



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA



**EVALUACION DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN TEMPRANA
DE INCENDIO PARA UNA SALA ELÉCTRICA APLICANDO LA
NORMA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION**

TESIS

PRESENTADA POR:

JUAN CARLOS HERVAS MEDINA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

PUNO – PERÚ

2026



JUAN CARLOS HERVAS MEDINA

EVALUACION DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN TEMPRANA DE INCENDIO PARA UNA SALA ELÉCTRICA APLICANDO LA NOR...

My Files

My Files

Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::8254:544816371

Fecha de entrega

8 ene 2026, 11:54 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

8 ene 2026, 12:01 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

2026 TESIS_JUAN HERVAS.pdf

Tamaño del archivo

1.8 MB

139 páginas

25.011 palabras

147.802 caracteres





16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

ING. FELIPE CONDORI CHAMBILLA
MECANICO ELECTRICISTA
CIP. 102054

M.Sc. Felipe Condori Chambilla
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
EPIME





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
EVALUACION DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN TEMPRANA DE
INCENDIO PARA UNA SALA ELÉCTRICA APLICANDO LA NORMA
NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

TESIS PRESENTADA POR:


JUAN CARLOS HERVAS MEDINA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

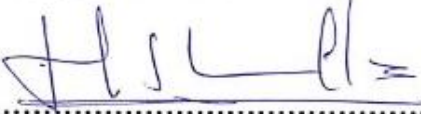
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:


PRESIDENTE:


.....
D.Sc. LEONIDAS VILCA CALLATA

PRIMER MIEMBRO:


.....
M.Sc. HENRY SHUTA LLOCLLA

SEGUNDO MIEMBRO:


.....
M.Sc. MARCÓS JOSE VILLANUEVA CORNEJO

ASESOR DE TESIS:


.....
M.Sc. FELIPE CONDORI CHAMBILLA



ÁREA: Ingeniería eléctrica

TEMA: Evaluación, Incendio, Norma

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 05 de enero de 2026



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a quienes nunca se rindieron, a los que siguieron adelante aun cuando el ruido era más fuerte que la razón y el camino parecía cuesta arriba.

A la música rock y metal, que fue refugio, energía y disciplina; la que enseñó que la constancia, la rebeldía con propósito y la pasión bien dirigida también construyen conocimiento.

Porque, así como un buen riff se sostiene en la técnica, este proyecto se sostiene en esfuerzo, perseverancia y en la convicción de no abandonar lo que se empieza.

Que este trabajo sea prueba de que la intensidad, cuando se canaliza, también deja huella.

Juan Carlos Hervás Medina



AGRADECIMIENTOS

A mis estimados padres, Ricardo e Isidora, quienes han sido mi principal fuente de inspiración para seguir adelante y alcanzar mis metas. Gracias por inculcarme valores fundamentales como la persistencia, la dignidad, asertividad y el respeto, que guían mi vida personal y profesional.

A mis hermanos: Led, por su perseverancia y devoción; Noelia, ejemplo de integridad; Erick, por su enseñanza y amistad; y Lorena, por su creatividad y entusiasmo. Asimismo, a Yariani por resiliencia y optimismo, mis sobrinos Yariangela, Conor, y Augusto, cuya alegría, curiosidad y asertividad son una constante motivación.

A mi alma mater, la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, y a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por la sólida formación académica y profesional brindada.

Finalmente, a todas las entidades y personas que, de manera directa o indirecta, hicieron posible la realización de la presente investigación.

Juan Carlos Hervas Medina



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	18
ABSTRACT.....	19
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.1.1. Problema general.....	21
1.1.2. Problemas específicos	21
1.1.3. Descripción Del Problema	21
1.1.4. Causas de Incendio en General:	26
1.1.5. Causas Frecuentes De Incendios En Salas Eléctricas	27
1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	30
1.2.1. Objetivo general	30
1.2.2. Objetivos específicos	30
1.3. JUSTIFICACIÓN	30
1.3.1. Justificación social	34
1.3.2. Justificación económica	34



1.3.3. Justificación Profesional y Normativa	34
1.3.4. Justificación tecnológica, académica y ambiental.....	36

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
2.2. BASES TEÓRICAS	40
2.2.1. Etapas de Fuego para Detectar Humo	40
2.2.1.1. Primera Etapa: Incipiente	41
2.2.1.2. Segunda Etapa: Humo	41
2.2.1.3. Tercera Etapa: Fuego con Flama.....	41
2.2.1.4. Cuarta Etapa: Alta Temperatura o Calor Intenso.....	41
2.2.2. Sistemas de Detección de Incendio	42
2.2.2.1. La Función Principal de un Sistema de Detección.....	42
2.2.2.2. Componentes del Sistema de Detección	42
2.2.2.3. Funcionamiento de un Detector de Humo	45
2.2.2.3.1. Los Indicadores o Notificación	47
2.2.2.3.2. Las Fuentes de Alimentación	48
2.2.3. Tecnologías para la Detección de Incendio	48
2.2.3.1. Detección Puntual (Fotoeléctrico).....	49
2.2.3.2. Detector Beam.....	49
2.2.3.3. Detección por Aspiración.....	50
2.2.4. Sistema de Detección de Incendio en la Etapa Latente o Incipiente.....	51
2.2.4.1. Las partículas Aéreas y su Clasificación.....	52
2.2.4.2. Sistema de Aspiración.....	53



2.2.4.3. Características del Sistema de Detección Temprana de Incendio	56
.....	56
2.2.4.3.1. Nivel de oscurecimiento.....	56
2.2.4.3.2.Sensibilidad.....	57
2.2.4.3.3. Umbral.....	57
2.2.5. Detección de Humo por Aspiración VESDA.....	60
2.2.5.1. VESDA (Very Early Smoke Detection Apparatus – Aparato Para Deteccion de Humo Muy Temprana).....	60
2.2.5.2. Xtralis.....	61
2.2.6. Componentes del Sistema de Detección Temprana de Incendio	61
2.2.6.1. Sistema de tuberías.....	61
2.2.6.2. Línea de tuberías	61
2.2.6.3. Uniones, acoples y juntas de expansión.....	62
2.2.6.4. Tubos Curvados y Acodamientos	63
2.2.6.5. Piezas en T	63
2.2.6.6. Conectores de Reducción.....	64
2.2.6.7. Adaptadores de Tuberías.....	64
2.2.6.8. Tapa para Extremo	65
2.2.6.9. Tubos Capilares y Tuberías de Bajada.....	65
2.2.6.10. Puntos de muestreo en miniatura	66
2.2.6.11. Accesorios de Montaje.....	67
2.2.6.12. Cemento solvente.....	68
2.2.6.13. Etiquetas.....	68
2.2.7. Aspire.....	70
2.2.8. Otras características del Sistema de Aspiración. -	70



2.2.9. Normativa Nacional e Internacional	71
2.2.10. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú	71
2.2.11. Norma: National Fire Protection Association (Asociación Nacional De Protección Contra El Fuego) (NFPA).....	72
2.2.11.1. NFPA 72- Edición 2022 – Código Nacional de Alarmas de Incendio.....	72
2.2.11.2. NFPA 75 - Norma Para La Proteccion Contra Incendios de Equipos de Tecnología de la Información - Edición 2020.....	75
2.2.11.3. NFPA 76 – Norma para la Protección Contra Incendios de Instalaciones de Telecomunicaciones - Edición 2020.....	77
2.2.12. La Normativa NFPA e Información del Fabricante	80
2.2.13. Recomendaciones del Fabricante	81
2.2.13.1. Resumen de los requisitos mínimos de la norma NFPA 76 para detección de incendios y humo en áreas con equipos de telecomunicaciones.	81
2.2.13.2. Diseño con la NFPA Requisitos y limitaciones del sistema de Aspiración.	82

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES.....	87
3.1.1. Normativas Técnicas: NFPA 72, NFPA 75, NFPA 76, Entre Otras Relacionadas	87
3.1.1.1. NFPA 72 Norma para Sistemas de Alarma y Señalización Contra Incendios.	87



3.1.1.2. NFPA 75 Norma para la Protección Contra Incendios de Equipos de Procesamiento de Información.....	87
3.1.1.3. NFPA 76 Norma para instalaciones de telecomunicaciones.....	87
3.1.2. Instrumentos de Análisis Documental: Guías de Producto, Fichas Técnicas, Manuales y Documentos del Fabricante	88
3.1.2.1. Guía de Observación Técnica	88
3.1.2.2. Lista de Verificación Basada en NFPA 72, NFPA 75 y NFPA 76	89
3.1.3. Encuestas a expertos o personal técnico con experiencia en detección de incendios	90
3.2. METODOLOGÍA	90
3.2.1. Diseño de la investigación	91
3.2.2. Tipo de investigación	91
3.2.3. Enfoque de la investigación	92
3.2.4. Método de investigación	93
3.2.5. La ubicación geográfica del estudio.....	97
3.2.6. Periodo de duración del estudio	98
3.2.7. Procedencia del material utilizado	98
3.2.8. Población.....	98
3.2.9. Muestra.....	99
3.2.10. Procedimiento de la investigación	99
3.2.10.1. Recopilación Bibliográfica Y Normativa.....	99
3.2.10.2. Análisis Normativo y Técnico	100
3.2.10.3. Modelado Teórico Del Sistema.....	100
3.2.10.4. Simulación y Análisis	100



3.2.10.5. Resultados del Software	101
3.2.11. Variables e indicadores	101
3.2.11.1. Variable independiente.....	101
3.2.11.2. Variable dependiente.....	101
3.2.11.3. Indicadores de cumplimiento	101
3.2.12. Análisis de los resultados	102
3.2.12.1. Análisis de resultados de los Indicadores.....	103
3.2.12.2. Análisis de resultados de los Instrumentos	104
3.2.13. Procedimiento para realizar el diseño del sistema de detección temprana de incendio	105
3.2.14. Desarrollo de los requisitos para el diseño del sistema.....	105
3.2.15. Establecimiento de los criterios evaluación del sistema	121

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DISCUSIÓN.....	126
V. CONCLUSIONES.....	128
VI. RECOMENDACIONES.....	132
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
ANEXOS.....	139



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Estadística de Emergencias Atendidas – Lima, Callao e Ica (2024)	24
Tabla 2 Emergencias atendidas a nivel nacional – 2024	25
Tabla 3 Cuadro Estadístico Nacional de Incendios desde el 2020 al 2024	25
Tabla 4 Tamaño de partículas detectables por el sistema	52
Tabla 5 Niveles de Alarma en Sistemas VESDA y su Aplicación	58
Tabla 6 Clasificación por Niveles de Obscurecimiento (Obs/m)	60
Tabla 7 Resumen de requisitos NFPA 76 para detección en telecomunicaciones. ...	82
Tabla 8 Parámetro para Diseño de la red de tuberías de muestreo	83
Tabla 9 Número y tamaño de orificios de tuberías ramificadas	84
Tabla 10 Detección Sujeta a Diferentes Aplicaciones	85
Tabla 11 Parámetros de Detectores VESDA	86
Tabla 12 Guía de Observación Técnica	89
Tabla 13 Lista de Verificación Basada en NFPA 72, 75 y 76	90
Tabla 14 Matriz de Consistencia:	97
Tabla 15 Indicador: Nivel de Cumplimiento de los Requisitos NFPA.....	102
Tabla 16 Indicador: Tiempo de Respuesta del Sistema de Detección Temprana.....	102
Tabla 17 Clasificación por sensibilidad del sistema de detección	119
Tabla 18 Verificación de Parámetros del Sistema de Detección	120
Tabla 19 Parámetros técnicos evaluados y valores obtenidos por ASPIRE	120



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Tendencia Anual de Incendios a Nivel Nacional	26
Figura 2 Etapas del fuego en un incendio	40
Figura 3 Principales componentes y funciones de un sistema de alarmas de incendio	44
Figura 4 Dispositivos de Inicio	45
Figura 5 Funcionamiento Normal de un Detector de Humo.....	45
Figura 6 Ingreso de humo en la cámara óptica del detector de humo.....	46
Figura 7 Dispersión de la luz infrarroja	46
Figura 8 Emisión de Alarma Audible y Sonora.....	47
Figura 9 Componentes del sistema de Notificación	48
Figura 10 Fuentes de Alimentación	48
Figura 11 Sistemas de aspiración de humo con otras tecnologías	51
Figura 12 Clasificación de las Partículas	53
Figura 13 Partes del Detector de Aspiración	55
Figura 14 Funcionamiento del sistema de aspiración	56
Figura 15 Sistema de muestreo de aire mediante tuberías	61
Figura 16 Sección de una tubería VESDA	62
Figura 17 Uniones, acoples y juntas de expansión	62
Figura 18 Tubos Curvados y Acodamientos.....	63
Figura 19 Piezas en T.....	63
Figura 20 Conectores de Reducción	64
Figura 21 Adaptador de tuberías.....	64
Figura 22 Tapa para Extremo	65



Figura 23	Tuberías de Bajada Capilares	66
Figura 24	Tubos Capilares	66
Figura 25	Punto de muestreo cónico.....	67
Figura 26	Punto de muestreo a nivel.....	67
Figura 27	Accesorios de montaje de tuberías	67
Figura 28	Cemento solvente	68
Figura 29	Etiqueta para puntos de muestreo en miniatura.....	68
Figura 30	Calcomanía para punto de muestreo.....	69
Figura 31	Etiqueta para tuberías	69
Figura 32	Etiqueta de punto de prueba	70
Figura 33	Sistema de tuberías ramificadas	85
Figura 34	Ubicación geográfica del lugar de estudio	98
Figura 35	Detector VLF-250 Discontinuado por fabrica (Evidencia 1).....	115
Figura 36	Detector VLF-250 Discontinuado por fabrica (Evidencia 2).....	116
Figura 37	Detector VLF-250 Discontinuado por fabrica (Evidencia 3).....	117
Figura 38	Trazado de la red de tuberías.....	118
Figura 39	Software para diseño de redes De muestreo de aire	121



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Planos: vista de planta, cortes e isométrico	139
Anexo 2 Reporte del software	139
Anexo 3 Memoria descriptiva, presupuesto, especificaciones técnicas y cronograma.	139
Anexo 4 Encuesta: sistema de detección temprana de incendio.	139
Anexo 5 Errores en diseño e instalación de sistemas de detección y alarma de incendio en general.	139
Anexo 6 Tablas y resultados.	139
Anexo 7 Fotografías.	139
Anexo 8 Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación.....	139
Anexo 9 Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	139



ACRÓNIMOS

APC:	American Power Conversion
COEN:	Centro de Operaciones de Emergencia Nacional
CPBV:	Cuerpo General de Bomberos Voluntarios
C-PVC:	Polyvinyl chloride
ESAN:	Escuela de Administración de Negocios para Graduados
EWFD:	Early Warning Fire Detection
FACU:	Fire Alarm Control Unit
FO:	Fibra Optica
IDC:	Initiating device circuits
LED:	Light Emitting Diode
NAC:	Notification appliance circuits
NFPA:	National Fire Protection Association
SLC:	Signaling line circuits
SMCV:	Sociedad Minera Cerro Verde
VESDA:	Very Early Smoke Detection Apparatus
VEWFD:	Very Early Warning Fire Detection



RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo general evaluar el diseño de un sistema de detección temprana de incendios aplicando la normativa NFPA, y como objetivos específicos: determinar los parámetros mínimos de cumplimiento, seleccionar el sistema más eficiente y seguro, y analizar los requerimientos técnicos de diseño en salas eléctricas. Se identificó la limitada aplicación de normas internacionales y las causas frecuentes de incendios, justificando la necesidad de realizar un diseño confiable para proteger vidas y bienes. Se revisaron las etapas de evolución del fuego, los sistemas de detección (puntual, beam y aspiración), sus componentes y las normas NFPA 72, 75 y 76, junto con la información técnica del fabricante Vesda. Se aplicó un diseño no experimental, descriptivo y cualitativo, basado en análisis documental, revisión normativa, guías de observación, listas de verificación NFPA y simulaciones en software especializado Aspire, siguiendo la matriz de consistencia, variables e indicadores. Los resultados evidencian que la aplicación de la NFPA 72 y normas complementarias establece parámetros claros de diseño, ubicación de detectores y métodos de alerta temprana, garantizando eficiencia y seguridad. Los sistemas VESDA demostraron ser los más adecuados por su alta sensibilidad, rápida respuesta y monitoreo continuo, y los parámetros se validaron mediante simulaciones. Estos hallazgos confirman que un diseño normativo riguroso asegura un sistema de detección confiable y eficiente, reforzando la protección de personas y equipos, destacando la importancia de cumplir con las normas internacionales en proyectos locales.

