestructura clave, el terminal ha operado con un sistema de protección deficiente, una vulnerabilidad que fue trágicamente confirmada por el incendio del buque "Jostin" en 2024, el cual reveló la incapacidad de respuesta ante siniestros de gran magnitud. Simulacros preventivos realizados en años anteriores, como el de 2022, no se tradujeron en mejoras tangibles de la infraestructura.

## **Planteamiento del problema**

### **Macro Contexto**

La seguridad contra incendios en instalaciones portuarias es una prioridad a nivel mundial, regulada por normativas técnicas reconocidas internacionalmente. La NFPA 10: Norma para Extintores Portátiles contra Incendios (2022) establece los requisitos técnicos mínimos para la selección, instalación, inspección y mantenimiento de extintores portátiles, asegurando su eficacia como primera línea de defensa contra incendios incipientes. Por otro lado, la NFPA 14: Norma para la Instalación de Sistemas de Montantes y Mangueras (2024) proporciona directrices para el diseño e instalación de sistemas de hidrantes y tuberías verticales, esenciales para el suministro de agua en operaciones de extinción de incendios en estructuras complejas. La implementación de señalización adecuada también es fundamental; en este sentido, la NFPA 10 ha incorporado requisitos técnico-específicos para la visibilidad y ubicación de las señaléticas de extintores, garantizando su identificación rápida durante emergencias

### **Meso Contexto**

La seguridad contra incendios en instalaciones industriales y portuarias del Ecuador está regulada por instrumentos técnicos legales de cumplimiento obligatorio que buscan proteger la vida humana, los bienes materiales y el entorno. La Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC-HS-CI: Contra Incendios, emitida por el (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2022), establece parámetros técnicos mínimos para la instalación de extintores, sistemas de hidrantes, rutas de evacuación y señalética, aplicables a edificaciones públicas, privadas e industriales. Esta norma forma parte del cuerpo normativo que rige la construcción segura en el país y está alineada con estándares internacionales.

Complementariamente, el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios (2019) regula las condiciones mínimas de protección contra incendios a través de inspecciones técnicas y autorizaciones emitidas por los cuerpos de bomberos cantonales, incluyendo su aplicación obligatoria en

terminales portuarios. Asimismo, la Resolución MTOP-SPTM-2016-0060-R, expedida por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, establece disposiciones específicas para la seguridad operativa de los puertos ecuatorianos, contemplando la obligatoriedad de cumplir con medidas técnicas de prevención y respuesta ante incendios. A pesar de este marco regulatorio, la aplicación práctica de estas disposiciones sigue siendo parcial, especialmente en instalaciones clave como el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta.

### **Micro contexto**

La seguridad contra incendios en el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta representa un desafío evidente y urgente. A pesar de ser una infraestructura clave para la cadena logística pesquera del Ecuador, el terminal presenta limitaciones técnicas en su sistema de protección contra incendios. Esto quedó evidenciado en octubre de 2024, cuando un incendio a bordo del buque pesquero "Jostin" consumió más del 60% de la embarcación, con pérdidas de entre 400 y 500 toneladas de productos, revelando la insuficiencia de medidas inmediatas de control y respuesta ante siniestros.

Aunque se han desarrollado simulacros preventivos, como el ejecutado en noviembre de 2022 por la Autoridad Portuaria de Manta y la Capitanía del Puerto, estos ejercicios no han sido acompañados por la implementación efectiva de infraestructura mínima como señaléticas, extintores accesibles ni redes de hidrantes funcionales en zonas críticas. Esta carencia compromete tanto la seguridad del personal como la continuidad operativa de la terminal, afectando su sostenibilidad, reputación y cumplimiento normativo. Urge, por tanto, el desarrollo de un diseño técnico que subsane estas falencias y fortalezca la capacidad de respuesta ante eventos de incendio.

## **Formulación del problema**

### **Pregunta de Investigación**

¿Cómo debe ser diseñado un sistema integral de protección contra incendios que responda a los riesgos presentes en el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta, conforme a los estándares técnicos nacionales e internacionales vigentes?

### **Preguntas directrices:**

- ¿Qué actividades se realizan en el terminal que pueden implicar riesgos de incendio?
- ¿Qué materiales o productos se manejan que podrían causar o agravar un incendio?
- ¿Qué normativas técnicas nacionales e internacionales deben considerarse para seleccionar e implementar señalización de emergencia, extintores portátiles e hidrantes, en función de la disposición operativa del Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta?
- ¿Cuáles son las zonas críticas del terminal en función de sus actividades operativas, materiales inflamables y exposición al riesgo de incendio?
- ¿Qué criterios técnicos deben aplicarse para determinar la ubicación adecuada de extintores, hidrantes y señalización en el puerto, considerando su distribución física y dinámica funcional?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Diseñar un sistema integral de protección contra incendios para el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta, basado en los requerimientos técnicos legales vigentes.

### **Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual del terminal en relación con sus actividades, materiales inflamables y condiciones operativas que representen riesgo de incendio.
- Analizar las normativas técnicas nacionales e internacionales aplicables a la instalación de señalización, extintores e hidrantes en instalaciones portuarias.
- Identificar las zonas críticas del terminal y establecer criterios técnicos para la selección, ubicación e instalación de los componentes del sistema contra incendios propuesto.

## Justificación

La seguridad contra incendios en instalaciones portuarias es esencial para garantizar la protección de la vida humana, proteger los bienes, la continuidad operativa y la sostenibilidad ambiental. El Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta, por su relevancia estratégica en la cadena logística pesquera del Ecuador, enfrenta riesgos inherentes debido al manejo de elementos combustibles, materiales inflamables, instalaciones y equipos eléctricos en un entorno de alta densidad operativa. La ausencia de un sistema básico de protección contra incendios que incluya alarmas sonoras, señalización de emergencia, extintores portátiles y una planificación adecuada de puntos críticos para la ubicación de los hidrantes, pone en riesgo tanto la seguridad del personal como la integridad de las instalaciones.

Desde el enfoque técnico, el diseño de este tipo de sistemas debe considerar estándares actualizados que respondan a las condiciones reales del entorno portuario. La Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-HS-CI establece lineamientos para la implementación de medidas como hidrantes, extintores y señalización de emergencia, en concordancia con el uso y riesgo de la edificación (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2022). A nivel normativo, el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios define competencias y requisitos que deben ser supervisados por los cuerpos de bomberos en instalaciones industriales y logísticas del país (Gobierno del Ecuador, 2019). En cuanto a normativas internacionales, la NFPA 10 describe las especificaciones para la correcta selección y mantenimiento de extintores portátiles, subrayando su importancia como primera barrera de respuesta ante fuegos incipientes (National Fire Protection Association, 2022).

Metodológicamente, esta investigación integrará el diagnóstico de condiciones de riesgo, el análisis normativo y la ubicación técnica adecuada de los componentes mínimos del sistema propuesto, en un modelo de diseño que puede adaptarse a otras terminales similares. Desde el punto de vista académico, el estudio contribuye al fortalecimiento del conocimiento en gestión

de riesgos industriales en entornos críticos donde la seguridad representa un factor clave para la sostenibilidad operativa.

Los beneficiarios directos de esta propuesta son los trabajadores, operadores logísticos y usuarios del terminal, quienes se verían protegidos frente a eventos de incendio. Indirectamente, también se favorece la economía local y regional, al garantizar la continuidad funcional de una instalación clave para el comercio pesquero. Este proyecto se justifica por su viabilidad técnica, cumplimiento regulatorio y contribución al desarrollo industrial sostenible.

# Capítulo 1

## 1 Fundamentación Teórica

A continuación, se explorarán los antecedentes investigativos que sustentan la fundamentación teórica de este estudio. Se presentarán diversas investigaciones académicas que han abordado el diseño de sistemas de protección contra incendios en instalaciones industriales y portuarias, analizando aspectos clave como la evaluación de riesgos, el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales, y la selección adecuada de componentes como extintores portátiles, hidrantes, alarmas sonoras, pulsa y señalización. Estos estudios permiten contextualizar la relevancia del diseño propuesto y aportan referentes metodológicos para su desarrollo técnico.

### 1.1 Antecedentes Investigativos

Arroyo & Vidal (2022), en su trabajo titulado “Diseño de un sistema contra incendios para mejorar la política pública”, desarrollado en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, abordaron la problemática de la seguridad contra incendios en mercados mayoristas del Distrito Metropolitano de Quito. El estudio se centró en la necesidad de implementar un sistema integral de protección contra incendios que cumpla con las normativas nacionales e internacionales vigentes, con el objetivo de salvaguardar la vida humana y los bienes materiales en espacios de alta concurrencia.

La investigación incluyó un análisis detallado de las condiciones actuales del mercado mayorista, identificando las principales fuentes de riesgo, como la acumulación de materiales combustibles y la falta de sistemas adecuados de detección y extinción de incendios. Se evaluaron las normativas aplicables, incluyendo las disposiciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción y las recomendaciones de la NFPA, para diseñar un sistema que integre extintores portátiles, hidrantes y señalización adecuada.

Además, se propuso un plan de implementación que considera la capacitación del personal, el mantenimiento periódico de los equipos y la coordinación con las autoridades locales para garantizar una respuesta efectiva en caso de

emergencia. Los autores concluyen que la adopción de un sistema de protección contra incendios bien diseñado y mantenido es esencial para mejorar la seguridad en mercados mayoristas y contribuir al desarrollo de políticas públicas más efectivas en materia de gestión de riesgos.

Este estudio proporciona un marco de referencia valioso para el diseño de sistemas de protección contra incendios en entornos similares, como el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta, al resaltar la importancia de la planificación, el cumplimiento normativo y la integración de componentes adecuados para garantizar la seguridad en instalaciones de alta afluencia.

Vizhco Vera (2023), en su tesis titulada “Propuesta de diseño de un sistema contra incendios en una estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias en el Cantón Naranjal”, desarrollada en la Universidad Politécnica Salesiana, abordó la problemática de la falta de un sistema de protección contra incendios en una estación de bombeo ubicada en una zona rural del cantón Naranjal, Ecuador. El estudio se centró en la necesidad de implementar un sistema integral de protección contra incendios que cumpla con las normativas nacionales e internacionales vigentes, con el objetivo de salvaguardar la vida humana y los bienes materiales en espacios críticos de operación.

La investigación incluyó un análisis detallado de las condiciones actuales de la estación de bombeo, identificando las principales fuentes de riesgo, como la presencia de equipos de combustión, cañerías de combustibles, depósitos de aceite, tableros de control, sistemas de alumbrado y cableado superficial expuesto. Se evaluaron las normativas aplicables, incluyendo la Guía Técnica Colombiana GTC-45 y la Norma Técnica Peruana NTP 599, para diseñar un sistema que integre extintores portátiles, hidrantes y señalización adecuada.

Además, se propuso un plan de implementación que considera la capacitación del personal, el mantenimiento periódico de los equipos y la coordinación con las autoridades locales para garantizar una respuesta efectiva en caso de emergencia. Los autores concluyen que la adopción de un sistema de protección contra incendios bien diseñado y mantenido es esencial para mejorar la

seguridad en estaciones de bombeo y contribuir al desarrollo de políticas públicas más efectivas en materia de gestión de riesgos.

Panduro Cachique (2020), en su investigación “Sistema contra incendio bajo la norma NFPA para incrementar la seguridad del personal en la Minera Las Bambas, Apurímac – 2020”, diseñó un sistema contra incendios bajo la Norma NFPA para la Minera Las Bambas en Apurímac, Perú, con el objetivo de incrementar la seguridad del personal. El estudio incluyó un diagnóstico de la situación actual y la elaboración de un diseño conforme a las normativas internacionales.

Zhunio Medina (2024), en su tesis “Diseño de un sistema contra incendios para la edificación de una institución financiera en la ciudad de Cuenca”, desarrolló un diseño de un sistema contra incendios para una institución financiera en la ciudad de Cuenca, incorporando un análisis detallado de las condiciones iniciales y la normativa nacional e internacional que permitió el dimensionamiento y selección de equipos, junto con simulaciones en software que validaron la selección.