Palabras Clave: Detección, Fuego, Incendio, riesgo, sala eléctrica.



ABSTRACT

The study's general objective was to evaluate the design of an early fire detection system applying NFPA standards. Specific objectives included determining the minimum compliance parameters, selecting the most efficient and safe system, and analyzing the technical design requirements for electrical rooms. The study identified the limited application of international standards and the frequent causes of fires, justifying the need for a reliable design to protect lives and property. The stages of fire development, detection systems (point, beam, and aspirating), their components, and NFPA standards 72, 75, and 76 were reviewed, along with technical information from the manufacturer, Vesda. A non-experimental, descriptive, and qualitative design was applied, based on document analysis, a review of regulations, observation guides, NFPA checklists, and simulations using the specialized software Aspire, following a consistency matrix of variables and indicators. The results demonstrate that applying NFPA 72 and complementary standards establishes clear design parameters, detector placement, and early warning methods, ensuring efficiency and safety. VESDA systems proved to be the most suitable due to their high sensitivity, rapid response, and continuous monitoring, and the parameters were validated through simulations. These findings confirm that a rigorous regulatory design ensures a reliable and efficient detection system, reinforcing the protection of people and equipment, and highlighting the importance of complying with international standards in local projects.

Keywords: Fire, detection, blaze, electrical room, risk.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El proyecto evalúa el diseño de un sistema de detección temprana de incendio para proteger una sala eléctrica, por lo tanto, se revisará el diseño propuesto. Este sistema mediante el uso de sus componentes detectará automáticamente la fase inicial del incendio. El sistema estará compuesto por un detector de muestreo, una red de tuberías y accesorios. El objetivo de un sistema contra incendio es proteger vidas humanas, equipos y la edificación en general, cumpliendo con las normativas de seguridad establecidas por la NFPA.

El proyecto busca que los sistemas funcionen correctamente y así prevenir incendios en salas eléctricas, mediante el uso de un sistema de detección temprana, no solo en salas eléctricas, muchos edificios en Perú no cuentan con medidas de seguridad, adecuadas para proteger a las personas en caso de una emergencia de incendio. El sistema propuesto, se diseñó considerando la normativa, la arquitectura de la sala eléctrica, para tener una respuesta rápida y eficiente ante un incendio, evitando pérdidas humanas y materiales.

Es fundamental cumplir con la normativa además de información técnica proporcionada por el fabricante, esto se aplicará en el diseño de estos sistemas de protección de incendio, reduciendo así el riesgo de pérdidas.

Es fundamental seguir las recomendaciones del fabricante y experiencia del especialista y personal técnico para instalar sistemas de protección contra incendios en diferentes tipos de edificaciones y garantizar la seguridad de los ocupantes.



Tanto el personal de ingeniería y el personal técnico deberán estar en constante capacitación, para tener en cuenta las actualizaciones de la normativa o la vigencia de los equipos que intervienen en el proyecto.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Problema general

¿Como evaluar el diseño de un sistema de detección temprana de incendio aplicando la norma National Fire Protection Association?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Qué parámetros se deberá de tener en cuenta para realizar el diseño de sistemas de detección temprana de incendio en salas eléctricas?
- ¿Qué sistema de detección de incendio será el apropiado para proteger una sala eléctrica?
- ¿Como diseñar un sistema de detección temprana de incendio para una sala eléctrica?

1.1.3. Descripción Del Problema

En salas eléctricas, salas de control o centros de datos, los riesgos de incendio representan una amenaza constante, debido a conexiones mal ajustadas, equipos o materiales sin certificación, fallas de aislamiento, mantenimiento negligente e inadecuado dimensionamiento de los sistemas, etc. La presencia de materiales inflamables y fuentes de ignición, puede provocar incendios de rápida propagación y difícil detección en sus fases iniciales.



A pesar de la existencia de normas internacionales como la NFPA 72, que establece los criterios para la detección y alarma de incendios, muchas instalaciones eléctricas no cuentan con un sistema adecuado para la detección temprana del incendio. Esto puede generar pérdidas económicas, interrupciones operativas e incluso riesgos para el personal técnico.

El desconocimiento, la subvaloración del riesgo o la ausencia de aplicación de normativas específicas son factores que limitan la prevención eficaz. Por ello, se hace necesario evaluar, desde un enfoque técnico y normativo, cómo debería diseñarse un sistema de detección temprana de incendios adaptado a este tipo de ambientes.

Existe cierto desconocimiento en la información implantada en nuestro país y estas normas no se tienen en cuenta a la hora de diseñar los sistemas de detección de incendios. La documentación utilizada para ejecutar estos proyectos con deficiencia técnica, no contiene información suficiente para brindar soporte técnico, en algunos casos difícil de entender para el lector, o en muchos casos carece de la información necesaria para proteger la vida humana, protección de propiedades y equipos almacenados en las salas eléctricas, por lo tanto, este documento establece claramente los procedimientos para lograr una comprensión total que garantice la aplicación rápida y oportuna del diseño de sistemas de detección temprana de incendios en caso de una emergencia.

En el Anexo 5, se evidencia Errores en diseño e instalación de sistemas de detección y alarma de incendio en general.

- Casos y Frecuencia de Ocurrencia del Problema a nivel Internacional
EE.UU. Incendio en sala eléctrica de centro médico en California el 2019:



En un Hospital privado de California con fecha: 2019, la Causa del incendio fue Cortocircuito en tablero eléctrico, causando pérdidas materiales, la acción rápida de los bomberos evitó víctimas fatales.

Nota: <https://www.firehouse.com/safety-health/news/21067369/fire-in-electrical-room-forces-evacuation-of-california-hospital>

Brasil: Incendio en Data Center de PRODAM (São Paulo, 2015)

Un data Center ubicado en São Paulo con fecha: 2015, fue perjudicado por un evento de incendio, la causa fue una falla eléctrica en el sistema de alimentación de respaldo (UPS). Las consecuencias fueron la Caída de sistemas de tránsito y servicios públicos municipales. El Impacto fue la suspensión de múltiples servicios digitales de la ciudad, sin heridos.

Nota: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/08/1669547-incendio-em-data-center-da-prefeitura-de-sp-prejudica-servicos.shtml>

- Casos de incendios urbanos, comerciales e industriales a nivel nacional

Lima: La Informalidad y la falta de fiscalización en las edificaciones comerciales, causó que los incendios se incrementen en un 30%:

Hay un aumento notable en los incendios, lo que ha llevado a alertar sobre la necesidad de mejorar la prevención, especialmente en viviendas y establecimientos comerciales. Según el comandante Morales Carpio, la responsabilidad de las inspecciones recae en los municipios, que deben implementar fiscalizaciones adecuadas. La Gerencia de Gestión de Riesgos y Desastres de cada municipalidad es la encargada de las inspecciones técnicas de seguridad en edificaciones (ITSE).



Morales Carpio destaca que no ha habido coordinación con la Municipalidad de Lima en temas de prevención, aunque espera que eso cambie con la nueva gestión. Los distritos con mayor incidencia de incendios son Ate, Villa María del Triunfo y San Juan de Lurigancho. Las inspecciones deben ajustarse al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), que establece mínimos requisitos de calidad, pero son considerados poco exigentes. Las mejoras de seguridad contra incendio, han sido impulsadas más por el sector privado, resaltando la necesidad de un enfoque más riguroso del sector público en la gestión de riesgos y la prevención de incendios.

Nota: <https://larepublica.pe/sociedad/2024/02/01/informalidad-y-falta-de-fiscalizacion-incendios-se-dispararon-casi-un-30-en-lima-metropolitana-cuerpo-general-de-bomberos-63414>

En algunos casos son edificios, industrias, todos estos eventos de incendio se hubiesen podido controlar desde el inicio si se tuviesen un sistema detección de incendios o si el personal estaría capacitado para el uso de extintores para combatir el incendio. Según estadísticas del Cuerpo de Bomberos, desde enero de se han suscitado 6,394 eventos de incendios en la región de Lima y a nivel nacional 10,918 incendios. Estadísticas procesadas el 22/12/2024 a las 18:15 al 100%.

Tabla 1

Estadística de Emergencias Atendidas – Lima, Callao e Ica (2024)

Nota: La presente tabla se presenta en el Anexo 06, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: https://www.bomberosperu.gob.pe/net_np_estadisticas.asp?Nivel=Nac&Tipo=TipoEmer

Tabla 2

Emergencias atendidas a nivel nacional – 2024

Nota: La presente tabla se presenta en el Anexo 06, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: https://www.bomberosperu.gob.pe/net_np_estadisticas.asp?Nivel=Nac&Tipo=TipoEmer

Estadísticas procesadas el 22/12/2024 a las 18:15 al 100%

- Estadísticas Nacionales de Incendios Comprendidos desde el 2020 al 2024.

Tabla 3

Cuadro Estadístico Nacional de Incendios desde el 2020 al 2024

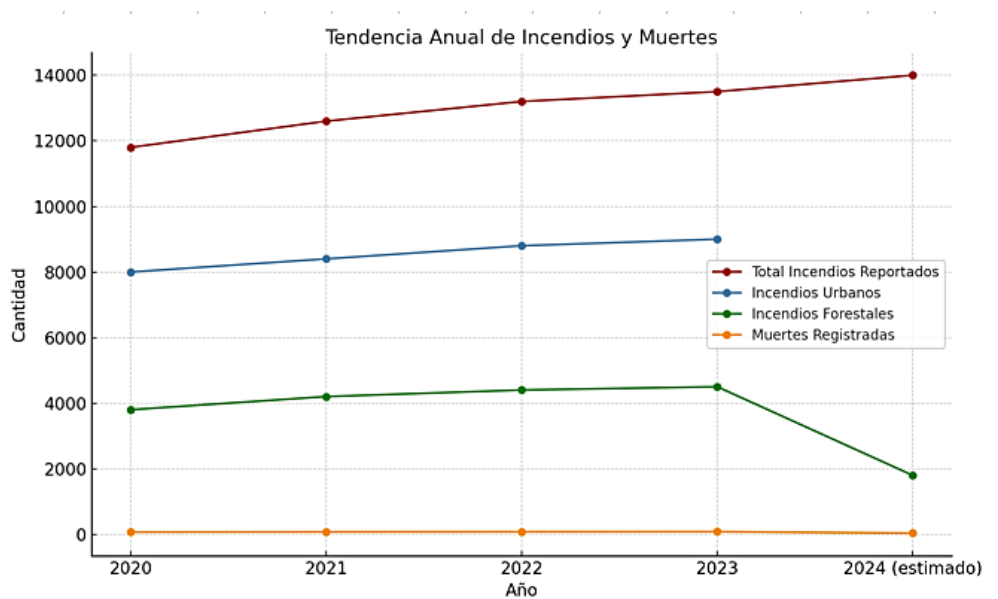
Año	Total, de Incendios Reportados	Incendios Urbanos	Incendios Forestales	Muertes Registradas
2020	11,800	8,000	3,800	68
2021	12,600	8,400	4,200	74
2022	13,200	8,800	4,400	78
2023	13,500+	9,000	4,500	80
2024 (estimado)	14,000	No disponible	1,798	35

Nota: Elaboración propia, se usó la información oficial del CGBP desde el 2020 - 2024

- Para el año 2024, las cifras son estimadas o parciales debido a que la página oficial del Cuerpo General de Bomberos del Perú no actualiza la información completa, especialmente la categoría de Incendios Urbanos.
- Los valores se basan en registros disponibles hasta la fecha y pueden variar conforme se actualicen las fuentes oficiales.

Figura 1

Tendencia Anual de Incendios a Nivel Nacional



Nota 2020: <https://andina.pe/agencia/noticia-mas-11800-incendios-fueron-atendidos-por-bomberos-en-2020-831411.aspx>

Nota 2021: <https://elperuano.pe/noticia/112281-bomberos-atendieron-mas-de-12-mil-incendios-en-2021>

Nota 2022: <https://diariocorreo.pe/peru/incendios-en-peru-mas-de-13-mil-casos-en-2022-segun-cgbvp-noticia/>

Nota 2023: <https://larepublica.pe/sociedad/2024/02/01/incendios-en-peru-30-por-ciento-mas-cgbvp/>

Nota 2024: <https://rpp.pe/peru/actualidad/2024-el-ano-en-que-se-incrementaron-los-incendios-forestales-en-el-peru-noticia-1606773>

1.1.4. Causas de Incendio en General:

- Causa 1: Sobrecargas eléctricas.

Según SafetyCulture (2023), las sobrecargas son una de las principales causas de incendios eléctricos.

- Causa 2: Instalaciones eléctricas defectuosas.

Nix Patterson (2023) menciona que el cableado en mal estado o mal instalado incrementa el riesgo de incendio.

- Causa 3: Manipulación de artefactos eléctricos en mal estado.

Control Tech (2023) indica que los tomacorrientes y equipos viejos generan cortocircuitos que pueden producir incendios.



- Causa 4: Uso de velas o fuego abierto cerca de materiales inflamables.
Quick Electricity (2023) señala que el uso descuidado de calefactores y llamas expuestas en lugares sensibles puede causar incendios.
- Causa 5: Quema incontrolada de pastizales.
La Agencia Andina (2024) reporta incendios forestales provocados por la quema irresponsable de pastizales en zonas rurales.
- Causa 6: Negligencia de la autoridad competente.
La CNDH (2009) documentó el caso de la Guardería ABC en México, donde la falta de supervisión y permisos adecuados derivó en un incendio con consecuencias fatales.

Notas:

SafetyCulture. (2023). Incendios eléctricos: causas comunes y prevención. SafetyCulture.

<https://safetyculture.com/es/temas/riesgos-electricos-y-seguridad-electrica/incendios-electricos/>

Nix Patterson. (2023). Responsabilidad de las instalaciones por incendio. Nix Patterson LLP.

<https://nixlaw.com/es/areas-de-practica/abogados-de-responsabilidad-de-locales/tipos-de-responsabilidad-de-locales/responsabilidad-de-las-instalaciones-por-incendio/>

Control Tech. (2023). Causas de incendios eléctricos. Control Tech.

<https://www.controltech.com.pe/incendios/causas-incendios-electricos/>

Quick Electricity. (2023). Causas comunes de incendios eléctricos y prevención. Quick Electricity.

<https://quickelectricity.com/es/incendios-electricos-causas-comunes-y-prevencion/>

Agencia Peruana de Noticias Andina. (2024, septiembre 10). Quema irresponsable de pastizales generó dos nuevos incendios forestales en Ayacucho. Andina. <https://andina.pe/agencia/noticia-quema-irresponsable-pastizales-genero-dos-nuevos-incendios-forestales-ayacucho-952603.aspx>

El País. (2024, septiembre 17). La propagación de incendios forestales en Perú deja 15 muertos y miles de hectáreas arrasadas. El País. <https://elpais.com/america/2024-09-17/la-propagacion-de-incendios-forestales-en-peru-deja-15-muertos-y-miles-de-hectareas-arrasadas.html>

Comisión Nacional de los Derechos Humanos [CNDH]. (2009). Informe sobre el caso Guardería ABC.