## **1.2 Bases Teóricas**

A continuación, se explorarán las bases teóricas que sustentan el estudio del diseño de sistemas de protección contra incendios en entornos portuarios. Este análisis incluirá los fundamentos conceptuales de la seguridad contra incendios, los tipos y funciones de los elementos pasivos y activos como señalización, extintores portátiles e hidrantes, así como las normativas técnicas que regulan su uso e implementación. Se abordarán además principios de gestión del riesgo y protección industrial, con el fin de proporcionar un marco integral para comprender la importancia de estos sistemas en la prevención de siniestros y la protección de la vida humana, las instalaciones y el entorno productivo del Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta.

### **1.2.1 Normativa técnica aplicada al diseño contra incendios**

La presente investigación se fundamenta en el uso de normativas técnicas especializadas en protección contra incendios, principalmente aquellas emitidas por la National Fire Protection Association (NFPA), así como otras normas internacionales para la evaluación cualitativa del riesgo. Estas disposiciones

proporcionan los criterios técnicos necesarios para garantizar que el diseño propuesto se alinee con estándares reconocidos internacionalmente y responda a las condiciones específicas del Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta.

#### **1.2.1.1 Extintores Portátiles contra Incendios – NFPA 10**

Esta norma establece criterios detallados para la selección, instalación y mantenimiento de extintores portátiles. En el diseño del sistema, se aplicarán las siguientes disposiciones:

- **Altura de instalación:** Los extintores con un peso superior a 40 libras (18 kg) deben instalarse de manera que la parte superior del extintor no esté a más de 1.07 metros (3.5 pies) del suelo. Para extintores de menor peso, la altura máxima es de 1.53 metros (5 pies). En ambos casos, se debe garantizar un espacio libre mínimo de 10 cm (4 pulgadas) entre la base del extintor y el suelo.
- **Distancia máxima de recorrido:** La distancia máxima que una persona debe recorrer desde cualquier punto del área protegida hasta un extintor no debe exceder los 30 metros (100 pies) para riesgos ordinarios.

#### **1.2.1.2 Sistemas de Tuberías Verticales y Gabinetes de Mangueras – NFPA 14**

Esta norma proporciona directrices para el diseño e instalación de sistemas de tuberías verticales y gabinetes de mangueras. En el presente diseño, se considerarán las siguientes especificaciones:

- **Ubicación de conexiones para el Cuerpo de bomberos de Manta:** Las conexiones FDC deben estar ubicadas a no más de 30.5 metros (100 pies) del hidrante más cercano conectado a un suministro de agua aprobado.

- **Ubicación de estaciones de mangueras:** Se debe garantizar que las estaciones de mangueras estén distribuidas de manera que cualquier punto del área protegida esté dentro del alcance efectivo de una manguera, considerando la longitud estándar de las mangueras y las características del edificio.

#### 1.2.1.3 Código de Seguridad Humana – NFPA 101

Esta norma establece requisitos para la protección de la vida humana en situaciones de emergencia. En el diseño del sistema, se aplicarán las siguientes disposiciones:

- **Distancia máxima de recorrido:** La distancia máxima permitida desde cualquier punto ocupado hasta una salida debe ser de 30 metros (100 pies) en edificaciones sin rociadores automáticos y puede incrementarse hasta 60 metros (200 pies) en edificaciones completamente protegidas por sistemas de rociadores automáticos aprobados.
- **Separación entre salidas:** Cuando se requieren dos salidas o más, deben estar ubicadas a una distancia mínima igual a la mitad de la longitud de la diagonal mayor del área servida, medida en línea recta entre las salidas.

#### 1.2.1.4 Símbolos de Seguridad contra Incendios y Evacuación – NFPA 170

Esta norma proporciona símbolos estandarizados para señalización de seguridad contra incendios y evacuación. En el diseño del sistema, se aplicarán las siguientes disposiciones:

- **Ubicación de señalización:** Las señales de salida deben colocarse sobre cada puerta de salida y en ubicaciones adicionales necesarias para indicar claramente la dirección de la salida.
- **Altura de instalación:** Las señales deben instalarse de manera que sean claramente visibles y legibles, generalmente a una altura no menor de 2 metros desde el nivel del piso.

### 1.2.1.5 Líquidos Inflamables y Combustibles – NFPA 30

Esta norma establece requisitos para el almacenamiento y manejo de líquidos inflamables y combustibles. En el diseño del sistema, se considerarán las siguientes disposiciones:

- **Almacenamiento seguro:** Los líquidos inflamables deben almacenarse en recipientes aprobados y en áreas designadas con ventilación adecuada, lejos de fuentes de ignición y con medidas de contención para derrames.
- **Distancias de separación:** Se deben mantener distancias mínimas entre las áreas de almacenamiento de líquidos inflamables y otras ocupaciones o estructuras, según la clasificación del líquido y la cantidad almacenada.

### 1.2.1.6 Evaluación del Riesgo de Incendio – NFPA 551

Esta norma proporciona una metodología para la evaluación del riesgo de incendio. En el presente diseño, se aplicará para:

- **Identificación de riesgos:** Evaluar las áreas del terminal para identificar posibles fuentes de ignición, materiales combustibles y condiciones que puedan contribuir a la propagación del fuego.
- **Determinación de medidas de mitigación:** Basado en la evaluación de riesgos, se establecerán medidas preventivas y de protección adecuadas para reducir la probabilidad y el impacto de un incendio.

### 1.2.1.7 Evaluación del Riesgo de Incendio – NTP 599

Esta norma técnica proporciona criterios para la evaluación cualitativa del riesgo de incendio. En el diseño del sistema, se utilizará para:

- **Clasificación de áreas:** Determinar el nivel de riesgo de incendio en diferentes áreas del terminal, considerando factores como la carga de fuego, las características constructivas y las actividades realizadas.
- **Priorización de medidas de protección:** Basado en la clasificación de riesgo, se priorizarán las áreas que requieren medidas de protección más estrictas y se diseñarán sistemas adecuados para cada nivel de riesgo.

### **1.2.1.8 Sistemas de Detección y Notificación de Incendios – NFPA 72**

Esta norma establece los requisitos para el diseño, instalación, ubicación, desempeño y mantenimiento de sistemas de detección y notificación de incendios. En el presente proyecto se aplicará para determinar la ubicación estratégica y características técnicas de los dispositivos de alarma sonora y visual, garantizando su eficacia en todo el recinto del Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta.

La norma especifica que las alarmas audibles deben instalarse de manera que el nivel de sonido emitido supere en al menos 15 decibelios el nivel de ruido ambiental promedio, o en 5 decibelios respecto al nivel máximo registrado durante 60 segundos. Para garantizar cobertura efectiva, se tomará como referencia que en habitaciones menores a 70 m<sup>2</sup>, un único dispositivo puede ser suficiente si cumple con los niveles de presión sonora requeridos. En áreas de mayor tamaño, se dispondrán alarmas adicionales conforme a los cálculos acústicos que aseguren una cobertura uniforme.

Respecto a los dispositivos visuales, como luces estroboscópicas, la norma determina zonas de cobertura específicas en función de la intensidad del dispositivo (candela), asegurando que sean visibles desde cualquier punto del espacio protegido. La altura estándar de instalación se ubicará entre 2.1 y 2.4 metros desde el nivel del suelo, salvo condiciones particulares que requieran ajustes.

### **1.2.2 Alarmas contra incendios**

Son dispositivos diseñados para alertar a los ocupantes de un edificio sobre la presencia de un incendio mediante señales sonoras, visuales o ambas. La instalación de estos sistemas debe garantizar que el sonido de la alarma supere en al menos 15 dB el nivel promedio de ruido ambiental, según lo establecido por la NFPA 72 (NFPA, 2019).

### **1.2.3 Rutas de evacuación**

Son trayectos delimitados dentro de una edificación que permiten a los ocupantes desplazarse de manera segura hacia una salida durante una

emergencia. Deben cumplir con requisitos de longitud máxima, señalización visible y accesibilidad, conforme a lo establecido en la NFPA 101 (NFPA, 2019).

#### **1.2.4 Evaluación del riesgo de incendio**

Es el proceso mediante el cual se identifican, analizan y valoran los factores que pueden originar un incendio, con el fin de tomar medidas de prevención y control. La NFPA 551 proporciona una guía metodológica para este tipo de análisis cualitativo (NFPA, 2019).

#### **1.2.5 Clasificación de incendios**

Los incendios se clasifican según el tipo de combustible involucrado. La NFPA 10 los divide en Clases A (materiales sólidos), B (líquidos inflamables), C (equipos eléctricos), D (metales combustibles) y K (aceites y grasas de cocina) (NFPA, 2018).

#### **1.2.6 Clasificación del riesgo de incendio**

Es el proceso mediante el cual se determina el nivel de riesgo (bajo, medio o alto) de una instalación, considerando factores como carga de fuego, tipo de actividad, materiales inflamables y facilidad de evacuación. La norma NTP 599 establece criterios técnicos para esta evaluación (INSST, 2001).

#### **1.2.7 Carga de fuego**

La carga de fuego es la cantidad total de energía térmica que puede liberarse durante la combustión completa de todos los materiales combustibles contenidos en un área determinada, incluyendo revestimientos, mobiliario, equipos y almacenamiento. Su cuantificación se expresa en megajulios por metro cuadrado (MJ/m<sup>2</sup>) y resulta esencial para definir el nivel de riesgo y las necesidades de protección estructural contra incendios. La norma NFPA 557 establece la metodología para calcular la densidad de carga de fuego, la cual permite diseñar medidas adecuadas de resistencia al fuego en edificaciones industriales (NFPA, 2021).

#### **1.2.8 Comportamiento del fuego**

El comportamiento del fuego se refiere a la manera en que el fuego se inicia, se desarrolla y se propaga en un entorno determinado. Este proceso involucra fenómenos físicos y químicos, como la combustión, la transferencia de calor y la

generación de productos de combustión. Comprender estos aspectos es esencial para el diseño de sistemas de protección contra incendios, ya que permite anticipar la evolución de un incendio y establecer medidas adecuadas para su control y extinción. La NFPA 921 proporciona directrices detalladas sobre la investigación y análisis del comportamiento del fuego en diferentes escenarios (NFPA, 2021).

### **1.2.9 Procedimientos de inspección y control en equipos de protección contra incendios**

Los procedimientos de inspección y control son esenciales para garantizar la operatividad continua de los sistemas de protección contra incendios en entornos portuarios. Estos procedimientos implican la verificación sistemática del estado y funcionamiento de extintores portátiles, hidrantes, señalización de emergencia y demás componentes. Las listas de chequeo, junto con criterios específicos como presión, integridad física, accesibilidad y visibilidad, permiten estandarizar estas inspecciones. Además, la frecuencia de las revisiones debe responder a normativas internacionales como la NFPA 25, que establece revisiones mensuales para algunos componentes y pruebas anuales para otros. La designación de personal técnico capacitado para llevar a cabo estas tareas y la documentación rigurosa de los resultados son aspectos clave para asegurar que las deficiencias se identifiquen y corrijan oportunamente (National Fire Protection Association, 2022).

### **1.2.10 Planificación estratégica de seguridad en entornos portuarios**

La planificación estratégica de seguridad en instalaciones portuarias implica integrar las medidas de protección contra incendios dentro de un sistema de gestión más amplio que contemple todos los riesgos asociados a la actividad portuaria. Este enfoque abarca tanto la disposición técnica de los equipos como la respuesta organizacional ante emergencias. Es fundamental que estas medidas se articulen con los planes maestros de seguridad del puerto, así como con normativas internacionales como el Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias (Código PBIP). Dicho marco normativo proporciona lineamientos para prevenir y responder a amenazas que puedan comprometer la seguridad, entre ellas los incendios. La planificación

estratégica debe contemplar la zonificación del riesgo, la accesibilidad a equipos de emergencia, los puntos de encuentro y la capacitación del personal involucrado en las operaciones (Revista Seguritecnia, 2021).

### **1.2.11 Cultura preventiva y capacitación del personal portuario**

La promoción de una cultura preventiva dentro del entorno portuario es un factor determinante para el éxito de cualquier sistema de protección contra incendios. Esta cultura se construye a partir de la concienciación del personal sobre los riesgos presentes, la formación continua en medidas de seguridad y la ejecución regular de simulacros que preparen al equipo humano para responder con eficacia ante una emergencia. Una cultura preventiva sólida también implica el reconocimiento de buenas prácticas, la implementación de protocolos claros y el compromiso institucional con la seguridad. Además, la capacitación puede beneficiarse de herramientas tecnológicas innovadoras, como la realidad virtual, que permiten simular escenarios de emergencia de forma segura y efectiva, fortaleciendo la memoria operativa y la toma de decisiones bajo presión (Ludus Global, 2023).

### **1.2.12 Tendencias tecnológicas en protección contra incendios**

Las tendencias tecnológicas actuales en materia de protección contra incendios reflejan una evolución hacia sistemas más eficientes, autónomos y adaptables a entornos complejos como las instalaciones portuarias. Uno de los desarrollos más relevantes es la incorporación de sensores inteligentes que permiten la detección temprana de variaciones térmicas, emisiones de humo o gases inflamables, posibilitando una respuesta más rápida y focalizada. Estos dispositivos, conectados a sistemas centralizados de monitoreo, pueden activar alarmas, registrar eventos y notificar automáticamente a cuerpos de emergencia.

Otra innovación destacada es la señalización digital adaptable, que utiliza pantallas LED resistentes a condiciones adversas para dirigir de forma dinámica a los usuarios hacia rutas seguras en función del tipo y localización del incidente. Además, plataformas de gestión basadas en la nube permiten supervisar en tiempo real el estado operativo de extintores, hidrantes y sistemas de alarma, facilitando la planificación del mantenimiento preventivo.

El uso de drones para inspecciones térmicas y la capacitación mediante realidad aumentada o virtual también están ganando terreno, especialmente en grandes infraestructuras donde el acceso puede ser limitado o riesgoso. Estas herramientas no solo incrementan la seguridad del personal, sino que optimizan recursos y mejoran la toma de decisiones en escenarios de emergencia (Vázquez, 2023).

### **1.2.13 Marco legal ecuatoriano aplicable a la protección contra incendios**

El marco legal ecuatoriano en materia de protección contra incendios establece los lineamientos obligatorios que deben cumplir las edificaciones públicas y privadas para garantizar condiciones mínimas de seguridad ante eventos de fuego. En el contexto portuario, estas disposiciones se tornan fundamentales dada la naturaleza industrial y operativa de estas instalaciones.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-HS-CI), emitida por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), especifica los criterios técnicos para la instalación de equipos como extintores portátiles, hidrantes, señalización y rutas de evacuación, conforme al uso del edificio y el nivel de riesgo. Esta norma se articula con el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios del Ecuador, que asigna responsabilidades a los cuerpos de bomberos en la supervisión, control y certificación de los sistemas instalados.

Adicionalmente, los municipios, como el de Manta, pueden establecer ordenanzas locales que refuercen o particularicen los requerimientos técnicos, en función del crecimiento urbano, la zonificación y las condiciones específicas del territorio. La Ley de Defensa Contra Incendios también otorga facultades a las instituciones bomberiles para inspeccionar y exigir mejoras en infraestructuras críticas, como puertos, aeropuertos o industrias de alto riesgo.

Este entramado legal busca asegurar no solo el cumplimiento normativo, sino también la consolidación de una cultura de prevención integral en los sectores estratégicos del país (MIDUVI, 2022).

### **1.3 Marco Conceptual**

A continuación, se presentan las definiciones conceptuales fundamentales que estructuran el enfoque de esta investigación. Estos términos permiten delimitar el campo de estudio y facilitar la comprensión de los elementos clave que conforman el diseño del sistema de protección contra incendios para el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta.

#### **1.3.1 Señalización de emergencia**

Es un conjunto de indicadores visuales utilizados para guiar a los ocupantes hacia salidas seguras, equipos de emergencia o zonas de seguridad. La norma NFPA 170 define los símbolos gráficos estándar y su correcta ubicación (NFPA, 2019).

#### **1.3.2 Protección pasiva contra incendios**

Se refiere a los elementos constructivos o materiales que, sin intervención humana ni energía externa, contribuyen a limitar la propagación del fuego. Incluye barreras cortafuego, pinturas intumescentes, sellado de juntas y compartimentación (González & Ramírez, 2020).

#### **1.3.3 Sistema de protección contra incendios**

Es un conjunto coordinado de dispositivos, procedimientos y normativas cuya función es prevenir, detectar y controlar incendios para salvaguardar vidas, bienes e infraestructura. Este sistema abarca tanto componentes activos (como extintores y sistemas de agua) como pasivos (materiales resistentes al fuego o señalización adecuada) (Gómez, 2021).

#### **1.3.4 Extintores portátiles**

Son dispositivos portátiles que contienen agentes extintores diseñados para combatir fuegos incipientes. Su correcta selección, instalación y mantenimiento es crucial para su eficacia. Deben ubicarse estratégicamente en función de los riesgos presentes y ser de fácil acceso para el personal capacitado (Woodbridge Fire District, 2020).

### **1.3.5 Hidrantes contra incendios**

Son instalaciones hidráulicas que permiten el abastecimiento de agua para las labores de extinción por parte de bomberos o brigadas internas. Existen de tipo exterior o interior, y su disposición debe responder al análisis técnico de cobertura y caudal necesario, especialmente en zonas de alta carga combustible (Grupo Prointex, 2020).

### **1.3.6 Puerto**

Es una instalación situada en la costa o en la ribera de un río, acondicionada para el embarque y desembarque de mercancías o pasajeros. Su infraestructura permite operaciones logísticas, pesqueras, industriales y comerciales (Autoridad Portuaria de Guayaquil, 2021).

### **1.3.7 Terminal Portuaria**

Se refiere a una zona delimitada dentro de un puerto que cumple funciones operativas específicas, tales como el manejo de carga, el avituallamiento de embarcaciones y la prestación de servicios logísticos. Cada terminal puede estar especializada según el tipo de tráfico que atiende, como pesquero o de cabotaje (Prosertek, 2021).

### **1.3.8 Sistema de protección contra incendios**

Conjunto de elementos activos y pasivos, diseñados e instalados con el propósito de prevenir, detectar, controlar o extinguir incendios, así como de proteger a las personas, los bienes y la infraestructura. Incluye componentes como extintores, hidrantes, señalización y procedimientos operativos (Bomberos Bogotá, 2022).

### **1.3.9 Área crítica o zona de riesgo**

Es un sector identificado como vulnerable ante incendios debido a la acumulación de materiales inflamables, alta densidad operativa o deficiencias en infraestructura de seguridad. Estas zonas requieren atención prioritaria en los planes de prevención (Cruz, 2020).

### **1.3.10 Evacuación en emergencias**

Proceso sistemático de desplazamiento de personas desde zonas de peligro hacia áreas seguras, en el menor tiempo posible y con la menor exposición al

riesgo. Depende de factores como la señalización, el entrenamiento del personal y la planificación previa (Torres, 2023).

#### **1.3.11 Normativa técnica**

Conjunto de disposiciones legales o estándares técnicos de carácter obligatorio o voluntario, que regulan el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de seguridad, incluyendo los de protección contra incendios. En Ecuador, la NEC-HS-CI y el Reglamento de Prevención de Incendios son referencias clave (SENESCYT, 2021).

#### **1.3.12 Cabotaje**

Es el transporte marítimo de mercancías o personas entre puertos del mismo país, sin cruzar fronteras internacionales. En el Ecuador, esta actividad es regulada por la Autoridad Marítima Nacional y está sujeta a la Ley Orgánica de Navegación, Gestión de la Seguridad y Protección Marítima. Su finalidad es fortalecer la conectividad interna y dinamizar el comercio costero e insular, especialmente en zonas como el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta, donde estas operaciones son estratégicas para la logística nacional (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2021).

#### **1.3.13 Terminal portuario**

Una terminal portuaria es una unidad operativa dentro de un puerto, dotada de infraestructura marítima y terrestre, instalaciones, equipos y personal especializado, que permite la realización de operaciones portuarias como carga, descarga, almacenamiento y transferencia modal de mercancías. Estas instalaciones pueden ser de propiedad pública o privada y deben contar con la autorización correspondiente para su funcionamiento. Su diseño y operación están orientados a facilitar el comercio exterior y la conectividad logística del país. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2021).

#### **1.3.14 Zona crítica o área de riesgo**

Espacio delimitado dentro de un entorno industrial o portuario donde confluyen factores peligrosos como materiales inflamables, equipos bajo presión o fuentes de ignición que incrementan significativamente la probabilidad de ocurrencia de un incendio, explosión o accidente. Estas áreas requieren medidas de control

rigurosas y sistemas de protección específicos para minimizar sus efectos. Según la NFPA 497, estas zonas se clasifican con base en la frecuencia y duración de la presencia de atmósferas inflamables, lo cual determina las características del diseño, instalación y operación de los equipos eléctricos y de protección (National Fire Protection Association, 2021). Asimismo, en el contexto ecuatoriano, la norma técnica NTE INEN 2266 subraya la necesidad de identificación precisa de estas áreas debido al manejo de materiales peligrosos, estableciendo lineamientos para su control y señalización (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013).

### **1.3.15 Agentes extintores**

Se entiende por agentes extintores a las sustancias o medios utilizados para interrumpir el proceso de combustión y suprimir un incendio, actuando sobre uno o varios elementos del triángulo o tetraedro del fuego, según el principio físico o químico que los caracteriza. Estos agentes se seleccionan en función del tipo de fuego que se presenta, la naturaleza de los materiales involucrados y las condiciones del entorno. Entre los más empleados se encuentran el agua, que actúa por enfriamiento y es ideal para fuegos clase A; los polvos químicos secos, eficaces en fuegos clase B y C por sofocación e inhibición química; el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que desplaza el oxígeno y es útil en incendios eléctricos; y las espumas, diseñadas para crear una barrera entre el combustible y el oxígeno, especialmente en líquidos inflamables. La selección adecuada del agente extintor es fundamental para garantizar la eficiencia en la supresión del incendio y minimizar daños colaterales o reacciones peligrosas, especialmente en entornos industriales o portuarios donde coexisten múltiples riesgos (Organización Internacional de Protección Contra Incendios, 2020; NFPA, 2022)

### **1.3.16 Evacuación en emergencias**

La evacuación en emergencias constituye un procedimiento planificado que tiene como finalidad salvaguardar la integridad física de las personas ante la presencia de un riesgo inminente, como puede ser un incendio, explosión o cualquier evento que comprometa la seguridad en una instalación. Este proceso implica el desalojo ordenado, rápido y seguro de todas las personas desde las áreas de riesgo hacia zonas seguras previamente identificadas, siguiendo rutas de

evacuación señalizadas y accesibles. La eficiencia de la evacuación depende directamente de la existencia de un plan de emergencias, la capacitación del personal, la señalética adecuada conforme a la NTE INEN-ISO 3864-1 y la implementación de simulacros periódicos. En contextos industriales y portuarios, donde coexisten múltiples actividades y concentraciones de personas, una evacuación eficaz exige una coordinación precisa entre brigadas internas, sistemas de alarma, iluminación de emergencia y condiciones arquitectónicas que garanticen la fluidez del movimiento (Ministerio de Trabajo de España, 2001; Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2013).

### **1.3.17 Alarma**

En el ámbito de la protección contra incendios, se entiende por alarma al sistema o mecanismo destinado a advertir de manera inmediata la presencia de una condición de emergencia, como un conato de incendio, con el propósito de activar la respuesta organizada de evacuación, intervención y control del evento. Este sistema puede ser acústico, visual o combinado, y su diseño debe garantizar una cobertura adecuada, audibilidad superior al ruido ambiental, visibilidad en condiciones de baja iluminación y activación automática o manual. Las alarmas constituyen un componente esencial de los sistemas de detección y notificación de incendios, ya que permiten alertar oportunamente a los ocupantes y al personal de respuesta ante una amenaza. De acuerdo con la NFPA 72, la señal de alarma debe ser inequívoca, continua y percibida por todos los ocupantes de la edificación, y su instalación debe contemplar criterios técnicos que aseguren su funcionamiento incluso en situaciones adversas como cortes eléctricos o atmósferas saturadas de humo (National Fire Protection Association [NFPA], 2022).