CNDH México. https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2023-05/FRN_JUN_05-1.pdf.

1.1.5. Causas Frecuentes De Incendios En Salas Eléctricas (Según NFPA)



Causas Principales de Incendios en Salas Eléctricas

- Causa 1: Conexiones flojas o mal ajustadas.

La NFPA (2023) señala que las conexiones deficientes generan sobrecalentamientos que pueden iniciar un incendio.

- Causa 2: Equipos o materiales sin certificación.

UL Standards (2023) establece que el uso de equipos no certificados incrementa significativamente el riesgo eléctrico.

- Causa 3: Fallas de aislamiento.

Según IEEE (2023), los defectos en el aislamiento son una causa crítica de cortocircuitos y arcos eléctricos.

- Causa 4: Mantenimiento deficiente.

La NFPA 70B (2023) enfatiza que la falta de mantenimiento preventivo contribuye a fallas y riesgos de incendio.

- Causa 5: Dimensionamiento inadecuado de los sistemas eléctricos.

COPANT (2023) reporta que una mala selección de calibres y protecciones puede derivar en incendios por sobrecarga.

Nota: NFPA. (2023). NFPA 70B: Standard for Electrical Equipment Maintenance. <https://www.nfpa.org/70B>

UL Standards. (2023). Requisitos para equipos certificados. <https://www.shopulstandards.com>.

IEEE. (2023). IEEE 1584: Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations. <https://standards.ieee.org/ieee/1584/>

Eaton. (2023, 1 de abril). NFPA 70B | Mantenimiento preventivo eléctrico. Eaton. <https://www.eaton.com/us/en-us/company/news-insights/nfpa-70b.html>



COPANT. (2023). Reportes de incendios por fallas eléctricas.

<https://www.copant.org>

- **La Autoridad Competente.**

Es el responsable de hacer cumplir los requisitos de la normativa, o de aprobar equipos, materiales, instalaciones o procedimientos relacionados con la protección contra incendios o seguridad. Esta autoridad puede ser una organización, una oficina o un individuo, y su función principal es garantizar el cumplimiento de las normas en este caso la NFPA.

- **Errores de Diseño de Sistemas de Detección de Incendios.**

Es habitual que los ingenieros que se inician en el diseño de sistemas de detección de incendios cometan ciertos errores al no considerar la normativa correspondiente.

Existen varios errores que se cometen, debido a la naturaleza misma de cómo se aprende a diseñar sistemas contra incendios.

Los errores de diseño se basan en lo siguiente:

- Desconocimiento sobre el comportamiento del fuego y funcionamiento de los componentes del sistema de alarma contra incendios.
- Falta de conocimiento de la normativa para sistemas contra incendio (NFPA y otros códigos aplicables).
- No cuentan con la experiencia mínima de diseñador.
- No cuentan con conocimiento sobre la nueva tecnología para la detección y alarma de incendios.
- Copian proyectos desarrollados.



Muchos diseñadores evitan capacitarse por el costo y terminan copiando proyectos, entregando planos incompletos o mal especificados. Esto genera fallas en la instalación y sistemas deficientes.

El desconocimiento del comportamiento del fuego y de las condiciones ambientales lleva a elegir equipos inadecuados. No considerar factores adecuados para detectar el humo, llegan a instalar detectores sin criterio ni justificación solo por requisito o hasta no incluir con notificación visual y sonora en ciertos locales.

También es común no justificar la selección de dispositivos, usar los mismos en contextos diferentes o aplicar distancias incorrectas en techos con obstáculos, lo cual obstaculiza la detección oportuna.

1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el diseño de un sistema de detección temprana de incendio aplicando la normativa NFPA.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros mínimos de cumplimiento para el diseño de sistemas de detección temprana de incendios.
- Seleccionar el sistema de detección de incendio más eficiente y seguro para una sala eléctrica.
- Analizar los requerimientos técnicos para el diseño de un sistema de detección temprana de incendio en una sala eléctrica.

1.3. JUSTIFICACIÓN



Lo que se busca, es determinar si el diseño propuesto es adecuado para proteger la sala eléctrica frente a un incendio, mediante un sistema de detección temprana que actúe automáticamente en la fase inicial. Este sistema funciona con un detector de muestreo conectado a una red de tuberías con accesorios.

Su finalidad es proteger la vida, equipos y la edificación, cumpliendo con lo exigido por el Reglamento Nacional de Edificaciones y la normativa NFPA. La investigación se justifica en el marco profesional y normativo, pues los ingenieros mecánicos eléctricos están facultados para diseñar este tipo de sistemas.

El proyecto busca aportar información técnica que asegure un diseño eficaz, evitando pérdidas humanas y materiales. Además, resalta la importancia de contar con sistemas tempranos, ya que un extintor o detector común no bastan para frenar la rápida propagación del fuego en una estructura.

Los sistemas pasivos contra incendios buscan frenar la propagación del fuego y dar tiempo a evacuar el edificio de forma segura. Permiten resistir hasta tres horas, lo que facilita la salida de los ocupantes y la llegada de bomberos. Su aplicación en locales residenciales, industriales o comerciales, siguiendo las normativas vigentes, reduce el riesgo de pérdidas humanas y materiales.

Iván Paredes, jefe del área de prevención del Servicio Voluntario de Bomberos del Perú (CPBV), insiste en que los retardantes de llama se encuentran entre los productos disponibles en el mercado peruano como "sistemas de protección pasiva". El problema, afirma, es que aún no se han generalizado porque la gente todavía no los entiende. Además, dijo, la mayoría de los peruanos desconocen medidas para prevenir accidentes.

Aunque el sistema ya se está implementando en edificios nuevos, especialmente en el sector comercial e industrial, estos edificios representan sólo el 30% del volumen



total de construcción. Otro tipo de sistema de protección pasiva, afirmó, son los revestimientos de hormigón (de más de 5 centímetros de espesor).

Según datos de la Dirección de Bomberos del Perú, anualmente se registran un incremento de incendios. Incluyendo el del 2018, de la Galería Nicolini en la región de Las Malvinas, sirven como recordatorio para tomar precauciones ante este problema. Además, aporta cuatro consejos para evitar incendios:

- Contar con un manual de incendios que explique los protocolos a seguir en caso de emergencia.
- Mantenga al menos dos extintores en su hogar o negocio.
- Implementar un sistema de protección contra incendios, en este caso detectores de humo, detectores de temperatura, estaciones manuales y sirenas con luces intermitentes, y mantenerlos operativos 24 horas al día, 7 días a la semana.
- Antes de cerrar su negocio o residencia, verifique que todos los aparatos eléctricos estén desconectados.
- No utilice equipos en mal estado ya que puede provocar un cortocircuito.
- Orlando Ardito, consultor del "Proyecto Casa Segura" de Procobre, explicó que el número de incendios en el Perú ha aumentado un 40% en los últimos 10 años. Las empresas deben minimizar la probabilidad de accidentes y las inversiones en capital de trabajo, instalaciones y personal deben trabajar de esta manera, al tiempo que se recomiendan las siguientes acciones correctivas o consideraciones para mantener un sistema o instalación eléctrica en óptimas condiciones de seguridad:
- Si la propiedad va a ser construida, su proyecto de construcción debe cumplir con las recomendaciones de las normas reglamentarias vigentes, como el Reglamento Nacional de Edificaciones.



- Si la empresa posee un edificio antiguo o nuevo, lo más importante y urgente es comprobar las condiciones de seguridad o sustituir el cableado si es necesario, comprobar la estructura y las condiciones de evacuación en caso de incendio o incidente peligroso.
- Recuerde que el Reglamento Nacional de Electricidad exige la realización de una revisión del sistema eléctrico cada cinco años si se trata de un inmueble residencial y cada dos años si se trata de una zona pública (tienda, centro comercial, etc.).
- Considere la posibilidad de contar con profesionales o técnicos que proporcionen la calidad y seguridad necesaria. Una mala instalación puede ser uno de los factores que provocan un incendio.
- Obtenga productos o materiales adecuados de fuentes confiables.
- Considerar que toda la parte eléctrica del edificio sigue buenos procedimientos, es decir, es lo que dicen las normas al respecto. Como producto de calidad, los conductores eléctricos certificados tienen una vida útil promedio de 10 años, por lo que es necesario revisar y evaluar cambios.

Las Malvinas tiene alrededor de 50 galerías y activos por valor de 3 mil millones de dólares. Al respecto, Víctor Bautista, jefe de seguridad personal de 3M, dijo que el principal motivo de aparición y propagación de incendios es el diseño y estructura del edificio. "Las fábricas, talleres, edificios administrativos, almacenes, centros comerciales, edificios de apartamentos y empresas deben seguir las normas para instalar sistemas de protección contra incendios en sus edificios. Cada lugar es diferente, por lo que es necesario brindar seguridad en función del nivel de riesgo, la ubicación, el tamaño y la actividad, etc.", comentó.



Mencionó que muchas veces los clientes intentan reducir costos de construcción al no incluir sistemas de seguridad contra incendio, y eso es un problema, y por eso los arquitectos e ingenieros deben diseñar cualquier edificio, considerando los requisitos de seguridad establecidos en nuestro reglamento de edificaciones. “Una infraestructura que cuente con un buen diseño arquitectónico e ingeniería garantizará una instalación más segura”. Un sistema de protección contra incendios actuara correctamente ante la presencia excesiva de humo y los cambios de temperatura. Un aspecto importante a considerar antes de comprar una vivienda es su seguridad. Así mismo se recomienda se recomienda verificar si el inmueble dispone de un sistema de protección contra incendios adecuado.

1.3.1. Justificación social

La implementación y evaluación de sistemas de detección temprana de incendios según la norma NFPA tiene un impacto social integral. Protege vidas y salud al prevenir incidentes, fomenta el desarrollo económico mediante empleo y capacitación, además promueve la cultura de seguridad.

1.3.2. Justificación económica

La implementación de un sistema contra incendios en una sala eléctrica protege la inversión empresarial al prevenir pérdidas de equipos y datos críticos. Además, asegura la continuidad operativa y facilita las decisiones para futuras inversiones.

1.3.3. Justificación Profesional y Normativa

La investigación se justifica profesional y normativamente, ya que la Ingeniería Mecánica Eléctrica puede diseñar proyectos de sistemas eléctricos y



detección de incendios. Según el RNE del Perú, los profesionales responsables deben estar habilitados y registrados en su Colegio Profesional, correspondiendo al ingeniero mecánico electricista los proyectos de instalaciones eléctricas y sistemas especializados de seguridad y detección de incendios.

El diseño propuesto para el sistema de detección temprana de incendios se encuentra dentro del ámbito de la Ingeniería Eléctrica, ya que involucra el diseño, planificación y especificación de componentes, conforme a las normativas técnicas vigentes.

A continuación, se citará párrafos del código nacional eléctrico para sustentar legalmente esta justificación.

Según lo establecido en la Reglamento 011.F del Código Nacional de Electricidad – Utilización, 011.F. Los documentos y planos de proyectos eléctricos en su concepción general (proyectos, estudios, obras, etc.), de cualquier naturaleza deberán ser firmados por un ingeniero electricista o mecánico electricista especializado que esté reconocido y habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú, lo que respalda la competencia profesional para la elaboración y suscripción de este proyecto.

Sección 2 Terminología Básica - Definiciones de términos - fuentes: Se incluye los sistemas telefónicos, telegráficos, de señales en vías férreas, de datos, de reloj, de incendios, de alarma policíaca, de televisión por cable y otros sistemas similares a los arriba descritos. Las líneas utilizadas para señalización pero que no están incluidas en la definición previa son consideradas como líneas de suministro eléctrico y deben ser instaladas como tales.



Código Nacional de Electricidad – Utilización (2006): (4) Los documentos y planos de proyectos eléctricos en su concepción general (proyectos, estudios, obras, inspecciones, etc.), de cualquier naturaleza, deben ser elaborados y firmados por un ingeniero electricista o mecánico electricista colegiado.

En este caso, el diseño del sistema de detección temprana de incendios para una sala eléctrica se encuentra dentro del campo de la Ingeniería Eléctrica, al involucrar selección de detectores, normativas eléctricas (como la NFPA 72, etc.) y compatibilidad con instalaciones eléctricas.

1.3.4. Justificación tecnológica, académica y ambiental

La justificación tecnológica, académica y ambiental radica en que la evaluación de sistemas de detección temprana fomenta la innovación en tecnologías de seguridad, contribuye al conocimiento académico sobre control de incendios normados por la NFPA y promueve el estudio en esta especialidad y la sostenibilidad ambiental al prevenir incendios que generarían contaminación.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Para comprender un poco más del presente estudio, se citarán proyectos relacionados a nuestra investigación:

Aller (2019) Trata de la evaluación de un sistema de detección automática de incendios basado en la integración de los sistemas de detección por humo y temperatura. El estudio analiza dos enfoques principales para la vigilancia automática de incendios: el análisis térmico de puntos calientes y el análisis visible de humo. El objetivo es evaluar el estado actual de estas tecnologías y analizar las ventajas que puede aportar su implementación.

Acero (2019) Este trabajo desarrolla el diseño de un sistema de detección temprana de humo por aspiración VESDA en el data center de la planta concentradora de Sociedad Minera Cerro Verde (SMCV). El cuarto eléctrico es crítico para la operación, pero presenta alto riesgo de incendio por la intensidad energética y posibles fallas técnicas.

Para reducir este riesgo, se implementó un sistema VESDA que analiza continuamente muestras de aire mediante una red de tuberías. El sistema consta de un panel de control, líneas de succión, tubos capilares y se integra al sistema de alarma direccionable existente. Finalmente, se realizaron pruebas funcionales con resultados satisfactorios, calculando parámetros y diseño de tuberías con software especializado, en cumplimiento con NFPA 72 y especificaciones técnicas.



Maraza (2023) Desarrollo el diseño de un sistema de detección y alarmas contra incendios en salas eléctricas en explotación minera. En este trabajo se presenta un sistema para detectar incendios en salas eléctricas utilizadas en minería. Esta actividad es esencial para alimentar maquinaria minera y procesos adicionales. Es crucial asegurar el buen funcionamiento del sistema eléctrico, ya que una interrupción puede detener toda la operación en sectores como fábricas, hospitales y comunicaciones. Los incendios pueden ser causados por cortocircuitos y otros problemas eléctricos. El informe abarca el diseño y la implementación de este sistema de detección contra incendios y también servirá como guía para ingenieros en su instalación.

Tello (2015) Para una empresa minera, se realizó el diseño y la instalación de un centro de datos, aplicando estándares internacionales, el proyecto está ubicado en Av Carretera Central Km 9.5 Desvío a Huachipa - Cajamarquilla Lurigancho -Lima - Perú, considerando que la implementación de una sala eléctrica involucra varias especialidades. Por ejemplo: ingeniería de redes, cableado estructurado, protección contra incendio, seguridad de acceso, etc. Se describió la realidad problemática, los antecedentes, los objetivos, el problema y los fundamentos para escribir este artículo. Se mencionó las referencias teóricas, los estándares internacionales desarrollados para la implementación de centros de datos. Una vez que nuestro data center y sala eléctrica esté en funcionamiento se realizará las pruebas internas y posterior entrega del sistema.

Veramendi (2023) En el diseño y modernización de data center para cumplir con estándares internacionales para una empresa privada sin fines de lucro en Perú, Esta empresa, en un nuevo edificio se pone en funcionamiento las nuevas salas eléctricas y sala de servidores. Aunque esta implementación es elegible para cumplir con los estándares mínimos establecidos por la organización. Si abre una sucursal en un país, también necesita establecer una base.