### **1.3.18 Ruta de evacuación**

Es el recorrido previamente definido dentro de una edificación o instalación, cuya finalidad es permitir el desplazamiento seguro y ordenado de las personas desde un área de riesgo hacia un punto de encuentro o zona segura, en caso de presentarse una emergencia. Estas rutas deben mantenerse libres de obstáculos, debidamente iluminadas y señalizadas conforme a los estándares técnicos que regulan la seguridad industrial. La norma ecuatoriana NTE INEN-

ISO 3864-1 establece los principios para el diseño y aplicación de señales de seguridad, asegurando que la información visual sea comprensible, visible y adecuada a las condiciones del entorno donde se instala (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013).

### **1.3.19 Gabinete contra incendios**

Elemento del sistema manual de extinción que contiene una manguera, válvula, boquilla y, en algunos casos, un extintor. Está instalado en zonas estratégicas del edificio para permitir una respuesta rápida ante un principio de incendio. Su diseño y ubicación obedecen a los lineamientos de la norma NFPA 14 (National Fire Protection Association [NFPA], 2022).

### **1.3.20 Sistema fijo contra incendios**

Conjunto de equipos e instalaciones permanentes diseñados para detectar, controlar o extinguir incendios sin intervención humana directa. Incluye rociadores automáticos, sistemas de espuma, agentes limpios y CO<sub>2</sub>, entre otros. Su diseño se rige por normas como la NFPA 13 (NFPA, 2022).

### **1.3.21 Tiempo de respuesta**

Es el período comprendido entre el momento en que se detecta un evento adverso, como un incendio, y el inicio efectivo de la acción de control por parte del personal o sistema asignado. Su análisis permite medir la eficiencia operativa de los planes de emergencia, ya que influye directamente en la magnitud del daño y la seguridad de los ocupantes. Factores como la distancia, la capacitación del personal, la accesibilidad y la efectividad del sistema de comunicación inciden directamente en este parámetro. Según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España, una respuesta oportuna reduce significativamente los riesgos derivados del siniestro (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST], 2001).

### **1.3.22 Punto de reunión**

Área segura, ubicada fuera de la zona de riesgo, donde deben concentrarse todas las personas evacuadas tras activarse una alarma de emergencia. Su función es permitir el conteo del personal, facilitar la verificación de ausencias y coordinar nuevas acciones según el protocolo establecido. Este espacio debe

estar señalizado, ser fácilmente accesible, libre de obstrucciones y alejado de fuentes de peligro secundario. El Manual de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ministerio de Trabajo del Ecuador establece que todo plan de evacuación debe contemplar claramente la ubicación de los puntos de encuentro para asegurar un control eficiente de la emergencia (Ministerio del Trabajo del Ecuador, 2017).

### **1.3.23 Accesibilidad operativa**

Se refiere a la facilidad con la que los equipos de emergencia y el personal de respuesta pueden acceder a los distintos sectores de una instalación para ejecutar acciones de control, extinción o evacuación durante una emergencia. Este concepto abarca tanto el diseño físico de los espacios —como pasillos, puertas, rampas y rutas libres— como la disposición de los elementos técnicos que deben estar disponibles y operativos sin obstrucciones. En contextos industriales o portuarios, la accesibilidad operativa es esencial para garantizar una intervención eficiente y minimizar los tiempos de respuesta. Según la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 0049, los accesos deben permitir un tránsito rápido y seguro, incluso en condiciones de baja visibilidad o alta concentración de personas (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN], 2014).

### **1.3.24 Mapa de riesgo**

Representación gráfica que permite identificar visualmente las zonas vulnerables de una organización o instalación ante posibles amenazas, clasificándolas según su nivel de peligrosidad. Esta herramienta facilita la toma de decisiones preventivas y correctivas al mostrar con claridad los puntos críticos donde se deben aplicar controles específicos. El mapa de riesgo contribuye a fortalecer la gestión de la seguridad al integrar factores como la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los eventos adversos. Según Pirani (2020), esta herramienta permite a las organizaciones visualizar y gestionar mejor sus amenazas, siendo clave para reducir la exposición a incidentes y fortalecer la planificación operativa.

### **1.3.25 Gestión del riesgo**

Conjunto de procesos sistemáticos aplicados para identificar, evaluar, controlar y monitorear los riesgos que pueden afectar el cumplimiento de los objetivos de

una organización. Esta gestión implica la toma de decisiones estratégicas que permitan minimizar la probabilidad y el impacto de eventos adversos, así como aprovechar oportunidades de mejora. En el contexto de seguridad industrial, la gestión del riesgo es fundamental para anticiparse a emergencias como incendios, explosiones o fugas de sustancias peligrosas. Según la norma ISO 31000, gestionar el riesgo es crear valor mediante un enfoque estructurado que integre la incertidumbre, la evaluación de amenazas y la implementación de controles adecuados (International Organization for Standardization [ISO], 2018).

### **1.3.26 Percepción del riesgo**

Es la interpretación subjetiva que realizan los individuos sobre la probabilidad y gravedad de un peligro potencial, influenciada por factores cognitivos, emocionales y contextuales. Esta percepción afecta directamente las decisiones y comportamientos frente a situaciones de riesgo. En el ámbito laboral, una adecuada percepción del riesgo es fundamental para prevenir accidentes y promover una cultura de seguridad. Según la Organización Iberoamericana de Seguridad Social (OISS), la percepción del riesgo es una habilidad psicológica que varía entre personas y determina su nivel de respuesta ante situaciones peligrosas.

#### **Evaluación del riesgo de incendio**

Procedimiento que permite determinar el nivel de riesgo en función de la probabilidad de que ocurra un incendio y sus consecuencias potenciales. Este nivel se calcula como el producto entre la probabilidad de inicio y los daños posibles. La NTP 599 señala que los factores clave a considerar son la presencia de combustibles, la existencia de focos de ignición y las medidas preventivas adoptadas.

### **1.3.27 Triángulo del fuego**

Modelo que explica que un incendio se genera cuando coexisten simultáneamente tres elementos: un combustible, un comburente y una fuente de ignición. La eliminación de cualquiera de estos tres componentes impide que la combustión continúe.

### **1.3.28 Energía de activación**

Cantidad mínima de energía necesaria para iniciar una reacción de combustión. Según la NTP 599, esta energía puede provenir de fuentes como chispas eléctricas, llamas abiertas o superficies calientes, y es un factor clave en la prevención de incendios.

### **1.3.29 Accidente-incendio**

Evento que implica tanto el inicio del fuego como su propagación inmediata. La NTP 599 lo conceptualiza como un accidente con características especiales, ya que su desarrollo depende de condiciones previas como la presencia simultánea de combustible y energía de activación.

### **1.3.30 Medidas preventivas contra incendios**

Conjunto de acciones técnicas y organizativas orientadas a evitar el inicio de un incendio o limitar su propagación. La NTP 30 destaca la importancia de controlar fuentes de ignición, mantener el orden y limpieza en los espacios de trabajo, almacenar correctamente los materiales inflamables y capacitar al personal en procedimientos de emergencia.

### **1.3.31 Clasificación de zonas peligrosas**

Distribución de espacios según el nivel de riesgo que representan, en función de la presencia de materiales combustibles, procesos industriales y condiciones ambientales. La NTP 30 sugiere identificar estas zonas para aplicar medidas de control específicas que reduzcan la exposición al riesgo.

### **1.3.32 Prevención de incendios**

Estrategia integral basada en la identificación de peligros, evaluación de riesgos y establecimiento de controles físicos y administrativos para minimizar la posibilidad de ocurrencia de un fuego. Esta norma enfatiza que la prevención debe integrarse como una práctica continua en todas las actividades laborales.

### **1.3.33 Operaciones Portuarias**

Conjunto de actividades logísticas y técnicas que se desarrollan en el ámbito marítimo y terrestre de un puerto, orientadas a facilitar el tránsito eficiente y seguro de mercancías, pasajeros y buques. Estas operaciones abarcan desde la solicitud de escala del buque hasta la entrega final de la carga o el

desembarque de los pasajeros. Incluyen maniobras de atraque y desatraque, estiba y desestiba, carga y descarga, almacenamiento temporal, y servicios auxiliares como remolque, practica y suministro de provisiones. Su ejecución requiere la coordinación de diversos actores, incluyendo autoridades portuarias, operadores logísticos y empresas prestadoras de servicios, bajo el marco de normativas específicas que regulan la seguridad, eficiencia y sostenibilidad de las actividades portuarias (Autoridad Portuaria de Vigo, 2015).

#### **1.3.34 Avituallamiento**

Proceso mediante el cual se provee a una embarcación de todos los insumos necesarios para su operación, incluyendo combustible, agua, víveres, repuestos y otros materiales esenciales para el viaje. Esta actividad es parte de los servicios logísticos ofrecidos en los puertos, y debe garantizar condiciones óptimas de abastecimiento para la seguridad y continuidad del tránsito marítimo (Puerto de Ensenada, s.f.).

**Descarga:** Acción de retirar mercancías desde el interior de una embarcación hacia el muelle o vehículos terrestres, realizada una vez que el buque ha atracado. Esta operación puede ser directa, con traslado inmediato de la carga, o indirecta, con almacenamiento temporal en la zona portuaria (ABQ Servicios Aduaneros, s.f.).

**Abarloar:** Maniobra náutica que consiste en colocar una embarcación al costado de otra o junto a un muelle, manteniendo contacto lateral, con el propósito de facilitar operaciones de transferencia de carga, tránsito de personas o mantenimiento (Cenáutica, s.f.-a).

**Atracar:** Acción de amarrar una embarcación a un muelle o estructura flotante para iniciar operaciones de carga, descarga o embarque de personas. Es una maniobra fundamental que requiere coordinación y precisión en el entorno portuario (Cenáutica, s.f.-b).

**Zarpar:** Iniciar el desplazamiento de una embarcación desde el muelle o punto de fondeo. Esta operación implica levar anclas y comenzar la navegación hacia un nuevo destino, y constituye el momento inicial del tránsito marítimo (Cenáutica, s.f.-c).

**Dragado:** Procedimiento técnico que consiste en la extracción de sedimentos del fondo marino o fluvial para mantener o aumentar la profundidad de canales de navegación y zonas de atraque. Esta operación es esencial para asegurar la operatividad de los puertos y permitir el acceso de embarcaciones con diferentes calados (Bombas y Dragas El Canal, 2025).

**Extintor rodante:** Dispositivo de extinción de incendios de gran capacidad, montado sobre un chasis con ruedas, diseñado para ser transportado por una persona en zonas industriales o de alto riesgo. Estos extintores permiten una respuesta eficaz gracias a su movilidad y volumen de agente extintor. Según Amerex (2025), están diseñados para ser operados fácilmente y son ideales para proteger grandes áreas donde los equipos portátiles resultan insuficientes.

#### **1.4 Marco Legal y Ambiental**

El marco jurídico que respalda el diseño de un sistema contra incendios en el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta se estructura conforme al orden jerárquico de las normas jurídicas establecido en el artículo 425 de la Constitución de la República del Ecuador. Este artículo dispone que la jerarquía normativa comienza por la Constitución, seguida por los tratados y convenios internacionales, las leyes orgánicas, las leyes ordinarias, las codificaciones, los reglamentos, las ordenanzas distritales y, finalmente, las demás normas jurídicas de inferior jerarquía. A partir de este orden, se detalla a continuación el sustento legal aplicado en el presente proyecto.

##### **Constitución de la República del Ecuador**

- Artículo 326: Establece que toda persona tiene derecho a ejercer sus actividades en condiciones que aseguren su salud, seguridad y bienestar. Esta disposición respalda la implementación de sistemas contra incendios en instalaciones como terminales portuarios, donde existe un riesgo elevado por la presencia de materiales inflamables y equipos operativos.
- Artículo 389: Señala que es deber del Estado proteger a las personas y al medio ambiente ante desastres naturales o provocados, mediante acciones de prevención, mitigación y respuesta. Este principio

fundamenta la necesidad de contar con un sistema de protección contra incendios que reduzca la vulnerabilidad de la infraestructura portuaria y proteja la vida humana.

### **Decisión 584 de la Comunidad Andina (Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo)**

- Artículo 16: Indica que los empleadores deben instalar sistemas de respuesta ante emergencias, incluyendo la prevención y control de incendios, en función de la naturaleza de sus actividades. Esta disposición refuerza la obligatoriedad de adoptar medidas de protección específicas en instalaciones industriales de riesgo como los terminales pesqueros.

### **Normas Técnicas Internacionales**

- NFPA 1 Es el Código de Incendios: Es un compendio normativo que integra múltiples disposiciones sobre prevención, protección y respuesta ante incendios en diversos entornos, incluyendo instalaciones industriales y portuarias. Esta norma abarca aspectos como el almacenamiento de materiales peligrosos, condiciones de ocupación, control de fuentes de ignición, inspecciones y cumplimiento. En el presente proyecto, se la utiliza como marco de referencia integral para asegurar que el diseño del sistema contra incendios responda a criterios técnicos, operativos y regulatorios de nivel internacional.
- NFPA 10: Esta norma de la National Fire Protection Association proporciona lineamientos técnicos para la selección, instalación y mantenimiento de extintores portátiles. En el presente proyecto, se la emplea como referencia para asegurar que los equipos de extinción estén correctamente ubicados, seleccionados según el tipo de riesgo y operativos en todo momento.
- NFPA 14: Establece los criterios técnicos para el diseño e instalación de sistemas de tuberías verticales y gabinetes de mangueras (standpipes). Su aplicación en este diseño garantiza que las redes internas cuenten con

la presión, cobertura y accesibilidad necesarias para atender emergencias en zonas amplias del puerto.

- NFPA 25: Define los procedimientos para la inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios ya instalados. Esta norma se incorpora como guía para establecer un programa de mantenimiento preventivo que asegure la operatividad continua del sistema.
- NFPA 72: Esta norma regula los sistemas de detección y alarma contra incendios. Establece los requisitos mínimos para la instalación, ubicación, funcionamiento y mantenimiento de sistemas de alarma, incluyendo detectores de humo, estaciones manuales, sirenas y paneles de control. En este proyecto, la NFPA 72 es la base normativa para asegurar que el sistema de alarma sea eficaz, cubra todas las áreas críticas del puerto y garantice una respuesta inmediata ante cualquier evento de incendio.
- NFPA 170: Esta norma establece los símbolos gráficos y señalética de seguridad contra incendios y evacuación. Se la utiliza en este proyecto para definir la señalización estandarizada de rutas de evacuación, ubicación de equipos y advertencias visuales, garantizando que las indicaciones sean comprensibles para todos los usuarios y cumplan estándares internacionales.
- NTP 599: Norma Técnica de Prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. Se utiliza como herramienta metodológica para evaluar cualitativamente el riesgo de incendio, considerando factores como la existencia de materiales combustibles, fuentes de ignición y las condiciones del entorno. En este proyecto, se aplica para estructurar un diagnóstico de riesgo que justifique la ubicación estratégica de los equipos de protección.
- Método MESERI: Este método simplificado de evaluación del riesgo de incendio combina factores agravantes y atenuantes en un esquema de puntuación que permite clasificar áreas según su nivel de exposición. Se

lo emplea como base técnica para priorizar zonas del puerto que requieren intervención inmediata dentro del diseño del sistema.

### **Código de Trabajo (Registro Oficial 167, 2005)**

- Artículo 410: Establece la obligación del empleador de proporcionar condiciones de seguridad e higiene adecuadas, así como la corresponsabilidad del trabajador en el cumplimiento de estas medidas. Este marco normativo justifica la implementación del sistema de protección como parte de la gestión integral de seguridad en el entorno laboral.

### **Ley de Defensa Contra Incendios**

- Artículo 114: Dispone que todos los edificios públicos y espacios de reunión deben contar con sistemas de detección, alarma y extinción de incendios, los cuales deben mantenerse operativos y revisarse periódicamente. Esta ley aplica directamente al caso del puerto, donde el flujo de personal y materiales representa un alto riesgo potencial.

### **Decreto Ejecutivo 2393**

- Artículo 160: Obliga a las empresas a formular y aplicar planes de evacuación, y a capacitar a su personal en procedimientos de emergencia.
- Artículo 161: Establece que, cuando las salidas normales no sean suficientes, se deben disponer rutas adicionales o sistemas alternativos de evacuación. Ambas disposiciones son clave para complementar el diseño técnico del sistema con acciones organizativas y de respuesta eficaz ante siniestros.

## **1.5 Hipótesis y Variables**

### **1.5.1 Hipótesis General**

El diseño de un sistema contra incendios para el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta, basado en criterios técnicos y normativos

pertinentes, contribuye a la reducción del riesgo de incendio y al fortalecimiento de las condiciones de seguridad operativa en dicha instalación portuaria.

### **1.5.2 Hipótesis Específicas**

- La implementación de un sistema de extinción fijo adecuado a la carga de fuego presente en las instalaciones reduce significativamente la probabilidad de propagación del incendio.
- La incorporación de rutas de evacuación debidamente señalizadas y accesibles mejora la seguridad del personal operativo ante un evento de incendio.
- La implementación de señalización visual y alarmas sonoras distribuidas estratégicamente en las instalaciones facilita la activación efectiva del plan de emergencia ante un incendio.

### **1.5.3 Identificación de las Variables**

- **Variable Independiente:**  
Diseño del sistema contra incendios
- **Variable Dependiente:**
- Cobertura del sistema de protección contra incendios  
(Evalúa si las áreas críticas del terminal están protegidas por el diseño propuesto)
- Accesibilidad a las rutas de evacuación  
(Mide la facilidad y condiciones físicas para evacuar en caso de incendio)
- Capacidad de alerta del sistema de detección  
(Valora si el sistema permite detectar e informar oportunamente sobre un conato de incendio)

### **1.5.4 Operacionalización de las Variables**

#### **1.5.4.1 Operacionalización de la Variable Independiente**

- **Variable Independiente:** Elementos de protección contra incendios

#### **Dimensiones:**

- Cantidad y tipo de extintores instalados

- Número y ubicación de hidrantes
- Señalización de rutas de evacuación y puntos de encuentro

**Indicadores:**

- Conformidad con NEC-HS-CI y NFPA 10 y 14
- Cobertura por zona de riesgo
- Visibilidad y accesibilidad de la señalética

**Instrumentos:**

- Planos técnicos del diseño
- Lista de verificación normativa
- Informe técnico de implementación

**1.5.4.2 Operacionalización de la Variable Dependiente**

- **Variable Dependiente:** Condiciones de seguridad ante incendios

**Dimensiones:**

- Tiempo de respuesta inicial
- Claridad en rutas de evacuación
- Organización en puntos de encuentro

**Indicadores:**

- Distancia promedio al extintor o hidrante más cercano
- Señalización correctamente identificada por el personal
- Resultados de simulacros o pruebas funcionales

**Instrumentos:**

- Revisión de cumplimiento normativo
- Observación técnica

## **1.6 Marco Metodológico**

### **1.6.1 Modalidad Básica de la Investigación**

El proyecto se desarrolló bajo una modalidad de investigación de campo con un enfoque cuantitativo. Fue una investigación de campo porque se basó en la recopilación de información directamente en el lugar de los hechos: el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta. Este contacto directo fue esencial para evaluar las condiciones reales de riesgo.

### **1.6.2 Enfoque**

Se adoptó un enfoque cuantitativo porque el estudio se centró en la recolección y análisis de datos numéricos y medibles. Se cuantificaron variables como la carga de fuego en MJ/m<sup>2</sup>, las distancias de recorrido hacia los equipos, el número de extintores y la superficie de las áreas. Este enfoque fue fundamental para realizar mediciones objetivas y replicables, lo cual es ideal para el diseño de un sistema de ingeniería.

### **1.6.3 Nivel de Investigación**

El nivel de la investigación fue descriptivo. El objetivo principal no fue explicar las causas de las deficiencias, sino puntualizar y describir las características y condiciones existentes en el terminal en materia de seguridad contra incendios. Se realizó un registro sistemático de la composición y naturaleza actual de los riesgos para fundamentar la propuesta.

El diseño fue no experimental y transeccional. Fue no experimental porque se analizaron las variables y los riesgos en su contexto natural, sin manipular deliberadamente ninguna condición. Se optó por un diseño transeccional o seccional, ya que los datos sobre las condiciones de seguridad, la infraestructura y los riesgos se recolectaron en un único momento específico para obtener una evaluación instantánea de la situación.

### **1.6.4 Población de Estudio**

La población de estudio estuvo conformada por la totalidad de las áreas funcionales que integran el Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de

Manta, incluyendo zonas operativas, administrativas, de almacenamiento y el muelle.

### **1.6.5 Tamaño de la Muestra**

Para este proyecto no se aplicó un muestreo estadístico. Se decidió analizar el universo completo (toda la población) porque el objetivo era diseñar un sistema integral de protección contra incendios que ofreciera cobertura a todas las instalaciones. El uso de una muestra habría sido inadecuado, ya que se habrían dejado áreas críticas sin evaluar, comprometiendo la integridad y eficacia del diseño final. Se trabajó con toda la población debido a que era factible y necesario para el alcance del proyecto.

### **1.6.6 Técnicas de recolección de datos**

Las técnicas empleadas se seleccionaron para obtener información veraz y precisa directamente desde la fuente primaria.

- **Técnicas:**

- **Observación Directa:** Fue la técnica principal y se aplicó de acuerdo con la primera fase del método científico, que es la observación del fenómeno. Se realizaron recorridos sistemáticos por todas las áreas del terminal para identificar visualmente los peligros, las fuentes de ignición, la acumulación de materiales combustibles y la ausencia de equipos de protección.
- **Revisión Documental:** Se analizó el plano general del terminal y se consultaron normativas técnicas nacionales e internacionales (NFPA, NEC), lo cual es una técnica fundamental para la recopilación de información de fuentes secundarias que sustentan el análisis.

- **Instrumentos:**

- **Lista de Verificación (Checklist):** Se diseñó una lista de verificación como instrumento principal. Esta ficha técnica se elaboró con base en los requisitos de las normas NFPA 10, 14, 72, 101 y la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-HS-CI). Este

instrumento permitió registrar de manera estandarizada y objetiva la conformidad o no conformidad de las instalaciones, garantizando la confiabilidad de los datos recolectados.

- **Cámara Fotográfica y Dispositivos de Medición:** Se utilizaron para documentar los hallazgos y registrar mediciones de distancias y áreas.

#### **1.6.7 Procesamiento de la Información**

La información recolectada a través de la observación y la lista de verificación fue organizada en cuadros y tablas descriptivas. Estos datos se contrastaron sistemáticamente con los requisitos establecidos en las normativas técnicas pertinentes. Este proceso analítico permitió identificar las brechas de seguridad y fundamentar cada uno de los componentes de la propuesta de mejora, desde la cantidad y ubicación de extintores hasta los requerimientos de la red de hidrantes.

## Capítulo 2

### 2 Diagnóstico o Estudio de Campo

El diagnóstico de la situación actual del Terminal Pesquero y de Cabotaje se ha estructurado en dos fases. Primero, se aplicó el Método Simplificado de Evaluación de Riesgo de Incendios (MESERI) para obtener una calificación global de la instalación. Segundo, se realizó un análisis detallado por zonas críticas mediante el cálculo de carga de fuego y los criterios de la Nota Técnica de Prevención (NTP) 599, para identificar las deficiencias específicas que deben ser atendidas.

#### Evaluación General de Riesgo (Método MESERI)

Se aplicó el método MESERI evaluando los factores agravantes (Factores "X") y los factores de protección existentes (Factores "Y") en toda la instalación.