El presente proyecto tiene como objetivo proporcionar una metodología de diseño de infraestructura de comunicaciones para la implementación de centros de datos en las instalaciones de empresas que tienen instalaciones de producción en Japón. Este diseño se centra en un sistema de cableado estructurado, un sistema de detección contra incendio y un sistema de puesta a tierra de comunicaciones.

Castillo (2008) En esta tesis da a conocer cómo se realizó el traslado e implementación de un nuevo data center de la universidad Esan. El objetivo es de brindar a los usuarios, una infraestructura y un servicio de comunicación informática eficiente, en la primera semana de mayo realizamos mejoras y migramos todos los servidores y equipos de comunicación a un nuevo espacio físico que cumpla con los requisitos. La finalización exitosa de este programa dependió del trabajo profesional, enfocado, organizado y planificado de todos los participantes. El nuevo data center y sala eléctrica, ahora incluye:

- 06 taquillas (APC).
- 03 gabinete de servidor.
- 03 rack de equipos de comunicación (núcleo)
- 01 climatización de precisión.
- 01 sistema de detección temprana contra incendios
- 01 sistema UPS, puede funcionar de forma independiente durante 40 minutos
- 01 suelo técnico
- Cables estructurados actualizados para F.O.
- Ethernet de 10 Gbps entre servidores
- Reinstalar servidores y equipos de comunicación de voz y datos.

2.2. BASES TEÓRICAS

El fuego es una reacción química, se necesita calor, material combustible y oxígeno para que se desencadene una reacción en cadena. Si faltara alguno de estos elementos, el incendio no se produciría.

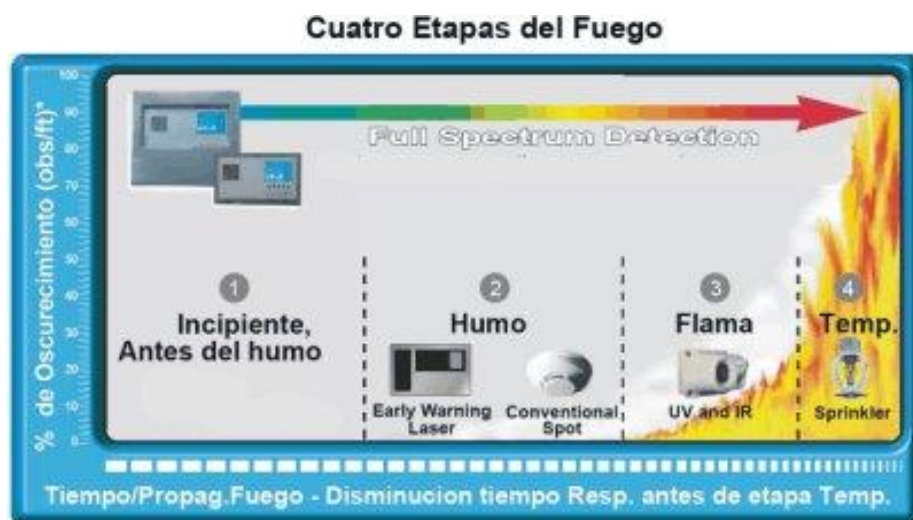
Para proteger lugares complejos y prevenir un incendio, se requiere de bastante experiencia en diseño. La tecnología de detección por aspiración es la solución, siendo su objetivo principal, el dar alerta en la etapa inicial del fuego, evitando que se produzcan pérdidas significativas.

Los parámetros de diseño permiten garantizar una detección oportuna de partículas de combustión en etapas incipientes del incendio. Estos parámetros están relacionados con el tiempo de transporte de las muestras y la sensibilidad del sistema entre otros, y deben cumplir con los criterios establecidos por normas como la NFPA 72 y recomendaciones del fabricante. En el anexo 06 se encontrarán los resultados obtenidos.

2.2.1. Etapas de Fuego para Detectar Humo

Figura 2

Etapas del fuego en un incendio



Nota: <https://edualejo77.wordpress.com/2012/08/17/sistemas-de-deteccion-temprana-contra-incendios/>



2.2.1.1. Primera Etapa: Incipiente Antes del Humo

En la fase inicial de un incendio, no hay presencia evidente de llamaradas o calor intenso, pero ya es posible percibir las partículas del material en combustión en forma de humo. En esta etapa se está iniciando la combustión. La combustión que se produce esta etapa son partículas que son imperceptibles para el ojo humano. Sin embargo, ciertos dispositivos electrónicos pueden detectarlas.

2.2.1.2. Segunda Etapa: Humo

En esta etapa aumenta la combustión, incrementando así las partículas generadas hasta que se forma el humo. El tiempo que dura es igualmente incierto, pudiendo durar desde minutos hasta varias horas.

2.2.1.3. Tercera Etapa: Fuego con Flama

En esta etapa se puede apreciar las llamas. El tiempo para que se genere va a depender bastante del tipo del material combustible, el periodo puede ser desde segundos hasta minutos.

2.2.1.4. Cuarta Etapa: Alta Temperatura o Calor Intenso

Esta etapa se destaca por la emisión de una gran cantidad de calor, humo y gases tóxicos. El tiempo de generación es muy rápido, por lo general varios segundos.

En ocasiones, cuando se encuentran en un incendio, muchas personas pueden desmayarse debido a la presencia elevada de gases tóxicos, lo cual trágicamente podría llevarlas a perder la vida.



2.2.2. Sistemas de Detección de Incendio

Esta tecnología se aplica para proteger a la vida humana, bienes, edificaciones, contra eventos de incendio. Esto es válido siempre y cuando se instale, mantenga y utilice apropiadamente. El sistema de detección está compuesto por un panel contra incendio, este se encarga de monitorear y controlar el sistema de detección de incendios compuesta por elementos periféricos como detectores de humo, estaciones manuales, sirenas, entre otros. Las acciones realizadas por el panel de control, sirven para estar alerta y responder de acuerdo a la situación.

2.2.2.1. La Función Principal de un Sistema de Detección

Los sistemas de detección de incendios permiten identificar rápidamente cualquier indicio de incendio para activar alertas visuales y sonoras para controlar la situación, este sistema es vital para que puedan avisar y evacuar a las personas u ocupantes de la edificación. Funcionan de manera automática o manual, con dispositivos interconectados que reportan al panel de control, el cual gestiona la detección y alarma.

Incluyen detectores de humo o calor, así como pulsadores manuales para accionar la alarma en emergencias. Estos sistemas también son verificados por el sistema del panel de control para evitar falsas alarmas y localizar fallas. Comprender su funcionamiento es importante para garantizar la seguridad del edificio ante un incendio.

2.2.2.2. Componentes del Sistema de Detección de Incendio



Un dispositivo para detectar incendios se compone de varios elementos fundamentales que son imprescindibles para su correcto funcionamiento.

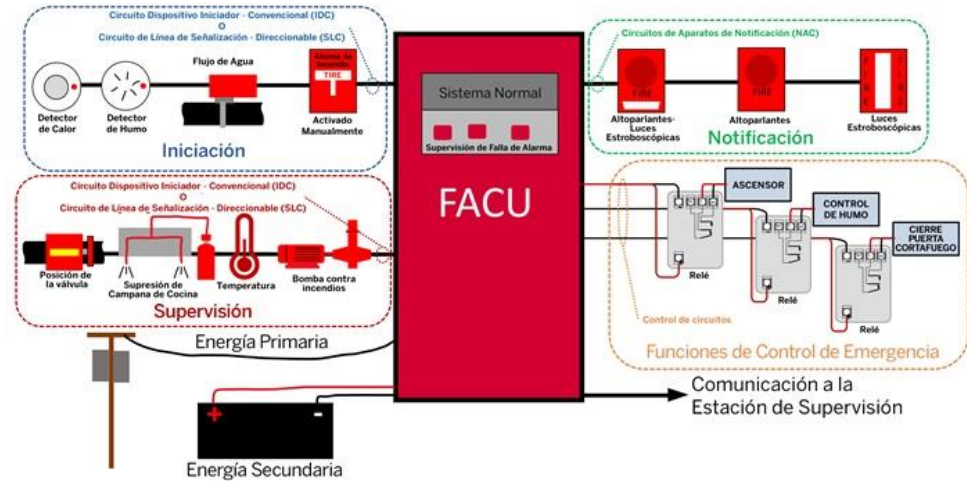
- **La FACU (Fire Alarm Control Unit)**

Es la Unidad de Control de Alarmas de Incendio, que supervisa las entradas y gestiona las salidas del sistema. También se le conoce como panel de control de alarmas contra incendios. Las condiciones observables en la FACU son Alarma, Supervisión y Problema.

- **Alarma.** - Señala una amenaza inmediata para la vida o bien, ejemplo un detector de humo envía una señal al panel de control indicando presencia de humo, el panel envía una notificación sonora o luminosa para los ocupantes del edificio y así poder realizar una evacuación.
- **Problema.** - Indica un fallo o problema en el sistema, como un circuito dañado. Esto se mostraría en el panel de control.
- **Supervisión.** - Implica monitoreo debido a un inconveniente con un equipo, como el cierre de una válvula en un sistema de rociadores.

Figura 3

Principales componentes y funciones de un sistema de alarmas de incendio



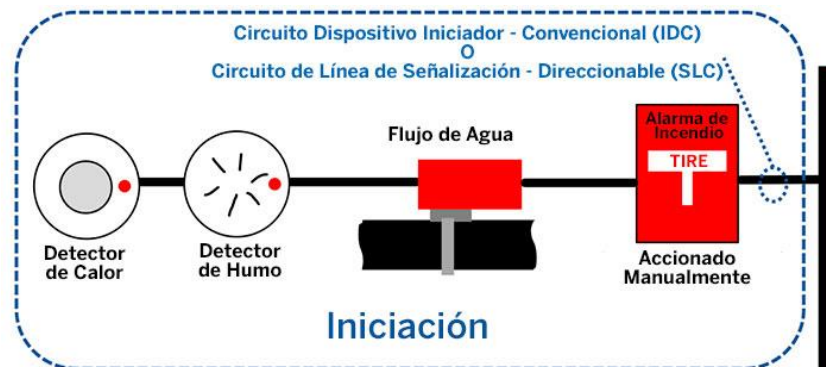
Nota: <https://www.NFPA.org/es/news-blogs-and-articles/blogs/2021/03/03/a-guide-to-fire-alarm-basics>

- **Los dispositivos de Inicio**

Se conforman por dispositivos de detección de humo, calor y válvula de flujo de agua de rociadores. Estas señales se envían mediante un Circuito de Inicio de Un Dispositivo (IDC - Initiating Device Circuit) para sistemas convencionales o un Circuito de Señal de Línea (SLC - Signaling Line Circuit) para sistemas direccionables.

Figura 4

Dispositivos de Inicio



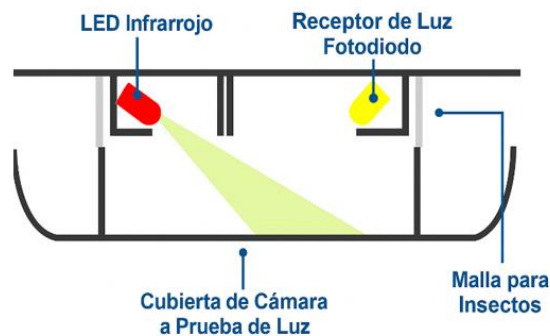
Nota: <https://www.NFPA.org/es/news-blogs-and-articles/blogs/2021/03/03/a-guide-to-fire-alarm-basics>

2.2.2.3. Funcionamiento de un Detector de Humo

Estos detectores utilizan en su interior un haz de luz y un sensor fotoeléctrico, cuando el humo entra en la recámara, dispersan la luz, activan un sensor y activan una alarma. Estos detectores son eficaces de detectar incendios que producen humo visible.

Figura 5

Funcionamiento Normal de un Detector de Humo



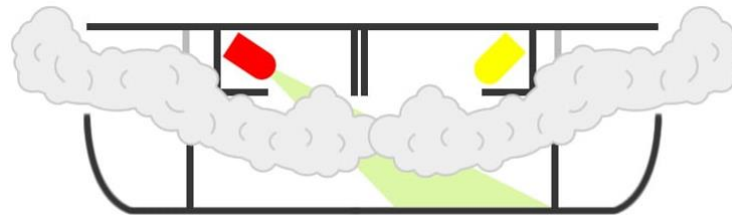
Nota: <https://www.safelincs.co.uk/smoke-alarm-types-optical-alarms-overview/>

- **Paso 1 - El humo entra en la cámara óptica**

Cuando se produce un incendio, el humo entra en la cámara óptica. Los detectores de humo, tienen la cámara protegida con mosquiteras para evitar que entren insectos y provoquen falsas alarmas.

Figura 6

Ingreso de humo en la cámara óptica del detector de humo



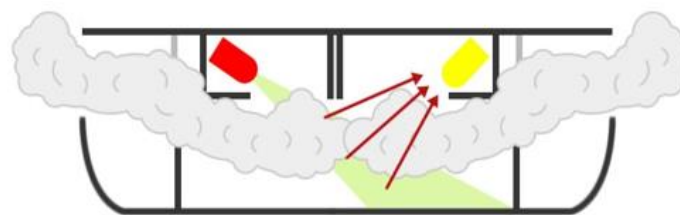
Nota: <https://www.safelincs.co.uk/smoke-alarm-types-optical-alarms-overview/>

- Paso 2: La Luz Infrarroja se Dispersa

Cuando el humo entra en la cámara óptica, sus partículas hacen que la luz infrarroja se disperse sobre el receptor de luz, el fotodiodo, es un material de silicio que convierte la luz en electricidad.

Figura 7

Dispersión de la luz infrarroja



Nota: <https://www.safelincs.co.uk/smoke-alarm-types-optical-alarms-overview/>

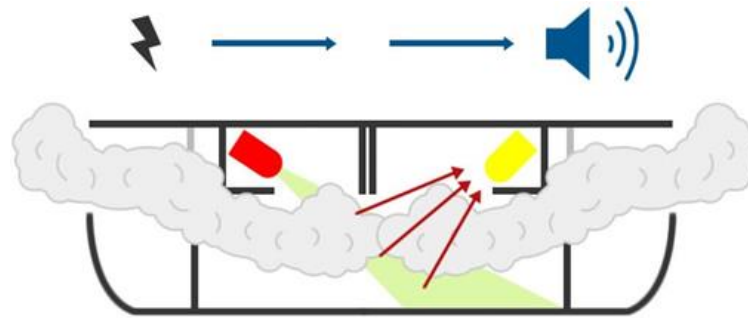
- Paso 3 - Suena la Alarma

Una vez que la luz dispersa llega al receptor de luz, se envía una señal al panel de control, que hace que emita una alarma sonora o visible

a través de los dispositivos de salida como sirena y luz estroboscópica, alertando a los ocupantes del edificio.

Figura 8

Emisión de Alarma Audible y Sonora



Nota: <https://www.safelincs.co.uk/smoke-alarm-types-optical-alarms-overview/>

2.2.2.3.1. Los Indicadores o Notificación

Se activan para hacer sonar la alarma y notificar a los ocupantes sobre cualquier emergencia, utilizando Luces estroboscópicas, parlantes, campanas o sirenas.

La notificación visible, es por luces estroboscópicas y la notificación sonora o audible es por medio de altavoces y sirenas, que emiten diferentes señales sonoras. Por medio de un circuito de notificación (NAC) (Circuitos de Notificación de Alarmas - Notification appliance circuits), el panel de control emite una señal de notificación hacia los dispositivos de notificación.