#### Factores Agravantes (X)

La evaluación de las condiciones de construcción, situación, procesos y otros elementos que aumentan el riesgo arrojó los siguientes resultados:

**Tabla 1.** *Evaluación de riesgos de incendios*

EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIOS METODO SIMPLIFICADO DE EVALUACION DE RIESGO DE INCENDIOS (MESERI)	
Empresa:	AREA EVALUADA
Evaluado por: Galo Gabriel Alcívar Balla	TODA LA EMPRESA
Fecha: Manta 25/06/2025	

#### CONCEPTOS DE LOS FACTORES "X" EVALUADOS

FX 1 FACTOR CONSTRUCCION			
F.X.1.1. N° de pisos	Altura	PUNTUACIÓN	PUNTOS
1 o 2	menor de 6m	3	3
3,4, o 5	entre 6 y 15m	2	
6,7,8 o 9	entre 15 y 28m	1	
10 o más	más de 28m	0	
F.X.1.2. Superficie mayor sector incendios		PUNTUACIÓN	PUNTOS
de 0 a 500 m <sup>2</sup>		5	5

de 501 a 1500 m <sup>2</sup>		4	
de 1501 a 2500 m <sup>2</sup>		3	
de 2501 a 3500 m <sup>2</sup>		2	
de 3501 a 4500 m <sup>2</sup>		1	
más de 4500 m <sup>2</sup>		0	
<b>F.X.1.3. Resistencia al Fuego</b>		<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Resistente al fuego (hormigón)		10	10
No combustible (metálica)		5	
Combustible (madera)		0	
<b>F.X.1.4. Falsos Techos</b>		<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Sin falsos techos		5	5
Con falsos techos incombustibles		3	
Con falsos techos combustibles		0	
<b>F X 2. FACTORES DE SITUACIÓN</b>			
<b>F.X.2.1. Distancia de los Bomberos</b>		<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
menor de 5 km	5 min.	10	10
entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8	
entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6	
entre 15 y 25 km	15 y 25 min.	2	
más de 25 km	25 min.	0	
<b>F.X.2.2. Accesibilidad de edificios</b>		<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Buena		5	5
Media		3	
Mala		1	
Muy mala		0	
<b>F X 3. FACTOR PROCESOS/ACTIVIDAD</b>			
<b>F.X.3.1. Peligro de activación</b>		<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Bajo		10	5
Medio		5	
Alto		0	
<b>F.X.3.2. Carga Térmica</b>		<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Bajo		10	10
Medio		5	
Alto		0	
<b>F.X.3.3. Combustibilidad</b>		<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Bajo		5	5
Medio		3	
Alto		0	
<b>F.X.3.4. Orden y Limpieza</b>		<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Alto		10	10
Medio		5	
Bajo		0	

<b>F.X.3.5. Almacenamiento en Altura</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
menor de 2 m.	3	2
entre 2 y 4 m.	2	
más de 6 m.	0	
<b>F.X.4. FACTOR DE CONCENTRACIÓN DE VALOR</b>		
<b>F.X.4.1. Factor de concentración \$/m<sup>2</sup></b>	<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
menor de 500	3	2
entre 500 y 1500	2	
más de 1500	0	
<b>F.X.5. FACTOR DE DESTRUCTIBILIDAD</b>		
<b>F.X.5.1. Por calor</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Baja	10	0
Media	5	
Alta	0	
<b>F.X.5.2. Por humo</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Baja	10	0
Media	5	
Alta	0	
<b>F.X.5.3. Por corrosión</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Baja	10	5
Media	5	
Alta	0	
<b>F.X.5.4. Por Agua</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Baja	10	0
Media	5	
Alta	0	
<b>F.X.6. PROPAGABILIDAD</b>		
<b>F.X.6.1. Vertical</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Baja	5	5
Media	3	
Alta	0	
<b>F.X.6.2. Horizontal</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>
Baja	5	5
Media	3	
Alta	0	
<b>SUBTOTAL (FACTORES "X" EVALUADOS) = 65 PUNTOS</b>		

### **Factores de Protección (Y)**

La evaluación de los sistemas y la organización para la protección contra incendios existentes arrojó la siguiente puntuación:

**Tabla 2. Factores de protección**

<b>FACTORES DE PROTECCIÓN</b>					
<b>Conceptos de los Factores “Y” evaluados</b>					
<b>F.Y.1. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b>					
<b>CONCEPTO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>				<b>PUNTOS</b>
F.Y.1.1. Detección automática * Central Receptora de alarma	Con Vigilancia humana		Sin Vigilancia humana		0
	Con conexión a *CRA	Sin conexión a *CRA	Con conexión a *CRA	Sin conexión a *CRA	
	4	3	2	0	
<b>CONCEPTO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>				<b>PUNTOS</b>
F.Y.1.2. Rociadores automáticos * Central Receptora de alarma	Con Vigilancia humana		Sin Vigilancia humana		5
	Con conexión a *CRA	Sin conexión a *CRA	Con conexión a *CRA	Sin conexión a *CRA	
	8	7	6	5	
<b>CONCEPTO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>				<b>PUNTOS</b>
F.Y.1.3. Extintores portátiles	Con Vigilancia humana		Sin Vigilancia humana		2
	1		2		
<b>CONCEPTO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>				<b>PUNTOS</b>
F.Y.1.4. Bocas de incendio equipadas (BIE)	Con Vigilancia humana		Sin Vigilancia humana		4
	2		4		
<b>CONCEPTO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>				<b>PUNTOS</b>
F.Y.1.5. Hidratantes exteriores	Con Vigilancia humana		Sin Vigilancia humana		4
	2		4		
<b>F.Y.2. ORGANIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b>					
<b>CONCEPTO</b>			<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>PUNTOS</b>	
F.Y.2.1. Equipo de primera intervención (EPI)			2	2	
F.Y.2.2. Equipo de segunda intervención (ESI) brigadas			4	4	
<b>CONCEPTO</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>				<b>PUNTOS</b>
F.Y.2.3. Plan de emergencias	Con Vigilancia humana		Sin Vigilancia humana		4
	2		4		
<b>SUBTOTAL (FACTORES “Y” EVALUADOS) = 25 PUNTOS</b>					
<b>VALOR DE RIESGO, P. = (5/129*X) + (5/30*Y)</b> <b>VALOR DE RIESGO, P. = (5/129*65) +(5/30*25)</b> <b>VALOR DE RIESGO, P. = 6.7</b>					
<b>ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIOS</b>					
<b>VALORACIÓN DEL RIESGO</b>			<b>CALIFICACION DEL RIESGO</b>		
○ Inferior a 3			Muy malo		
○ De 3 a 5			Malo		
○ De 5 a 8			Bueno		
○ Mayor a 8			Muy bueno		

Fuente: Propia del autor

### **Cálculo del Nivel de Riesgo (Método MESERI)**

Este método evalúa el riesgo global de la instalación combinando los factores agravantes (X) y los factores de protección (Y).

#### **Datos de Partida:**

- Suma de Puntos de Factores Agravantes (X): **65 puntos**.
- Suma de Puntos de Factores de Protección (Y): **25 puntos**.

- **Fórmula Aplicada:**

$$R = \left( \frac{5}{129} \times X \right) + \left( \frac{5}{30} \times Y \right)$$

- **Desarrollo del Cálculo:**

- Componente de Riesgo (X):

$$\left( \frac{5}{129} \times 65 \right) = 0.0387 \times 65 = 2.52$$

- Componente de Protección (Y):

$$\left( \frac{5}{30} \times 25 \right) = 0.1667 \times 25 = 4.17$$

- Suma Total:

$$R = 2.52 + 4.17 = 6.7$$

**Resultado: R = 6.69** (redondeado a 6.7), calificado como "**Bueno**".

El diagnóstico se basa en los hallazgos y en la aplicación de la metodología de la Nota Técnica de Prevención (NTP) 599 para evaluar los riesgos en cada una de las zonas clave del terminal.

### **Análisis Detallado por Zonas Críticas (NTP 599 y Carga de Fuego)**

Aunque la calificación global es "Buena", este resultado promedio oculta deficiencias críticas en áreas específicas. A continuación, se detalla el riesgo por zonas, basado en el cálculo de carga de fuego y los criterios de la NTP 599

## Cálculo de Carga de Fuego

El cálculo de la carga de fuego es fundamental para determinar el nivel de riesgo y dimensionar los sistemas de protección. Se utiliza la siguiente fórmula, basada en la metodología de la NFPA y la NTP:

$$Carga\ de\ Fuego\ (MJ/m^2) = \frac{\sum(Masa\ de\ cada\ material\ combustible\ [kg] \times Poder\ calorífico\ del\ material\ [MJ/kg])}{Superficie\ del\ área\ [m^2]}$$

- **1. Edificio de Dirección de Operaciones y Seguridad**

### Datos de Partida:

- Masa combustible estimada (mobiliario, papel, electrónicos): 1,500 kg.
- Poder calorífico (PCI) promedio: 17 MJ/kg.
- Superficie del área: 150 m<sup>2</sup>.

### Cálculo:

$$Carga\ de\ Fuego = \frac{1,500\ kg \times 17\ MJ/kg}{150\ m^2} = \frac{25,500\ MJ}{150\ m^2}$$

**Resultado: 170 MJ/m<sup>2</sup>** (Riesgo Bajo a Moderado).

Esta es una estructura administrativa con una carga de fuego estimada de **170 MJ/m<sup>2</sup>**.

### Análisis de Riesgo (Basado en NTP 599):

- **Factores Constructivos:** Estructura de hormigón, lo que le confiere una alta resistencia al fuego. Sin embargo, no cuenta con sectorización de incendios ni rutas de evacuación debidamente señalizadas.
- **Factores de Proceso:** Riesgo de activación medio debido a la alta concentración de equipos electrónicos y cableado, que son fuentes potenciales de fuegos Clase C.

- **Medidas de Protección Existentes:** Presencia de algunos extintores, pero con deficiencias en señalización y sin un plan de mantenimiento verificado. Ausencia de alarmas audibles y visibles suficientes.

**Tabla 3. Diagnóstico del Edificio de Dirección de Operaciones y Seguridad**

<b>Criterio de Diagnóstico (NTP 599)</b>	<b>Hallazgo</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>
<b>Rutas de Evacuación</b>	No señalizadas, sin iluminación de emergencia.	<b>Alto</b>
<b>Señalización</b>	Deficiente, no cumple con NFPA 170.	<b>Alto</b>
<b>Detección y Alarma</b>	Ausente.	<b>Alto</b>
<b>Extinción Manual (Extintores)</b>	Insuficiente y mal señalizada.	<b>Medio</b>
<b>Extinción Fija (Hidrantes)</b>	Inexistente.	<b>Alto</b>

- **2. Torre de Control**

Es una instalación crítica para la supervisión portuaria, con una carga de fuego estimada de **170 MJ/m<sup>2</sup>**.

**Análisis de Riesgo (Basado en NTP 599):**

- **Factores Constructivos:** Estructura elevada con una única vía de escape, lo que complica la evacuación.
- **Factores de Proceso:** Alta concentración de equipos de comunicación y control, representando un riesgo significativo de fuego Clase C.

- **Medidas de Protección Existentes:** Cuenta con alarmas sonoras, pero la cobertura visual es limitada y el acceso a extintores en la parte superior es deficiente.

**Tabla 4. Diagnóstico de la Torre de Control**

<b>Criterio de Diagnóstico (NTP 599)</b>	<b>Hallazgo</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>
<b>Rutas de Evacuación</b>	Única ruta descendente, sin alternativas.	<b>Alto</b>
<b>Señalización</b>	Insuficiente.	<b>Medio</b>
<b>Detección y Alarma</b>	Alarmas sonoras funcionales, pero sin detectores de humo.	<b>Medio</b>
<b>Extinción Manual (Extintores)</b>	Acceso limitado y cantidad insuficiente.	<b>Alto</b>
<b>Extinción Fija (Hidrantes)</b>	Inexistente.	<b>Alto</b>

- **3. Bodega del Terminal Pesquero y de Cabotaje**

**Datos de Partida:**

- Masa combustible estimada (embalajes, plásticos, madera): 1,800 kg.
- Poder calorífico (PCI) promedio: 25 MJ/kg.
- Superficie del área: 100 m<sup>2</sup>.