Figura 9

Componentes del sistema de Notificación



Nota: <https://www.NFPA.org/es/news-blogs-and-articles/blogs/2021/03/03/a-guide-to-fire-alarm-basics>

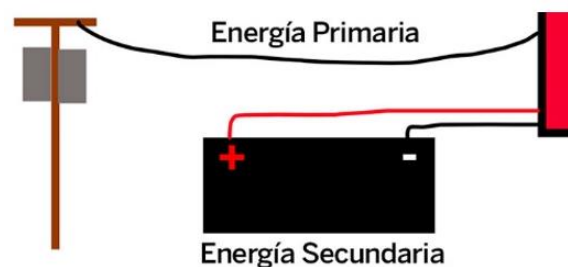
2.2.2.3.2. Las Fuentes de Alimentación

Suministran la energía primaria al sistema mediante baterías que entran en funcionamiento en situaciones de corte de energía.

La energía secundaria, se puede proporcionar por medio de baterías de respaldo de tamaño adecuado o un sistema de almacenamiento de energía.

Figura 10

Fuentes de Alimentación



Nota: <https://www.NFPA.org/es/news-blogs-and-articles/blogs/2021/03/03/a-guide-to-fire-alarm-basics>

2.2.3. Tecnologías para la Detección de Incendio



Actualmente, tenemos disponibles tres métodos diferentes para detectar incendios, cada uno enfocándose en todas las etapas, desde el comienzo hasta la fase avanzada. Se ha demostrado que la eficacia preventiva de estos dispositivos es más alta cuando actúan lo más pronto posible. Es decir, mientras se realice la detección de manera anticipada, lo que también resultará en pérdidas reducidas.

Las tecnologías que están disponibles en la actualidad para la detección de incendios:

2.2.3.1. Detección Puntual (Fotoeléctrico).

- Son detectores pasivos, es decir que esperan a que el humo ingrese en la cámara de detección para entrar en condición de alarma.
- Tienen baja sensibilidad para la detección de incendio, son ineficaces cuando se tienen que proteger espacios grandes y exista movimiento del aire.
- Pueden generar falsas alarmas, cuando se instalan incorrectamente.
- El mantenimiento de estos equipos es complicado, se tiene que alcanzar hasta el techo o donde está ubicado el detector.

2.2.3.2. Detector Beam

- Es un detector que utiliza un haz de luz para detectar la presencia de humo o partículas en el aire.
- Una desventaja de los detectores de haz es que no pueden detectar incendios si el haz está bloqueado. Por lo tanto, es importante



tener cuidado de que el haz no se monte en un lugar donde pueda bloquearse.

- La alineación de los detectores beam es complicado.
- Para realizar el mantenimiento se tiene que realizar trabajos en altura.
- Si el almacén no está completamente cerrado hasta palomas pueden activar el sistema causando falsas alarmas.

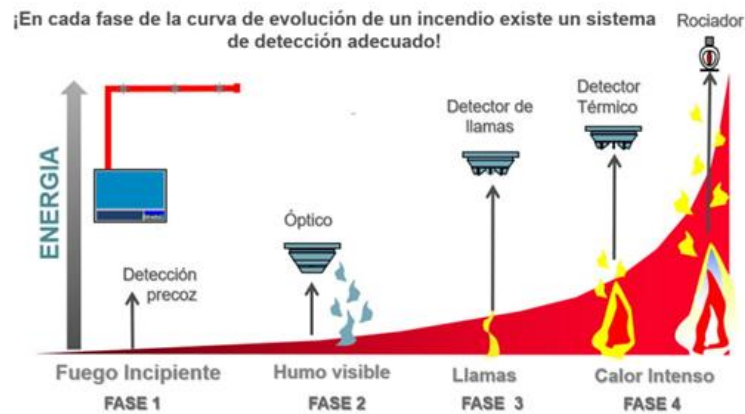
2.2.3.3. Detección por Aspiración

- Detección temprana. El sistema detecta el fuego en sus primeras etapas, lo que permite una respuesta rápida y evitar desastres de incendio.
- Menos unidades necesarias. A comparación con un sistema estándar de detección puntual, este sistema requiere menos unidades para ser efectivo.
- Fácil mantenimiento. Los sistemas son más fáciles de mantener que los detectores de humo estándar.
- Menos alarmas falsas. El sistema reduce las alarmas falsas.
- Supervisión de la red de tubería. El sistema supervisa la red de tubos y los puntos de muestreo, lo que permite realizar pruebas y mantenimiento de manera automatizada.
- El sistema es ideal para salas eléctricas, centros de datos, salas de TI, naves industriales y almacenes.
- Las desventajas que puede tener este sistema es un mal diseño o instalación por personal no certificado por la marca.
- Costo elevado del producto.

- Fallas por falta de mantenimiento del sistema.

Figura 11

Sistemas de aspiración de humo con otras tecnologías



Nota: <https://www.securitas.es/blog/que-es-la-curva-de-evolucion-de-un-incendio-y-como-influye-en-la-eleccion-de-sistemas-de-proteccion-contra-incendios/>

2.2.4. Sistema de Detección de Incendio en la Etapa Latente o Incipiente

En la etapa inicial o latente del fuego, pocas empresas invierten en sistemas de detección por el costo y la complejidad que representan. No obstante, estos equipos tienen la ventaja de detectar partículas muy pequeñas de carbono suspendidas en el aire, lo que puede indicar un incendio en formación. Esta fase incipiente puede prolongarse durante minutos o incluso horas, brindando una valiosa oportunidad para actuar antes de que el fuego se propague. Los sistemas de detección por aspiración destacan por su alta sensibilidad, permitiendo identificar el riesgo de manera temprana, activar las alarmas correspondientes y dar tiempo suficiente para intervenir, proteger a las personas y reducir daños en las instalaciones. En este estado incipiente, minúsculas partículas de carbono se desprenden, este estado puede durar varios minutos u horas. La ventaja de esta etapa es que ofrece la oportunidad de controlar el incendio antes de que se produzca.

La siguiente tabla nos da una referencia de qué tamaño de partícula podría ser detectado por un sistema por aspiración. (Un micrón equivale a 1/1,000 de milímetro o 1/25,400 de pulgada).

Tabla 4

Tamaño de partículas detectables por el sistema

Material (Origen)	Condición	Diámetro de Partícula (µm)
Madera (En general)	Ardiendo/Flameando	0.5 – 0.9 / 0.43
PVC (plástico de recubrimiento)	Ardiendo/Flameando	0.9 – 1.4 / 0.4
Poliuretano flexible (aislante/mobiliario)	Ardiendo/Flameando	0.8 – 1.8 / 0.5 – 0.7
Poliuretano rígido (espuma aislante)	Ardiendo/Flameando	0.3 – 1.2 / 0.5
Poliestireno (envases, aislamiento)	Ardiendo/Flameando	1.4 – 1.3
Polipropileno (plástico)	Ardiendo/Flameando	1.6 – 1.2
Resina acrílica (fibra, plástico)	Ardiendo/Flameando	0.6 – 1.2
Papel aislante (cartón, dieléctrico)	Ardiendo	2 – 3
Batería VRLA (plomo-ácido sellada, electrolito)	Ardiendo / incendio	0.1 – 0.8
Batería Litio-ion (celdas)	Ardiendo / incendio	0.05 – 0.5

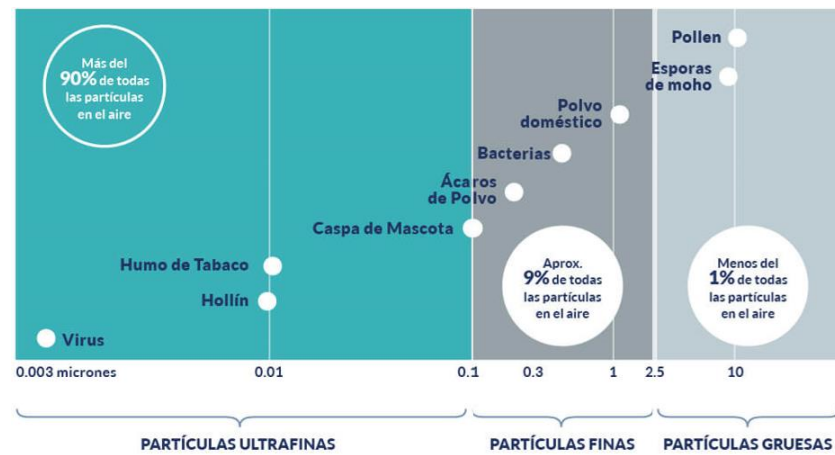
Nota: http://www.rnds.com.ar/articulos/038/RNDS_076W.pdf

2.2.4.1. Las partículas Aéreas y su Clasificación

Se clasifican por su tamaño, así mismo las partículas suspendidas en el aire se clasifican en 03 tipos: gruesas, finas, y ultrafinas.

Figura 12

Clasificación de las Partículas



Nota: <https://www.tfm.pe/noticias/la-importancia-del-tamano-de-las-particulas-en-el-aire#:~:text=nariz%20y%20garganta.->

,Algunos%20ejemplos%3A,entre%200.2%20a%2025%20C%2B5m.

La mayoría de veces, los incendios comienzan con un aumento de temperatura. En esta fase inicial, se liberan diminutas partículas provenientes del comienzo de la combustión.

El tamaño diminuto de las partículas evita que la tecnología estándar de detección de humos y calor logre detectar.

Los sistemas de aspiración de humo, también llamados detectores de aspiración, son dispositivos que recogen muestras de aire de manera activa en el área protegida. Luego, analiza la presencia de partículas de humo.

2.2.4.2. Sistema de Aspiración

Consiste en un sistema compuesto por un detector y una red de tuberías que va desde el detector hasta el área que se debe proteger. Este detector cuenta con un ventilador de aspiración que atrae el aire desde el



área protegida de regreso al detector a través de tuberías por medio de puertos de muestreo de aire. En el detector, se analiza el aire para encontrar las partículas de humo.

Los sistemas de aspiración, al realizar un muestreo continuo de aire mediante una red de tuberías, garantizan una detección temprana evitando que se generen incendios, facilitando una respuesta rápida para prevenir lesiones y daños a la propiedad. Dichos sistemas operan con base en un constante proceso de succión. Cada punto de muestreo toma partículas del entorno y las traslada a través de las tuberías hasta el detector.

Se realiza un análisis de las partículas que ingresan al detector. En caso de presencia de polvo, se procede con su pronta eliminación a través de un filtro, al detectar humo, según el procesamiento de información se activan los dispositivos de notificación y alarma dando una respuesta rápida y eficiente.

La capacidad de estos sistemas para alertar con anticipación y responder de forma adecuada los posiciona como una herramienta esencial en el mantenimiento de la seguridad, garantizando así la protección de individuos y propiedades.

- **Funcionamiento**

El sistema opera al aspirar constantemente el aire a través de una red de tuberías conectadas a un sistema de aspiración. El aire se conduce hasta llegar a un filtro y se cumplen 2 etapas:

- **La Primera Fase (aspiración). –**

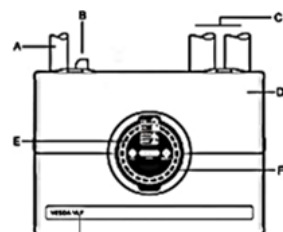
Elimina las partículas gruesas y finas (0.1 - 10 Micrones) como el polvo y la suciedad en la muestra de aire previa a su entrada en la cámara de detección láser, por medio de un filtro.

- **La Segunda Fase (detección).** -

En esta etapa se realiza el muestreo real de las partículas ultrafinas (0.003 - 0.1 Micrones), el sistema proporciona aire limpio extra, es necesario para garantizar que las superficies ópticas del detector se mantengan libres de contaminación, lo que a su vez garantiza un buen rendimiento. Una calibración estable y una vida útil prolongada del detector, al mismo tiempo que reduce las molestas alarmas.

Figura 13

Partes del Detector de Aspiración



A	Puerto de entrada de aire
B	Conducto de descarga
C	Puertos de entrada de cable (X2)
D	Entrada de cable trasera (no mostrada)
E	Pantalla de reconocimiento instantáneo
F	Selector de humo (incluye buscador de fallas instantánea)

Nota: <https://www.pertronic.co.nz/assets/Documents/Installation-Note/Detectors-and-Modules/VESDA-VLF-in.pdf>

Desde el filtro, el aire se desplaza de manera uniforme atravesando la cámara de detección, donde se encuentra con una fuente de exposición. Se produce un destello de luz. Cuando se genera humo, la luz se esparce dentro de la cámara de detección, la cual cuenta con un sistema de recepción altamente sensible el cual se reconoce al instante.

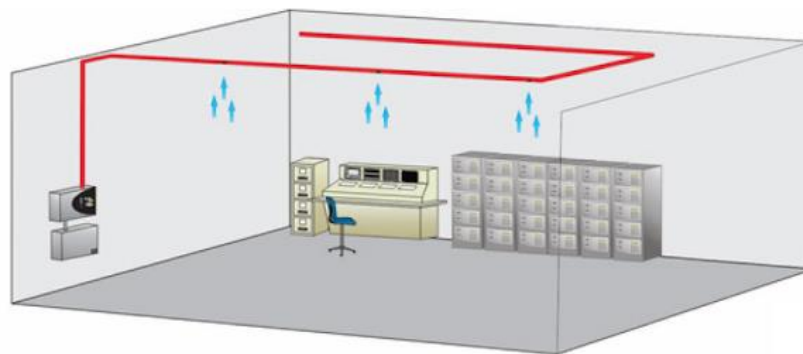
Posteriormente, la señal es procesada y se muestra en pantallas con gráficos de barras indicadores de umbrales de alarmas o visualización gráfica en pantalla.

Los sistemas de detección temprana por aspiración pueden enviar esta información a un panel de control.

Según el nivel de concentración de humo detectado, el sistema activa uno o más niveles de alarma (Alerta, Acción, Fuego 1 y Fuego 2).

Figura 14

Funcionamiento del sistema de aspiración



Nota: <https://www.syscomblog.com/2016/06/asd-720-deteccion-de-humo-por-aspiracion.html>

2.2.4.3. Características del Sistema de Detección Temprana de Incendio

2.2.4.3.1. Nivel de oscurecimiento:

Es la medida de la concentración de partículas de humo, que oscurecen un haz de luz láser. Se expresa en porcentaje de oscurecimiento por metro (%/obs/m).



Uso en VESDA: Los sistemas VESDA, al usar una cámara láser para analizar la muestra de aire, miden el nivel de oscurecimiento. Cuanto mayor sea el nivel de oscurecimiento, mayor será la concentración de humo.

Entonces se debe de tener en cuenta que el detector VESDA tiene un rango operativo de 0.005 %Obs/m (mínimo) hasta 20.5 %Obs/m (máximo) y un Rango de activación de alarmas, entre 0.02 y 5.0 %Obs/m, porque más allá de 5 %Obs/m ya se considera una concentración de humo elevada donde el incendio estaría avanzado.

2.2.4.3.2. Sensibilidad:

Es la capacidad de los detectores VESDA, para detectar niveles bajos de oscurecimiento presentes en el ambiente.

Significado:

Una sensibilidad alta significa que el sistema puede identificar concentraciones muy pequeñas de humo (por ejemplo, 0.005 % obs/m), lo que permite una detección en etapas muy tempranas del incendio. Una sensibilidad baja requerirá niveles más altos de concentración de humo para generar una alerta.

2.2.4.3.3. Umbral:

Es un valor preconfigurado de nivel de oscurecimiento que, al ser igualado o superado, genera una respuesta específica del sistema (como una alerta, acción o una alarma de incendio).