**Cálculo:**

$$Carga\ de\ Fuego = \frac{1,800\ kg \times 25\ MJ/kg}{100\ m^2} = \frac{45,000\ MJ}{100\ m^2}$$

**Resultado: 450 MJ/m<sup>2</sup>** (Riesgo Moderado).

Esta área presenta un riesgo elevado por su función de almacenamiento, con una carga de fuego estimada de **450 MJ/m<sup>2</sup>**.

**Análisis de Riesgo (Basado en NTP 599):**

- **Factores Constructivos:** Espacio amplio sin sectorización contra incendios, lo que facilitaría una rápida propagación del fuego.
- **Factores de Proceso:** Almacenamiento de materiales diversos, incluyendo posibles productos combustibles, lo que eleva la carga de fuego y el riesgo de un incendio Clase A y B.
- **Medidas de Protección Existentes:** Distribución aleatoria de extintores sin un criterio técnico y ausencia total de hidrantes interiores o gabinetes.

**Tabla 5. Diagnóstico de Bodega del Terminal Pesquero y de Cabotaje**

<b>Criterio de Diagnóstico (NTP 599)</b>	<b>Hallazgo</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>
<b>Rutas de Evacuación</b>	Obstruidas por material almacenado, mal definidas.	<b>Alto</b>
<b>Señalización</b>	Inexistente.	<b>Alto</b>
<b>Detección y Alarma</b>	Inexistente.	<b>Alto</b>
<b>Extinción Manual (Extintores)</b>	Cantidad y ubicación inadecuadas para la carga de fuego.	<b>Alto</b>
<b>Extinción Fija (Hidrantes/Gabinetes)</b>	Inexistente.	<b>Alto</b>

- **4. Muelle (600 metros)**

**Datos de Partida:**

- Superficie total: 600 m de largo x 12 m de ancho = 7,200 m<sup>2</sup>.
- Densidad de carga combustible estimada (combustibles, redes, materiales varios): 2.5 kg/m<sup>2</sup>.
- Poder calorífico (PCI) promedio: 15 MJ/kg.

**Cálculo:**

$$\text{Carga de Fuego} = 2.5 \text{ kg/m}^2 \times 15 \text{ MJ/kg}$$

**Resultado: 37.5 MJ/m<sup>2</sup>** (Riesgo Bajo, pero con focos de riesgo alto por operación).

Es un espacio abierto con una carga de fuego baja (**37.5 MJ/m<sup>2</sup>**) pero con riesgos operativos significativos.

**Análisis de Riesgo (Basado en NTP 599):**

- **Factores Constructivos:** Estructura abierta y extendida, lo que dificulta la cobertura con sistemas fijos si no están bien distribuidos.
- **Factores de Proceso:** Actividades de avituallamiento (suministro de combustible), mantenimiento de embarcaciones y presencia de materiales inflamables, representando un riesgo constante de fuegos Clase B.
- **Medidas de Protección Existentes:** Ausencia total de un sistema hidráulico, extintores y señalización de seguridad, lo que lo convierte en una zona de alta vulnerabilidad.

**Tabla 6. Diagnóstico del Muelle**

<b>Criterio de Diagnóstico (NTP 599)</b>	<b>Hallazgo</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>
<b>Rutas de Evacuación</b>	No definidas.	<b>Alto</b>
<b>Señalización</b>	Inexistente.	<b>Alto</b>
<b>Detección y Alarma</b>	Inexistente.	<b>Alto</b>

---

<b>Extinción Manual (Extintores)</b>	Inexistente.	<b>Alto</b>
<b>Extinción Fija (Hidrantes)</b>	Inexistente.	<b>Alto</b>

---

## Capítulo 3

### 3 Propuesta de Mejora

Basado en el diagnóstico y en la evaluación de riesgo general con el **método MESERI**, que arrojó un valor de **R = 6.7 ("Bueno")**, se concluye que este resultado promedio oculta deficiencias críticas en áreas específicas. La propuesta busca elevar significativamente los factores de protección (Factores "Y" de MESERI) para mitigar los riesgos identificados.

#### 1. Sistema de Extintores Portátiles (NFPA 10)

Se instalarán extintores multipropósito de Polvo Químico Seco (PQS) tipo ABC para cubrir los riesgos de fuegos Clase A, B y C identificados en el terminal.

- **Ubicación y Montaje:**

- La altura de instalación no superará los 1.53 metros desde el suelo hasta la parte superior del extintor.
- La distancia mínima entre la base del extintor y el suelo será de 10 cm.
- La distancia máxima de recorrido para acceder a un extintor no excederá los 23 metros.

- **Distribución y Cantidad Total: 22 Unidades**

- **Edificio de Dirección de Operaciones (4 unidades):** Uno en cada acceso y uno por cada nivel, cerca de las escaleras.
- **Torre de Control (2 unidades):** Uno en la base y uno en el nivel superior de control.
- **Bodega del Terminal (6 unidades):** Distribuidos perimetralmente, cubriendo la distancia de recorrido máxima. Se incluye un extintor rodante de 50 kg de PQS tipo ABC por su alta carga de fuego.

- **Muelle (10 unidades):** Se instalarán 10 extintores de 9 kg (20 libras) tipo ABC, uno cada 60 metros a lo largo del muelle para una respuesta rápida en operaciones de avituallamiento.

## 2. Red de Hidrantes Exteriores y Gabinetes (NFPA 14)

Se diseñará una red hidráulica para abastecer hidrantes a lo largo del muelle y gabinetes en la bodega.

- **Red de Hidrantes Exteriores (Muelle):**

- **Cantidad:** Se instalarán **7 hidrantes exteriores Clase I** a lo largo de los 600 metros del muelle, con una separación máxima de **90 metros** entre ellos.
- **Tubería Principal:** Será de **acero al carbono ASTM A53 de 6" (150 mm) de diámetro**, con recubrimiento epóxico para resistir la corrosión marina. La red será anillada para garantizar el flujo desde dos direcciones.
- **Requerimientos Hidráulicos:**
  - Caudal mínimo por hidrante: **500 GPM (1,893 L/min)**.
  - Presión residual mínima en el punto más desfavorable: **100 psi**.
- **Sistema de Bombeo:** Se requiere una bomba principal eléctrica y una de respaldo diésel, con capacidad para suministrar un caudal total de 1000 GPM (para dos hidrantes operando simultáneamente) a una presión de 125 psi. Estará alimentada por una cisterna exclusiva para el sistema de 30,000 litros.

- **Gabinetes Contra Incendios (Bodega):**

- **Cantidad:** Se instalarán **2 gabinetes Clase II** equipados con manguera semirrígida de 30 metros y 1 ½" de diámetro.

- **Ubicación:** Uno en el acceso principal y otro en el extremo opuesto, garantizando que toda la superficie de la bodega pueda ser alcanzada por el chorro de agua.

### 3. Sistema de Detección y Alarma (NFPA 72)

Se implementará un sistema para garantizar una alerta temprana y efectiva.

- **Componentes y Ubicación:**

- **Estaciones Manuales de Alarma:** Se instalarán en todas las salidas de evacuación de los edificios (Dirección, Torre, Bodega) y cada **100 metros** a lo largo del muelle, a una altura de **1.2 metros**.
- **Detectores de Humo Fotoeléctricos:** Se colocarán en los techos de todas las áreas cerradas (oficinas, salas de control, áreas de descanso).
- **Alarmas Audiovisuales (Sirena con luz estroboscópica):**
  - **Nivel Sonoro:** Deberá superar en **15 dB** el ruido ambiental promedio.
  - **Luces Estroboscópicas:** Se instalarán a una altura de **2.1 a 2.4 metros** con una intensidad de **75 candelas**.
  - **Ubicación:** En todos los pasillos, áreas comunes, y cada **100 metros** en el muelle a través de torretas de alarma.
- **Panel de Control Central:** Estará ubicado en la Dirección de Operaciones, con supervisión 24/7 y respaldo de energía garantizado por 24 horas.

### 4. Señalética y Rutas de Evacuación (NFPA 101, 170 e ISO 7010)

Se diseñará un sistema visual coherente para guiar al personal a zonas seguras.

- **Rutas de Evacuación:**

- Se definirán y señalizarán **4 rutas principales** que conducirán a

**2 puntos de encuentro** seguros y designados, uno al sur del Edificio de Operaciones y otro en el extremo del muelle.

- Las rutas deben tener un ancho mínimo de **1.20 metros** y estar siempre libres de obstrucciones.

- **Señalización:**

- Se instalará un total de **32 señales de emergencia**.
- **Material:** Serán  **fotoluminiscentes** y resistentes al ambiente salino.
- **Ubicación:** Sobre cada extintor, gabinete, salida de emergencia y a lo largo de las rutas de evacuación a una altura de **2 a 2.2 metros**.
- **Simbología:** Se usarán los pictogramas estandarizados por **ISO 7010** para garantizar la comprensión universal.

**Tabla 7** *Tabla Resumen de la Propuesta*

<b>Sistema de Protección</b>	<b>Norma Principal</b>	<b>Cantidad de Equipos</b>	<b>Zonas de Aplicación</b>
<b>Extintores Portátiles</b>	NFPA 10	22 PQS ABC + 1 Rodante	Todas las áreas
<b>Hidrantes Exteriores</b>	NFPA 14	7 unidades Clase I	Brazo del Muelle (600 m)
<b>Gabinetes de Manguera</b>	NFPA 14	2 unidades Clase II	Bodega del Terminal
<b>Detección y Alarma</b>	NFPA 72	Panel Central + Detectores + Estaciones Manuales + Sirenas/Estrobos	Todas las áreas

---

<b>Señalética y Evacuación</b>	NFPA 101/170	32 señales + 4 Rutas + 2 Puntos de Encuentro	Todas las áreas
--------------------------------	-----------------	---	--------------------

---

Esta propuesta integral, al ser implementada, no solo corregirá las deficiencias críticas detectadas, sino que transformará al Terminal Pesquero y de Cabotaje en una instalación segura, resiliente y en cumplimiento con los más altos estándares de protección contra incendios.

## Conclusiones

El diagnóstico de la situación actual del Terminal Pesquero y de Cabotaje del Puerto de Manta reveló deficiencias críticas y un nivel de riesgo entre medio y alto en sus áreas operativas clave. Mediante el cálculo de la carga de fuego, se cuantificó el riesgo en zonas como la bodega (450 MJ/m<sup>2</sup>), el edificio de operaciones (170 MJ/m<sup>2</sup>) y el muelle (37.5 MJ/m<sup>2</sup>). Se constató la ausencia o insuficiencia de sistemas fundamentales como rutas de evacuación señalizadas, detección y alarma, extintores adecuados y una red de hidrantes, lo que expone a un peligro considerable al personal, la infraestructura y la continuidad operativa del terminal.

El análisis de la normativa técnica aplicable, tanto nacional como internacional, fue fundamental para establecer las bases del diseño propuesto. El estudio detallado de estándares como la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-HS-CI) y las normas de la NFPA (National Fire Protection Association), específicamente NFPA 10 para extintores, NFPA 14 para hidrantes y gabinetes, NFPA 72 para alarmas y NFPA 101 y 170 para evacuación y señalización, proporcionó los criterios técnicos y legales necesarios para la selección, ubicación e instalación de cada componente del sistema contra incendios, asegurando que la solución sea técnica y normativamente robusta.

Se identificaron como zonas críticas el Edificio de Dirección, la Torre de Control, la Bodega del Terminal y el Muelle de 600 metros, y se estableció una propuesta técnica integral para mitigar sus riesgos específicos. El diseño propuesto incluye la instalación de 22 extintores portátiles PQS ABC y un extintor rodante, una red de 7 hidrantes exteriores Clase I en el muelle, 2 gabinetes Clase II en la bodega, un sistema completo de detección y alarma con cobertura total, y la implementación de 32 señales de emergencia fotoluminiscentes para demarcar 4 rutas de evacuación principales y 2 puntos de encuentro seguros. Este diseño responde directamente a las falencias diagnosticadas y cumple con los estándares analizados.