Tabla 5

Niveles de Alarma en Sistemas VESDA y su Aplicación

Nivel	Rango (% obs/m)	Descripción técnica	Ejemplo de respuesta
Alerta	0,025 – 0,4 %	Primer umbral bajo: indica presencia mínima de partículas de humo.	Notificación silenciosa al personal técnico para revisión. Se registra evento en el sistema.
Acción	0,044 – 0,7 %	Nivel medio: se confirma tendencia de humo.	Alarma visible/audible local. Se moviliza personal de seguridad.
Fuego 1	0,063 – 1,0 %	Nivel alto: probable inicio de fuego incipiente.	Activación de protocolo de emergencia. Se evacúa parcialmente. Se inicia cierre de breakers eléctricos. Se activa sistema de extinción automático.
Fuego 2	0,313 – 5,0 %	Nivel crítico: alta concentración de humo.	Activación general de alarma de incendio. Evacuación total.

Nota: Adaptado de Xtralis – VESDA VLF Design Guide y NFPA 72 (Sección 17.7.3.6).

Durante el AutoLearn, el detector analiza las condiciones ambientales normales (es decir, sin presencia de humo real) durante un periodo de al menos 14 días recomendados. Como por ejemplo polvo, partículas no relacionadas con incendio).



Con esta información, el VESDA establece umbrales óptimos para cada nivel de alarma:

- Alerta
- Acción
- Fuego 1
- Fuego 2

Caso Practico: Se instala un detector VESDA VLF-500 en la sala eléctrica, en los primeros días, hay pequeñas variaciones de polvo por movimiento de aire.

- Se activa el modo AutoLearn desde el detector o el software VSC/VSM4.
- Durante una o dos semanas, el sistema mide el comportamiento normal del aire.
- Luego, calcula automáticamente los niveles óptimos de umbral, por ejemplo:
 - Alerta: 0.03 %Obs/m
 - Acción: 0.07 %Obs/m
 - Fuego 1: 0.15 %Obs/m
 - Fuego 2: 0.6 %Obs/m

Después de ese periodo, AutoLearn se desactiva automáticamente y el detector queda calibrado al ambiente.

Tabla 6

Clasificación por Niveles de Obscurecimiento (Obs/m)

Clasificación por Nivel de Obscurecimiento de Detectores de Humo	
Tipo de Detector	Nivel de Obscurecimiento
Fotoeléctrico	6.5–13.0% obs/m (2–4% obs/ft)
Beam	3% obs/m (0.9% obs/ft)
Aspiración	0.005–20.5% obs/m (0.0015–6.25% obs/ft)
Laser	0.06–6.41% obs/m (0.02– 2.0% obs/ft)

Nota: Accreditation Course VESDA

2.2.5. Detección de Humo por Aspiración VESDA

Desde que desarrolló la innovadora tecnología de Detección de Humo por Aspiración (ASD - Aspirating Smoke Detection, por sus siglas en inglés), VESDA se considera líder en el mundo en protección de la personal, bienes de alto valor e infraestructuras.

2.2.5.1. VESDA (Very Early Smoke Detection Apparatus - Aparato Para Detección de Humo Muy Temprana).

Es un sistema de detección de humo que muestrea constantemente el aire que lo rodea. Se considera una marca confiable y de alto

rendimiento, con un amplio rango de sensibilidad y alertas de varios niveles.

2.2.5.2. Xtralis.

Es un proveedor mundial, de origen australiano el cual da soluciones para la detección de amenazas de humo, fuego y gas. Xtralis ofrece una gama completa de tuberías, tubos y conexiones para los sistemas VESDA.

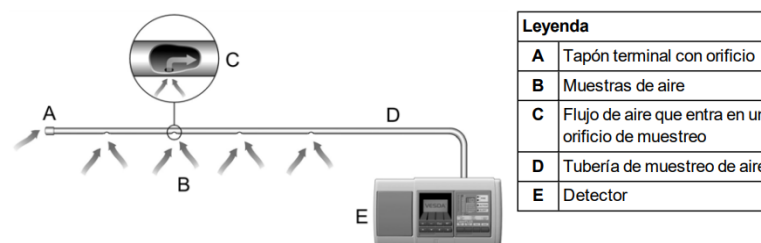
2.2.6. Componentes del Sistema de Detección Temprana de Incendio

2.2.6.1. Sistema de tuberías

El sistema de aspiración, recoge muestras de aire por medio de una red de tuberías y orificios. Los detectores de humo tradicionales, esperan a que el humo alcance su cobertura hasta que ingrese al interior del detector. El detector de aspiración, se encarga de buscar activamente, muestras de aire que contengan partículas de humo.

Figura 15

Sistema de muestreo de aire mediante tuberías



Nota: https://shingenieria.com/wp-content/uploads/2021/11/VESDA_Guia_de_Instalacion_de_la_Red_de_Tuberias-SH-

2.2.6.2. Línea de tuberías

Las tuberías son de medidas de diámetro de 3/4 a 1 pulgada (diámetro interior 22.2mm – 27.5mm). El diámetro puede variar dependiendo de los requisitos de diseño. La tubería de muestreo utilizada en los proyectos cumple con los estándares internacionales.

Figura 16

Sección de una tubería VESDA



Nota: https://shingenieria.com/wp-content/uploads/2021/11/VESDA_Guia_de_Instalacion_de_la_Red_de_Tuberias-SH-ingenieria.pdf?srsItd=AfmBOoquWz2Cv2AQkgsP_bijjC77Fyr9L0MQd1iHwHa_tN4THdZVrQj-

2.2.6.3. Uniones, acoples y juntas de expansión

Estas uniones pueden ser roscadas y permite la unión de hasta tres tubos y las juntas de expansión permiten conectar tuberías entre sí. A. B.

Figura 17

Uniones, acoples y juntas de expansión



A

B

Nota: [https://shingenieria.com/wp-content/uploads/2021/11/VESDA_Guia_de_Instalacion_de_la_Red_de_Tuberias-SH-](https://shingenieria.com/wp-content/uploads/2021/11/VESDA_Guia_de_Instalacion_de_la_Red_de_Tuberias-SH-ingenieria.pdf?srsItd=AfmBOoquWz2Cv2AQkgsP_bijjC77Fyr9L0MQd1iHwHa_tN4THdZVrQj-)

ingenieria.pdf?srsId=AfmBOoquWz2Cv2AQkgsb_bijjC77Fyr9L0MQd1iHwHa_tN4T
HdZVrQj-

2.2.6.4. Tubos Curvados y Acodamientos

Se tienen varias presentaciones como radio amplio y corto, incluso con ángulo de 45° y 90°.

Figura 18

Tubos Curvados y Acodamientos



(A)

(B)

(C)

De radio amplio (A), de 45° (B) y de 90° (C)

Nota: https://shingenieria.com/wp-content/uploads/2021/11/VESDA_Guia_de_Instalacion_de_la_Red_de_Tuberias-SH-ingenieria.pdf?srsId=AfmBOoquWz2Cv2AQkgsb_bijjC77Fyr9L0MQd1iHwHa_tN4T
HdZVrQj-

2.2.6.5. Piezas en T

Se usan para redireccionar y derivar una tubería de muestreo o incluso para conectar capilares y tuberías de bajada.

Figura 19

Piezas en T



Nota: https://shingenieria.com/wp-content/uploads/2021/11/VESDA_Guia_de_Instalacion_de_la_Red_de_Tuberias-SH-ingenieria.pdf?srsltid=AfmBOoquWz2Cv2AQkgsb_bijjC77Fyr9L0MQd1iHwHa_tN4THdZVrQj-

2.2.6.6. Conectores de Reducción

Se usan para conectar tuberías con distintos diámetros externos e internos. Se usan para conectar tubos capilares y tuberías de bajada de muestreo.

Figura 20

Conectores de Reducción



Nota: https://shingenieria.com/wp-content/uploads/2021/11/VESDA_Guia_de_Instalacion_de_la_Red_de_Tuberias-SH-ingenieria.pdf?srsltid=AfmBOoquWz2Cv2AQkgsb_bijjC77Fyr9L0MQd1iHwHa_tN4THdZVrQj-

2.2.6.7. Adaptadores de Tuberías

Se usa para conectar tuberías de tamaño con diámetro imperial a la entrada de la tubería del detector de aspiración.

Figura 21

Adaptador de tuberías



Nota: <https://doc.tecandtec.com.br/xtralis/VESDA/catalogo/xtralis.pdf>

2.2.6.8. Tapa para Extremo

Las tapas de extremo, se utilizan al final de las redes de tuberías para tapan las tuberías de extremo abierto y terminar el flujo de aire que sella el sistema. Se recomienda usar con cemento ABS.

Figura 22

Tapa para Extremo



Nota: <https://www.acornfiresecurity.com/VESDA-xtralis-25mm-end-cap-pack-of-10>

2.2.6.9. Tubos Capilares y Tuberías de Bajada

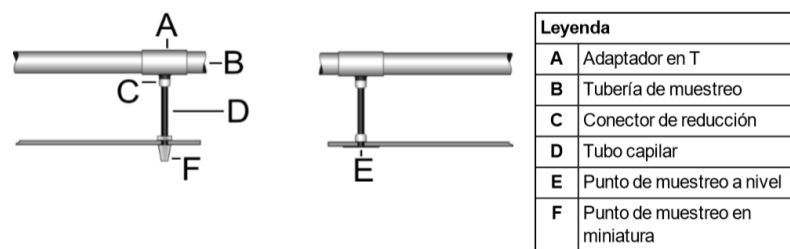
Cuando se requieran casos especiales se utilizan para tomar muestras de aire lejos de la tubería de muestreo, o en casos donde se requiere una detección de aire definido y puntual.

Descripción:

- A: Adaptador en T
- B: Tubería de muestreo
- C: Conector de reducción
- D: Tubo capilar
- E: Punto de muestreo a nivel
- F: Punto de muestreo.

Figura 23

Tuberías de Bajada Capilares



Nota: https://shingenieria.com/wp-content/uploads/2021/11/VESDA_Guia_de_Instalacion_de_la_Red_de_Tuberias-SH-ingenieria.pdf?srsId=AfmBOoquWz2Cv2AQkgsP_bijjC77Fyr9L0MQd1iHwHa_tN4THdZVrQj-

Figura 24

Tubos Capilares



(1) Tubo con punto de muestreo cónico (2) Tubo con Punto de muestreo a nivel

Nota: <https://eurofyre.co.uk/products/red-25mm-test-point-capillary-kit/>

2.2.6.10. Puntos de muestreo en miniatura

Los puntos de muestreo en miniatura se acoplan al extremo de muestreo de los tubos capilares. Hay dos tipos de puntos de muestreo en miniatura:

- **Puntos de muestreo cónicos**

Los puntos de muestreo cónicos se usan según la disponibilidad de espacio, se seleccionan más comúnmente como puntos de muestreo en miniatura.

Figura 25

Punto de muestreo cónico



Nota: <https://ateco.se/en/testpunkt-konisk/>

- **Los puntos de muestreo a nivel**

Normalmente se utilizan cuando es necesario ocultar la red de tuberías.

Figura 26

Punto de muestreo a nivel



Nota: <https://ateco.se/en/testpunkt-konisk/>

2.2.6.11. Accesorios de Montaje

La tubería de muestreo se monta utilizando las opciones de montaje adecuadas para la tubería. A continuación, se ilustran algunos de los montajes utilizados con frecuencia:

Figura 27

Accesorios de montaje de tuberías



Nota: <https://ateco.se/>

2.2.6.12. Cemento solvente

El cemento solvente se utiliza para unir tuberías. También puede utilizarse para unir los accesorios de tuberías como acoplamientos, uniones roscadas de tubos, tubos curvados, acodamientos, piezas en T, piezas en Y, piezas en J y tapones terminales.

Figura 28

Cemento solvente



Nota: <https://www.acornfiresecurity.com/VESDA-xtralis-250ml-solvent-cement>

2.2.6.13. Etiquetas

Se usan para puntos de muestreo: hay dos etiquetas para identificar los orificios de muestreo. Son las siguientes:

- **Etiqueta para puntos de muestreo en miniatura**

Son etiquetas redondas con un orificio en el centro para adaptarse a los puntos de muestreo en miniatura.

Figura 29

Etiqueta para puntos de muestreo en miniatura



Nota: <https://www.acornfiresecurity.com/VESDA-xtralis-label-conical-head-red-e700-splr>

- **Calcomanía para punto de muestreo**

Esta calcomanía se enrolla alrededor de una tubería en el orificio de muestreo. La calcomanía tiene un orificio en el centro. El orificio de la calcomanía debe estar alineado con el orificio de muestreo perforado en la tubería.

Figura 30

Calcomanía para punto de muestreo



Nota: <https://www.acornfiresecurity.com/VESDA-xtralis-pipe-decal-pack-of-200-e700-sp-dcl>

- **Etiqueta para tuberías**

Esta etiqueta identifica la tubería como una tubería del detector de humos y advierte contra su manipulación indebida.

Figura 31

Etiqueta para tuberías




Nota: <https://www.acornfiresecurity.com/VESDA-xtralis-sampling-pipe-labels-35-per-roll-e700-sp-dcl-pipe>

- **Etiqueta de punto de prueba**

Esta etiqueta identifica un punto de muestreo que se utiliza para fines de prueba. Normalmente es el último punto de muestreo de la tubería principal o de una ramificación.

Figura 32

Etiqueta de punto de prueba

 www.xtralis.com part no. 29624 document no. 18715	Fecha de instalación: _____	N.º de punto de prueba: _____
	N.º de zona del detector: _____	Tiempo de transporte (Seg): _____
	N.º de tubería: _____	Presión de succión (Pa): _____

Nota: <https://thefirealarmsupplier.com/products/vsp-950>

2.2.7. **Aspire.**

Es un software para hacer cálculos de diseño computarizado, sirve para realizar la simulación del comportamiento de los componentes del sistema como el detector y la red de muestreo de tuberías. Ayuda en el proceso de evaluación para planos de redes de tuberías, desde básicos hasta muy complejos. Brinda: vistas isométricas 3D, un proceso de verificación de diseño automatizado y una nueva capacidad de Auto Balance, Asegurando que se logre un diseño de tubería personalizado. El software genera una serie de informes con parámetros, materiales requeridos y rendimiento esperado del sistema para que los ingenieros de instalación y puesta en servicio reciban esta información claramente.

2.2.8. **Otras características del Sistema de Aspiración. -**

La tecnología elegida para la implementación del sistema de detección temprana de incendios debido a:

- Marca ampliamente utilizada en la industria, tecnología informática y gran minera de Perú para aplicaciones iguales o similares que la implementada en el presente proyecto.
- Tener compatibilidad para la interconexión necesaria con el sistema de detección de incendios existente.
- Es una tecnología de detección de incendio innovadora.
- Cuenta con certificaciones.



2.2.9. Normativa Nacional e Internacional

El diseño de sistemas de detección temprana de incendios en salas eléctricas debe basarse en normas que garanticen seguridad y eficacia. En el Perú, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), mediante la Norma Técnica A.130 - Requisitos de Seguridad, establece requisitos generales para la protección contra incendios en edificaciones, Requisitos de seguridad general, Sistemas de evacuación, Requisitos específicos por tipo de edificación.

A nivel internacional, las normas de la National Fire Protection Association son fundamentales: la NFPA 72 regula los sistemas de alarma y detección de incendios, la NFPA 75 se centra en la protección de equipos informáticos, y la NFPA 76 en instalaciones de telecomunicaciones. Estas normas orientan sobre sensibilidad, tipo de tecnología y criterios de diseño, siendo clave su aplicación en entornos críticos como salas eléctricas.

2.2.10. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (R.N.E.) - 2006

Título I Generalidades – Norma G.010: Consideraciones Básicas

Artículo 1.- El Reglamento Nacional de Edificaciones tiene por objeto normar los criterios y requisitos mínimos para el Diseño y ejecución de las Habilitaciones Urbanas y las Edificaciones, permitiendo de esta manera una mejor ejecución de los Planes Urbanos. Es la norma técnica rectora en el territorio nacional que establece los derechos y responsabilidades de los actores que intervienen en el proceso edificatorio, con el fin de asegurar la calidad de la edificación.

Para referenciar el RNE con la NFPA, citaremos el párrafo siguiente:

Norma A.130 – "Requisitos de Seguridad"

Capítulo IV - Sistema de Detección y Alarma de Incendio: Artículo 53.-

Todas las edificaciones que deban ser protegidas con un sistema de detección y



alarma de incendios, deberán cumplir con lo indicado en esta Norma y en el estándar NFPA 72 en lo referente a diseño, instalación, pruebas y mantenimiento.

2.2.11. Norma: National Fire Protection Association (Asociación Nacional De Protección Contra El Fuego) (NFPA).

La NFPA (National Fire Protection Association), fundada en 1896 en EE. UU., es responsable de desarrollar normas mínimas para la prevención y protección contra incendios, utilizadas por bomberos, autoridades y personal de seguridad. Su misión es salvaguardar vidas y propiedades, promoviendo buenas prácticas ante riesgos de incendio, eléctricos y similares, mediante más de 300 normas y códigos reconocidos internacionalmente.

Un sistema de detección de incendios, según la NFPA, está compuesto por equipos y dispositivos interconectados que detectan humo o calor en áreas específicas. Su objetivo principal es alertar a las personas ante un incendio para facilitar una evacuación segura. La NFPA 72 es la norma clave para garantizar el diseño, instalación y funcionamiento eficaz de estos sistemas, que pueden incluir detectores de humo y calor, estaciones manuales, sirenas, alarmas y paneles de control, trabajando de forma conjunta para una respuesta inmediata ante emergencias.

2.2.11.1.NFPA 72- Edición 2022 – Código Nacional de Alarmas de Incendio.

Cubre los requisitos mínimos de diseño, ubicación, montaje, pruebas y mantenimiento de los detectores automáticos de incendios.

A continuación, se citarán párrafos de la normativa NFPA 72, en donde se menciona, los detectores de aspiración o muestreo de aire, así mismo el sistema de tuberías, orificios y criterios para diseño:



- **3.3.77.1 Detector del tipo muestreo de aire (Air Sampling-Type Detector)**

Un detector que aspira aire y partículas del área protegida a una red de muestreo que se extiende hasta el detector. Un ventilador de aspiración en la carcasa del detector toma aire del área protegida y lo lleva de vuelta al detector a través de puertos de muestreo de aire, tuberías o tubos. En el detector, el aire es analizado para verificar si existen productos de incendio.

- **7.2. Documentación Mínima Requerida.**

7.2.1* Cuando la documentación sea requerida por la autoridad competente, la siguiente lista representará la documentación mínima requerida para nuevos sistemas y adiciones o modificaciones a sistemas existentes:

- Narrativa escrita que proporcione la intención y descripción del sistema.
- Plano de planta que muestre la ubicación de todos los dispositivos.
- Hojas de datos técnicos del equipo.
- Instrucciones publicadas por el fabricante, incluyendo instrucciones de operación y mantenimiento.

- **Capítulo 14 Inspección, Prueba y Mantenimiento**

- 14.1 Aplicación.

14.1.1 La inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas, sus dispositivos de iniciación y los dispositivos de notificación deberán cumplir con los requisitos de este capítulo.



14.1.3 Se permitirán procedimientos que sean requeridos por otras partes y que excedan los requisitos de este capítulo.

14.1.4 Los requisitos de este capítulo se aplicarán tanto a los sistemas nuevos como existentes.

17.7.4.6.2 Red de tuberías.

17.7.4.6.2.2 Las redes de tuberías de muestreo deben diseñarse basándose en, y deben estar respaldadas por, cálculos de diseño computarizados de dinámica de fluidos para garantizar el desempeño requerido.

17.7.4.6.2.3 Los cálculos de diseño de la red de tuberías de muestreo deben incluir presión, flujo volumétrico y sensibilidad de la alarma en cada puerto de muestreo.

17.7.4.6.2.4 Las aplicaciones de software para el diseño de las redes de tuberías deben estar listadas para uso con los equipos del fabricante.

17.7.4.6.2.5 Las tuberías del sistema de muestreo deben estar conspicuamente identificadas como “TUBO PARA MUESTREO DE ALARMA DE HUMO - PRECAUCION,” de la siguiente manera:

- (1) En cambios en dirección o ramales de tuberías
- (2) A cada lado de los pases de tuberías en muros, pisos u otras barreras
- (3) En intervalos en las tuberías que provean visibilidad dentro del espacio, pero a no más de 20 pies (6.1 m).

17.7.4.6.2.6* Los puertos de muestreo deben estar identificados como tales.



17.7.4.6.2.8 Si las tuberías y accesorios están pintados, la pintura debe ser llevada a cabo de acuerdo con las instrucciones publicadas del fabricante de la alarma de humo de tipo muestreo de aire.

17.7.4.6.2.9 Los materiales, tamaños e instalación de redes de tuberías deben estar de acuerdo con los requisitos publicados del fabricante y adecuados para uso en el entorno en el que estén instalados.

17.7.4.6.3 Instalación y espaciamento.

17.7.4.6.3.1* Los accesorios de redes de tuberías de muestreo de aire deben ser instalados de manera que sean herméticos y deben ser colocados de manera permanente.

17.7.4.6.3.2 El aire muestreado debe ser expulsado hacia una zona de menor o igual presión. El diferencial de presión entre el aire muestreado y el escape de la alarma no debe exceder lo establecido en las instrucciones publicadas del fabricante.

17.7.4.6.3.3* Los soportes para las tuberías de muestreo deben estar de acuerdo con las instrucciones publicadas del fabricante de la alarma de humo de tipo muestreo de aire.

2.2.11.2.NFPA 75 - Norma para la protección contra incendios de equipos de tecnología de la información – Edición 2020

Capítulo 9 Equipos de detección y protección contra incendios

9.2* Sistemas de Detección Automática.

9.2.1 Se instalarán equipos de detección automática para proporcionar una alerta temprana de incendios.

9.2.1.1 El equipo utilizado será un sistema de detección de humo homologado, instalado y mantenido de acuerdo con la norma NFPA 72.



9.2.2* Se instalarán sistemas de detección automática para proporcionar una alerta temprana de incendio en las siguientes ubicaciones:

(1) A nivel del techo en toda el área de la tecnología de información.

(2) Debajo del piso elevado de la zona del área de tecnología de información que contiene cables.

11.5.2.6 Detección de humo. Se deberá instalar un sistema automático de detección de humo homologado en las salas que contengan sistemas de almacenamiento de baterías estacionarias, de acuerdo con la norma NFPA 72. [1:52.2.2.10]

N 9.2.3* Cuando se utilice la detección para monitorear el fuego en gabinetes ITE

individuales, se debe cumplir con lo siguiente:

(1) Los detectores o puertos de muestreo deben estar ubicados en el flujo de aire principal en las ventilaciones de escape, aguas abajo del flujo de aire. ruta de distribución, o de acuerdo con las instrucciones publicadas por el fabricante.

(2) Se deben proporcionar múltiples detectores o puertos cuando el gabinete tiene múltiples salidas de ventilación.

(3) Si el gabinete está compartimentado, cada compartimiento tendrá un detector o puerto.

(4) Cuando los gabinetes estén equipados con sistemas de supresión dentro del gabinete, el sistema de detección debe proporcionar



una señal de alarma para cada gabinete o grupo de gabinetes si el sistema de supresión se va a liberar en varios gabinetes simultáneamente.

2.2.11.3.NFPA 76 - Edición 2020: Norma para la protección contra incendios de instalaciones de telecomunicaciones

6.8.6 Detección de Incendios.

6.8.6.1 General. En instalaciones de telecomunicaciones con áreas de equipos de procesamiento de señales superiores a 232 m² (2500 ft²), dichas áreas deberán contar con un sistema de detección muy temprana de incendios (VEWFD) para la detección y procesamiento de alarmas, conforme al Capítulo 8.

6.8.6.1.1 Las áreas con pisos elevados que no tengan flujo de aire común arriba y debajo del piso, y que contengan materiales combustibles debajo del mismo, deberán contar con un sistema de detección temprana de incendios (EWFD) debajo del piso elevado.

6.8.6.1.2 Si las áreas con pisos elevados comparten flujo de aire arriba y debajo del piso, el sistema VEWFD instalado arriba del piso se considerará suficiente para proteger el área inferior.

6.8.6.2 General. En instalaciones con áreas de equipos de procesamiento de señales de 232 m² (2500 ft²) o menos, dichas áreas deberán contar con un sistema EWFD para detección y procesamiento de alarmas, conforme al Capítulo 8.

6.8.6.2.1 Las áreas con pisos elevados que contengan materiales combustibles debajo del piso deberán contar con un sistema EWFD debajo del mismo, independientemente del flujo de aire común.

7.6.4 Detección de incendios.



7.6.4.3 La instalación, las pruebas y el mantenimiento deberán cumplir con la norma NFPA 72.

8.5 Detección de Incendios

8.5.1 Generalidades

8.5.1.1 Los sistemas de detección de incendios deberán diseñarse, instalarse y mantenerse para proporcionar el nivel de protección requerido en los Capítulos 6 y 7.

8.5.1.2 Los niveles de protección serán los siguientes:

VEWFD (Very Early Warning Fire Detection - Detección Muy Temprana de Incendios).

EWFD (Early Warning Fire Detection - Detección Temprana de Incendios).

SFD (Standard Fire Detection - Detección Estándar de Incendios).

8.5.2 Sistemas de Detección, Los sistemas de detección de humo VEWFD y EWFD deberán utilizar:

Detectores puntuales de humo (Tipo spot) o

Puntos de muestreo (orificio).

Con espaciamiento según:

8.5.3.1 (para VEWFD).

8.5.3.2 (para EWFD).

8.5.3 Instalación

8.5.3.1 VEWFD - Very Early Warning Fire Detection (Detección Muy Temprana de Incendio)

8.5.3.1.1 Cuando el Capítulos 6 lo requiera, los sistemas VEWFD deberán cumplir con los requisitos de 8.5.3.1.2 a 8.5.3.1.2.6.



8.5.3.1.2 Instalación de Detectores Puntuales y Puntos de Muestreo

VEWFD

8.5.3.1.2.1* Cuando se instale un solo nivel de detectores puntuales de humo o puntos de muestreo en un área, la cobertura máxima por dispositivo será de 18.6 m² (200 ft²).

8.5.3.1.2.4* Los sistemas de muestreo de aire (ASD Aspirating Smoke Detector - Detector de humo por aspiración) se diseñarán según los criterios certificados por el fabricante.

8.5.3.1.2.6 Tiempo máximo de transporte

El tiempo máximo de transporte desde el puerto más remoto (excluyendo puertos de prueba instalados en la red de tuberías únicamente para validar consistencia en el desempeño) hasta la unidad de detección de un sistema de muestreo de aire no deberá exceder 60 segundos.

8.5.3.2 EWFD - Early Warning Fire Detection (Detección Temprana de Incendio)

8.5.3.2.1 Sistemas de Detección de Humo

8.5.3.2.1.1 Cuando lo requieran el Capítulo 6, los sistemas EWFD deberán cumplir con los requisitos de 8.5.3.2.1.2 a 8.5.3.2.1.5.

8.5.3.2.1.2* El área de cobertura para un solo detector puntual de humo o punto de muestreo estará limitada a un máximo de 37.2 m² (400 ft²).

8.5.3.2.1.4 El tiempo máximo de transporte desde el puerto más remoto (excluyendo puertos de prueba) hasta la unidad de detección en sistemas de muestreo de aire no deberá exceder 90 segundos.



8.5.3.2.1.5* Los sistemas de muestreo de aire (ASD) deberán diseñarse según los criterios certificados por el fabricante.

2.2.12. La Normativa NFPA e Información del Fabricante.

La NFPA 75 - Norma para la protección contra incendios de equipos de tecnología de la información y NFPA 76 Norma para la Protección Contra Incendios en Instalaciones de Telecomunicaciones, direccionan a niveles de protección conocidos como VEWFD (Very Early Warning Fire Detection - Detección de Incendios de Alerta Muy Temprana) y EWFD (Early Warning Fire Detection - Detección de Incendios de Alerta Temprana), en los cuales se ha comprobado que son efectivos para detección de un incendio en etapas incipientes.

Una forma muy eficaz de lograr los niveles de protección VEWFD o EWFD es utilizando un sistema de detección de humo por aspiración. Estos sistemas constan de un detector con un amplio rango de sensibilidad y tuberías que toman muestras del aire en el ambiente a través de orificios que se comportan como un detector de humo para efectos de espaciamiento.

Para proteger un ambiente se debe realizar un diseño en un software especializado en el cual se validará que el sistema cumpla con los niveles de sensibilidad deseados. Es importante entender que estos sistemas son mucho más sofisticados que la detección de humo tradicionalmente realizada con detectores fotoeléctricos y por lo tanto la inversión necesaria será mayor.

Sin embargo, estos montos de inversión se justifican cuando protegemos equipos mucho más costos o procesos críticos cuya interrupción puede resultar mucho más costosa que cualquier sistema de protección contra incendios.

- **Detección muy temprana (VEWFD - Very Early Warning Fire Detection - Detección de Incendios con Alerta Muy Temprana)**



Alerta Muy Temprana: en áreas donde se requiere una detección muy temprana y sensible, donde se requiere detección cuando el humo es mayormente escaso por naturaleza, donde incluso el humo de baja intensidad puede representar un riesgo de daño (como en centros de datos, salas blancas de respaldo de información u otras áreas especiales, etc).

- **Detección temprana (EWFD - Early Warning Fire Detection - Detección de Incendios de Alerta Temprana)**

Alerta Temprana: En las áreas donde se requiere una detección temprana. Especialmente en lugares donde se requiere detectar la presencia de humo en su etapa incipiente (como en salas eléctricas, salas de producción altas o salas de almacenamiento, etc).

- **Detección estándar (SFD - Standard Fire Detection - Detección de incendios estándar)**

Alerta Estándar: Se refiere a la sensibilidad de un detector de humo de tipo puntual estándar fabricado de acuerdo con la normativa y en todo tipo de entornos normales (edificios comerciales, administrativos, colegios, etc).

2.2.13. Recomendaciones del Fabricante.

Xtralis, ahora es parte de Honeywell, es una empresa privada que fabrica productos de seguridad para detección de humo, detección de gas y detección temprana, verificación visual y prevención de amenazas de incendio e intrusión.

2.2.13.1. Resumen de los requisitos mínimos de la norma NFPA 76 para detección de incendios y humo en áreas con equipos de telecomunicaciones.

Para cada habitación cerrada individual en la instalación de telecomunicaciones, se debe identificar de la siguiente lista las áreas de peligro o el equipo presente. La Tabla en la página siguiente resume estos requisitos.

Tabla 7

Resumen de requisitos NFPA 76 para detección en telecomunicaciones.

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota:

https://buildings.honeywell.com/content/dam/hbtbt/en/documents/downloads/AspiratingSmokeDetectors_AppGuide.pdf

2.2.13.2. Diseño con la NFPA Requisitos y limitaciones del Sistema de Aspiración.

VESDA admite muchos diseños de redes de tuberías prediseñadas para simplificar las instalaciones en campo. Todas las redes de tuberías prediseñadas que se presentan en este cuadro son lineales y cumplen con las normas de configuración NFPA 72, NFPA 76 (EW y VEW).

2.2.13.2.1. Diseño de la red de tuberías de muestreo

El VESDA VLF admite varios diseños predefinidos de redes de tuberías para simplificar la instalación. Estos diseños han sido creados considerando factores como presión, flujo y tiempo de transporte, y han sido verificados (para detalles de configuración, consulte el Manual de Diseño de Sistemas VESDA).