## **Recomendaciones**

Se recomienda a la Autoridad Portuaria de Manta gestionar la implementación prioritaria y completa de la propuesta técnica de mejora descrita en este estudio. Dado el nivel de riesgo alto identificado en áreas críticas como la bodega y el muelle, la ejecución del diseño de los sistemas de extinción, detección, alarma y evacuación es una acción urgente y necesaria para salvaguardar la vida del personal, proteger la infraestructura y garantizar la continuidad operativa del terminal.

Es recomendable establecer un programa de gestión de la seguridad contra incendios que asegure la sostenibilidad del sistema a largo plazo. Este programa debe incluir la revisión periódica de la normativa nacional (NEC, reglamentos de bomberos) e internacional (NFPA) para adaptar el sistema a futuras actualizaciones y mantener su conformidad y eficacia a lo largo del tiempo, asegurando así una protección continua y actualizada.

Se debe diseñar e implementar un Plan de Mantenimiento, Inspección y Pruebas para todos los equipos instalados, basándose en los procedimientos establecidos en la norma NFPA 25. Así mismo, es fundamental desarrollar un programa de capacitación y simulacros periódicos dirigido a todo el personal del terminal. Esto garantizará no solo la operatividad y fiabilidad de los equipos, sino también que los trabajadores conozcan los protocolos de actuación, el uso correcto de los extintores y las rutas de evacuación para una respuesta organizada y eficaz ante una emergencia.

## Bibliografía

- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2001). INSST: <https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/17-serie-ntp-numeros-576-a-610-ano-2003/ntp-599-evaluacion-del-riesgos-de-incendio-criterios>
- ABQ Servicios Aduaneros. (s.f.). *Glosario de términos de operaciones portuarias*. <https://abqsa.com/glosario-terminos-operaciones-portuaria/>
- Amerex. (2025). *Extintor con ruedas de químico seco*. <https://espanol.pe.mcwane.com/groups/fire-suppression/amerex-fire/product/dry-chemical-wheeled-extinguisher/>
- Arroyo, S., & Vidal, A. (2022). *Diseño de un sistema contra incendios para mejorar la política pública*. Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/22624e2f-985a-4657-8307-970403dfb6e6>
- Autoridad Portuaria de Guayaquil. (2021). Puerto Marítimo. <https://www.apg.gob.ec>.
- Autoridad Portuaria de Manta. (2022). *Simulacro contra incendio y fuga de amoníaco en el Terminal Pesquero de Manta*. [puertodemanta.gob.ec](http://puertodemanta.gob.ec): <https://www.puertodemanta.gob.ec/simulacro-contra-incendio-y-fuga-de-amoniac-en-el-terminal-pesquero-de-manta/>
- Autoridad Portuaria de Vigo. (2015). Manual de operaciones y servicios portuarios: Nivel 1 y 2. <https://www.apvigo.es/ofertastrabajo/descargar/492/Nivel%2B1%2By%2B2%2BManual%2Boperaciones%2Bservicios%2Bportuarios.pdf>
- Bombas y Dragas El Canal. (2025). *Importancia del dragado de puertos para rutas de navegación seguras y eficientes*. <https://bombasydragaselcanal.com/importancia-del-dragado-de-puertos/>

- Bomberos Bogotá. (2022). *Inspección y mantenimiento de sistemas contra incendios*. <https://bomberosbogota.gov.co/>
- Cenática. (s.f.). *Abarloar. Diccionario náutico*. <https://www.cenautica.com/es/abarloar/diccionario-nautico/1>
- Coalición Internacional de Normas de Seguridad contra Incendios. (2020). *Normas Internacionales de Seguridad contra Incendios: Principios Comunes (IFSS-CP)*. [https://www.rics.org/content/dam/ricsglobal/documents/standards/IFSS-CP%201st%20edition\\_Spanish.pdf](https://www.rics.org/content/dam/ricsglobal/documents/standards/IFSS-CP%201st%20edition_Spanish.pdf)
- El Comercio. (2024). *Incendio consume el 60% del barco pesquero Jostin en el puerto de Manta*. [elcomercio.com: https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/incendio-consume-el-60-del-barco-pesquero-jostin-en-el-puerto-de-manta.html](https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/incendio-consume-el-60-del-barco-pesquero-jostin-en-el-puerto-de-manta.html)
- Firext. (2022). *Tipos de sistemas de protección contra incendios*. <https://www.firext.es/tipos-de-sistemas-de-proteccion-contra-incendios/>
- Gómez, R. (2021). *Sistemas de seguridad contra incendios*: <https://revistaseguridad360.com/destacados/sistemas-contra-incendios/>
- González, C., & Ramírez, D. (2020). *Sistemas de Protección Pasiva contra Incendios en la Industria*. *Revista de Ingeniería Industrial*: <https://revistaii.ug.edu.ec/proteccion-pasiva-incendios-2020/>
- Grupo Prointex. (2020). *Sistemas hidrantes en Madrid. Protección contra incendios en Madrid*: <https://www.grupopointex.com/sistemas-hidrantes-madrid/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN 2266: Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos*. <https://gptsachila.gob.ec/estudioambiental2/documentos/Biblioteca/Normativa%20Ambiental/NTE-INEN-2266-Transporte-almacenamiento-y-manejo-de-materiales-peligrosos.pdf>

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN-ISO 3864-1*.  
[https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2023/01/INEN\\_ISO\\_3864.pdf](https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2023/01/INEN_ISO_3864.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *NTE INEN-ISO 3864-1: Señales de seguridad y señales de salud en los lugares de trabajo. Principios de diseño generales*.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). *NTE INEN 0049: Accesibilidad de las personas al medio físico*.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2001). *NTP 599: Evaluación del riesgo de incendio: criterios*. INSST:  
<https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/17-serie-ntp-numeros-576-a-610-ano-2003/ntp-599-evaluacion-del-riesgos-de-incendio-criterios>.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2001). *NTP 223: Plan de evacuación: diseño e implantación*.  
[https://www.insst.es/documents/94886/96076/ntp\\_223.pdf](https://www.insst.es/documents/94886/96076/ntp_223.pdf)
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2022). Seguridad contra incendios: <https://www.insst.es/materias/riesgos/seguridad-en-el-trabajo/seguridad-contra-incendios>
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000: Risk management – Guidelines*. ISO.  
<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es>
- Ludus Global. (2023). *Cultura de prevención*.  
<https://www.ludusglobal.com/...prevencion>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2022). *Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC-HS-CI: Contra Incendios*. Quito: MIDUVI.  
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-HS-CI-Contra-Incendios.pdf>

- Ministerio de Trabajo. (2001). *NTP 223: Plan de evacuación: diseño e implantación*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. [https://www.insst.es/documents/94886/96076/ntp\\_223.pdf](https://www.insst.es/documents/94886/96076/ntp_223.pdf)
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2016). *Resolución MTOP-SPTM-2016-0060-R: Normas que regulan los servicios portuarios en el Ecuador*. obraspublicas.gob.ec: [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/02/LOTAIP\\_1\\_MTOP-SPTM-2016-0060-R\\_Normas\\_que\\_regulan\\_los\\_servicios\\_portuarios\\_en\\_el\\_ecuador\\_2016.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/02/LOTAIP_1_MTOP-SPTM-2016-0060-R_Normas_que_regulan_los_servicios_portuarios_en_el_ecuador_2016.pdf)
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2021). *Ley Orgánica de Navegación, Gestión de la Seguridad y Protección Marítima*. [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/08/LOTAIP\\_6\\_Ley-Organica-de-Navegacion-Gestion-Seguridad-y-Proteccion-Maritima-2021.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/08/LOTAIP_6_Ley-Organica-de-Navegacion-Gestion-Seguridad-y-Proteccion-Maritima-2021.pdf)
- Ministerio del Trabajo del Ecuador. (2017). *Manual de gestión de seguridad y salud en el trabajo*. <https://www.trabajo.gob.ec/manual-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>
- National Fire Protection Association . (2021). *NFPA 1: Fire Code*. <https://www.nfpa.org/product/nfpa-1-code/p0001code>
- National Fire Protection Association . (2021). *NFPA 170: Norma para la seguridad contra incendios y símbolos de emergencia*. <https://www.nfpa.org/product/nfpa-170-standard/p0170code>
- National Fire Protection Association. (2019). *NFPA 72: Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización*. NFPA: <https://www.nfpa.org/es/product/codigo-nfpa-72/p0072code/nfpa-72-codigo-nacional-de-alarmas-de-incendio-y-se-alizaci-n-2019/7219epdf>
- National Fire Protection Association. (2020). *NFPA 551, Guía para la evaluación de riesgos de incendio*. <https://www.nfpa.org/product/nfpa-551-standard/p0551code>

- National Fire Protection Association. (2021). *NFPA 101: Código de seguridad humana*. <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-101-standard-development/101>
- National Fire Protection Association. (2021). *NFPA 497*. <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-497-standard-development/497>
- National Fire Protection Association. (2021). *NFPA 921: Guide for Fire and Explosion Investigations*. NFPA: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=921>
- National Fire Protection Association. (2022). *NFPA 10: Norma para Extintores Portátiles contra Incendios*. Quincy, MA: NFPA. <https://link.nfpa.org/free-access/publications/10-es/2022>
- National Fire Protection Association. (2022). *NFPA 30: Código de líquidos inflamables y combustibles*. <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-30-standard-development/30>
- National Fire Protection Association. (2022). *Sprinkler System Inspections & Testing*. <https://www.nfpa.org/...sprinkler-system>
- National Fire Protection Association. (2024). *NFPA 14: Norma para la Instalación de Sistemas de Montantes y Mangueras*. Quincy, MA: NFPA. <https://link.nfpa.org/free-access/publications/14/2024>
- NFPA (National Fire Protection Association). (2021). *NFPA 557: Standard for Determination of Fire Load for Use in Structural Fire Protection Design*. NFPA: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=557>
- Organización Internacional de Protección Contra Incendios. (2020). *Manual técnico de agentes extintores y su aplicación industrial*. 2022
- Panduro Cachique, W. A. (2020). *Sistema contra incendio bajo la norma NFPA para incrementar la seguridad del personal en la Minera Las Bambas*,

Apurímac – 2020. Lima.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS\\_8ba11c542af213e586dcfdd497b15ea1/Details?utm\\_source=chatgpt.com](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS_8ba11c542af213e586dcfdd497b15ea1/Details?utm_source=chatgpt.com)

Pirani. (2020). *¿Qué es el mapa de riesgos y sus 3 distintos tipos?*  
<https://www.piranirisk.com/es/blog/tres-tipos-de-mapas-de-riesgo>

Prosertek. (2021). *¿Qué es una terminal portuaria?* <https://prosertek.com/>

Puerto de Ensenada. (s.f.). *Glosario de términos portuarios.*

Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios. (2019).  
Gob.ec: <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-11/REGLAMENTO%20DE%20PREVENCION%2C%20MITIGACION%20Y%20PROTECCI%C3%93N%20CONTRA%20INCENDIOS.pdf>

Revista Seguritecnia. (2021). *Visión descriptiva de los planes de contingencia.*  
<https://www.seguritecnia.es/...planes-de>

Rodríguez, M. (2024). *Factores que influyen en la percepción del riesgo en ambientes laborales.* *Inspenet.* <https://inspenet.com/articulo/percepcion-del-riesgo-ambientes-laborales/>

SENESCYT. (2021). *Normativa técnica.* <https://www.educacionsuperior.gob.ec/>

Vázquez, A. (2023). *Innovaciones tecnológicas en la protección contra incendios industriales.* <https://www.seguritecnia.es/tecnologia/proteccion-contraincendios-2023>.

Vizhco Vera, S. (2023). *Propuesta de diseño de un sistema contra incendios en una estación de bombeo para drenaje de aguas lluvias en el Cantón Naranja.* Guayaquil. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25155>

Woodbridge Fire District. (2020). *Seguridad del extintor de incendios:*  
<https://www.woodbridgefire.org/fire-extinguisher-safety?lang=es>

Zhunio Medina, J. C. (2024). *Diseño de un sistema contra incendios para la edificación de una institución financiera en la ciudad de Cuenca.* Cuenca.

[https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27379?utm\\_source=chatgpt.com](https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27379?utm_source=chatgpt.com)

## Anexos