Los diseños de preingeniería asumen las siguientes restricciones:



- 1) No debe existir mezcla de tubos de perforación abierta y tubos capilares en un diseño de red de tuberías. Todos los puntos de muestreo deben ser del mismo tipo.
- 2) Todos los puntos de muestreo deben estar uniformemente espaciados en un diseño de red de tuberías.
- 3) Los diseños con ramificaciones deben utilizar la misma cantidad de puntos de muestreo en cada rama.
- 4) Los diseños con perforaciones abiertas deben emplear agujeros del mismo tamaño en todo el diseño.
- 5) Los diseños con tubos capilares deben usar tubos del mismo tamaño y longitud en toda la red.
- 6) La distancia desde el detector hasta el primer punto de muestreo debe ser de 1 a 2 veces la distancia entre puntos de muestreo. Por ejemplo, si los puntos están separados por 4 metros, la distancia entre el detector y el primer punto debe estar entre 4 y 8 metros.
- 7) Dadas las restricciones detalladas anteriormente, los diseños de preingeniería de redes de tuberías proporcionarán:

Tabla 8

Parámetro para Diseño de la red de tuberías de muestreo

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: <https://www.fpssa.com.ar/uploads/archivos/Manuales/VESDA/VLF-500/VLF%20500%20Guia%20del%20Producto.pdf>

Para diseños de red de conducción complejos o alternativos, incluyendo los capuchones con orificios de muestreo, utilice el software de creación de modelos de conducción ASPIRE para verificar el rendimiento del conductor. Para obtener más información sobre códigos determinados, consulte Información sobre códigos y estándares para la detección de humo por muestreo de aire en la página iii de la guía del producto VLF 500.

2.2.13.2.2. Red de tuberías ramificadas

La siguiente tabla muestra los tamaños de orificios adecuados para diseños prediseñados de una red de tuberías ramificadas. En el Anexo 06 se encontrará la selección de número de orificios como resultado.

Tabla 9

Número y tamaño de orificios de tuberías ramificadas

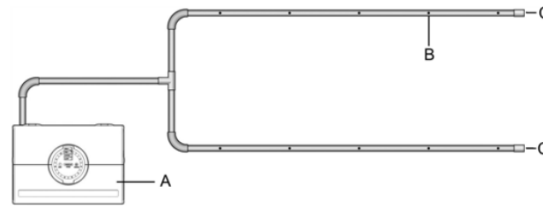
Red de Tuberías Ramificadas (2 ramales)		Longitud máxima: 30 m (90 pies) Distancia máxima del detector a la rama: 5 m (15 pies)		
		Tubo ID (Diámetro Interior) 22.2 mm	Tubo IPS (Iron Pipe Size - Diámetro Interior) ¾"	
N° de Orificios de muestreo por ramal de tubería	Orificio abierto	Orificio abierto de 5.2 mm Capilar* con orificio de 5 mm	Orificio abierto	Capilar de 3/8" * con orificio de 1/8 de pulgada
	Tamaño del orificio (mm)	Longitud (m)	Tamaño del orificio (in)	Longitud (ft)
3	3.0 – 5.5	0 – 2.0	1/8 – 7/32	0 – 12
4	3.0 – 5.0	0 – 3.0	1/8 – 3/16	0 – 12
5	3.0 – 4.0	0 – 3.0	1/8 – 5/32	0 – 12
6	3.0 – 4.0	0.2 – 3.0	1/8 – 5/32	0 – 12
7–12*	Utilice ASPIRE para calcular los tamaños de los orificios en este rango*			

Nota: <https://fpssa.com.ar/uploads/archivos/Manuales/Vesda/VLF-500/VLF%20500%20Guia%20del%20Producto.pdf>

La configuración mostrada abajo ilustra un diseño ramificado de tuberías con 5 orificios de muestreo por rama y tapones finales instalados sin orificios de muestreo.

Figura 33

Sistema de tuberías ramificadas



Leyenda					
A	Detector de humo	B	Orificio de muestreo	C	Capuchón (sin orificio)

Nota: <https://www.fpssa.com.ar/uploads/archivos/Manuales/VESDA/VLF-500/VLF%20500%20Guia%20del%20Producto.pdf>

2.2.13.2.3. Elección del Detector.

Se debe identificar el detector VESDA adecuado una vez que se conozcan las condiciones del recinto, seleccionando el detector para muestreo. La tabla a continuación identifica el detector VESDA sugerido para diferentes entornos. Las condiciones reales del sitio y el diseño de la red de tuberías determinarán la elección final del detector.

Tabla 10

Detección Sujeta a Diferentes Aplicaciones

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: VESDA_Pipe_Network_Design_Guide_A4_IE_lores_056



Nota: Las áreas que incluyen techos, interruptores eléctricos o subestaciones en cualquier aplicación de la lista anterior suelen presentar altos niveles de contaminación que afectan el rendimiento del detector estándar. En estos casos, el detector VESDA VLI puede ser la opción más adecuada. Algunas aplicaciones se indican con el símbolo "o".

2.2.13.2.4. Parámetros de Detectores VESDA.

Los distintos detectores de la gama VESDA tienen características diferentes. Los parámetros de diseño de la red de tuberías para cada uno de estos detectores pueden variar según las condiciones y los requisitos del sitio. Los parámetros para los detectores VESDA se indican a continuación.

Tabla 11

Parámetros de Detectores VESDA

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: VESDA_Pipe_Network_Design_Guide_A4_IE_lores_056



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Normativas Técnicas: NFPA 72, NFPA 76, Entre Otras Relacionadas

Se utilizaron normas reconocidas internacionalmente que establecen los requisitos mínimos para el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de detección y alarma contra incendios en instalaciones eléctricas y telecomunicaciones.

3.1.1.1. NFPA 72 Norma para Sistemas de Alarma y Señalización Contra Incendios.

Se usa esta norma para el diseño, instalación y mantenimiento de detectores de humo, calor y sistemas de alarma.

3.1.1.2. NFPA 75 Norma para la protección contra incendios de equipos de procesamiento de información.

Esta norma establece los requisitos para la protección contra incendios de equipos electrónicos, incluyendo sistemas de cómputo, servidores, centros de datos y equipos relacionados

3.1.1.3. NFPA 76 Norma específica para la protección contra incendios en instalaciones de telecomunicaciones.

Usamos esta normativa para ver los requisitos aplicables en salas eléctricas, salas de telecomunicación con equipamiento crítico.

Estas normativas garantizan que el diseño cumpla con las mejores prácticas y seguridad normativa.



3.1.2. Instrumentos de Análisis Documental: Guías de Producto, Fichas Técnicas, Manuales y Documentos del Fabricante

Para realizar un análisis detallado, se emplearon documentos técnicos como guías del producto, fichas técnicas, manuales, documentos del fabricante, etc. Estos documentos aseguran que el sistema seleccionado sea adecuado para proteger la sala eléctrica.

Los instrumentos:

- 3.1.2.1. Guía de Observación Técnica y
- 3.1.2.2. Lista de Verificación Basada en NFPA 72, 75 y 76;

Han sido elaborados tomando como base la metodología propuesta por Hernández Sampieri (2014) para investigaciones cualitativas, así como los requisitos técnicos establecidos por las normas NFPA 72, 75 y 76, en conjunto con guías del fabricante del sistema VESDA.

La investigación cualitativa no mide en cifras, sino que busca comprender e interpretar con detalle lo que está pasando, usando documentos, observación o guías como herramientas de análisis.

En los análisis de resultados se revisará los documentos con los resultados obtenidos.

3.1.2.1. Guía de Observación Técnica

Este tipo de instrumento es común en ingeniería y seguridad donde se requiere una evaluación del proyecto a intervenir.

El evaluador usa su experiencia, criterio profesional y análisis documental como la normativa, fichas técnicas, manuales, etc.



- **Aplicación técnica:**
 - Levantamiento de información técnica del ambiente, mediante observación directa de las condiciones físicas de la sala eléctrica.
- **Objetivo:**
 - Revisar las condiciones actuales de la sala eléctrica en relación con la seguridad contra incendios.

Tabla 12

Guía de Observación Técnica

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: Elaboración Propia

3.1.2.2. Lista de Verificación Basada en NFPA 72, 75 y 76

El uso de este checklist se usa para auditorías técnicas y diseño de sistemas contra incendios.

- **Aplicación Técnica:**
 - NFPA 72 - Código Nacional de Alarmas y Señalización contra Incendios.
 - NFPA 75 - Norma para la Protección contra Incendios de Equipos de Tecnología de la Información.
 - NFPA 76 - Norma para la Protección contra Incendios de Instalaciones de Telecomunicaciones.

Además, puedes referenciar guías o manuales técnicos de fabricantes como VESDA/Xtralis, quienes suelen publicar documentos técnicos informativos y manuales de diseño alineados con las NFPA.

- **Objetivo:**
 - Verificar el cumplimiento normativo de condiciones mínimas de seguridad contra incendios en la sala eléctrica.

Tabla 13

Lista de Verificación Basada en NFPA 72, 75 y 76

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: Elaboración Propia

3.1.3. Encuestas a expertos o personal técnico con experiencia en detección de incendios

Se realizaron encuestas a personal de ingeniería, comercial y técnico de la especialidad de sistemas de detección de incendio, quienes respondieron a preguntas relacionadas a la NFPA, diseño y sistemas de detección temprana de incendio. Esto enriqueció el análisis de este proyecto de investigación y permitió validar la factibilidad en el proyecto.

3.2. METODOLOGÍA

La presente investigación se centra en el diseño y evaluación de un sistema de detección temprana de incendios en salas eléctricas, considerando su cumplimiento con

la normativa NFPA. La metodología fue estructurada en función de la matriz de consistencia, que define los objetivos, variables, indicadores e instrumentos utilizados.

3.2.1. Diseño de la investigación

Se emplea un diseño no experimental, ya que no se manipularán las variables independientes ni dependientes; el estudio se limita a observar, analizar y evaluar el sistema de detección temprana en su contexto normativo y técnico real. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el diseño no experimental es adecuado cuando el investigador se limita a observar fenómenos tal como ocurren, sin intervenir ni modificar las condiciones, lo que se ajusta al propósito del objetivo general de esta investigación: evaluar el diseño de un sistema de detección temprana de incendios aplicando la normativa NFPA.

Este diseño permite analizar los parámetros de cumplimiento y el desempeño esperado del sistema, como se define en la matriz de consistencia, mediante instrumentos como la guía de observación técnica y las listas de verificación, sin necesidad de implementación física en campo. Además, garantiza que los hallazgos sean reproducibles y consistentes con estándares internacionales.

3.2.2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptivo, porque su objetivo es detallar los elementos que conforman un sistema de detección temprana de incendios, identificando sus componentes, requerimientos técnicos y normativos, así como su funcionalidad esperada en salas eléctricas. Según Sampieri (2010), la investigación descriptiva se centra en caracterizar fenómenos y establecer relaciones entre variables, lo que permite describir con precisión los parámetros

de diseño, los sistemas más adecuados y la efectividad normativa, tal como se plantea en los objetivos específicos de la matriz de consistencia:

- Determinar los parámetros mínimos de cumplimiento para el diseño.
- Seleccionar el sistema de detección más eficiente y seguro.
- Analizar los requerimientos técnicos para el diseño del sistema.

Este enfoque permite generar un panorama claro y estructurado de cómo los sistemas de detección temprana pueden cumplir con la normativa NFPA y responder eficazmente ante un posible incendio.

3.2.3. Enfoque de la investigación

El estudio adopta un enfoque cualitativo, fundamentado en la revisión de documentos técnicos, normas NFPA, manuales de fabricantes y opiniones de expertos en sistemas de detección de incendios. Según Taylor, Bogdan y DeVault (2016), el enfoque cualitativo permite comprender fenómenos complejos desde una perspectiva contextual, lo que resulta pertinente para evaluar el desempeño de un sistema normativo sin necesidad de recurrir a datos cuantitativos.

En este caso, el enfoque cualitativo se vincula directamente con los indicadores de la matriz de consistencia:

- **Variable independiente:** Aplicación de la normativa NFPA, evaluada mediante listas de verificación y guía de observación técnica.
- **Variable dependiente:** Desempeño del sistema, evaluado considerando parámetros documentados como tiempo de respuesta, sensibilidad y cobertura de los detectores.

Esta perspectiva permite analizar la coherencia entre diseño normativo y requerimientos técnicos, garantizando que los resultados sean aplicables y consistentes con los estándares internacionales.

3.2.4. Método de investigación

Para el presente estudio se utilizó el método análisis-documental, complementado con la opinión de expertos, con el objetivo de evaluar la conformidad normativa y técnica del sistema de detección temprana de incendios en salas eléctricas. Este enfoque es apropiado para investigaciones que buscan validar diseños, verificar el cumplimiento de estándares internacionales y fundamentar decisiones técnicas, sin necesidad de una implementación física (Hernández et al., 2014).

El análisis documental se realizó sobre:

- **Normas NFPA 72, 75 y 76**, para establecer criterios de diseño, ubicación de detectores, niveles de alarma y métodos de alerta temprana.
- **Manuales de fabricantes y fichas técnicas de detectores VESDA**, con el fin de identificar parámetros críticos de sensibilidad, cobertura y desempeño del sistema.

Para el desarrollo de los objetivos de investigación, se aplicaron los siguientes instrumentos definidos en la matriz de consistencia:

- **Guía de observación técnica (Tabla 12)**: permitió evaluar los elementos del sistema de detección según criterios normativos y técnicos.
- **Lista de verificación basada en NFPA 72, 75 y 76 (Tabla 13)**: sirvió para medir el nivel de cumplimiento de los requisitos normativos, constituyendo el indicador principal de la variable independiente.
- **Indicadores de desempeño (Tablas 15 y 16)**: utilizados para evaluar el nivel de cumplimiento de la normativa y el tiempo de respuesta del sistema de detección.



A continuación, se detalla cómo cada objetivo se abordó mediante estas herramientas:

- **Objetivo general: Evaluar el diseño de un sistema de detección temprana de incendio aplicando la normativa NFPA.**
- **Instrumentos utilizados:** Guía de observación técnica (Tabla 12) y Lista de verificación basada en la NFPA 72, 75 y 76 (Tabla 13).
- **Tablas relacionadas:** Tabla 4 (tamaño de partículas detectables), Tabla 5 (niveles de alarma VESDA), Tabla 7 (Resumen requisitos NFPA 76), Tabla 11 (parámetros de detectores VESDA), Tablas 15 y 16 (indicadores de cumplimiento y tiempo de respuesta).
- **Figuras complementarias:** Figura 3 (principales componentes del sistema), Figura 11 (sistemas de aspiración comparativos), Figura 14 (funcionamiento del sistema de aspiración).
- **Anexos:** Anexo 01 (planos de instalación), Anexo 02 (reporte del software), Anexo 06 (tablas y resultados).
- **Justificación:** La combinación de análisis documental, normas y parámetros de equipos permitió evaluar de manera integral si el diseño del sistema cumple con los estándares NFPA, garantizando un marco técnico y normativo sólido para la seguridad en salas eléctricas.
- **Objetivo específico: Determinar los parámetros mínimos de cumplimiento para el diseño de sistemas de detección temprana de incendios.**
- **Instrumentos utilizados:** Lista de verificación Basada en NFPA 72, 75 y 76 (Tabla 13) y Guía de observación técnica (Tabla 12).



- **Tablas relacionadas:** Tabla 8 (parámetros para diseño de la red de tuberías de muestreo), Tabla 9 (número y tamaño de orificios), Tabla 10 (detección sujeta a diferentes aplicaciones), Tabla 11 (parámetros de detectores VESDA).
- **Anexos:** Anexo 06 (Tablas y resultados) y Anexo 01 (planos: Vista de planta, cortes e isométrico).
- **Justificación:** La revisión de parámetros técnicos y criterios normativos permitió establecer los mínimos requeridos para garantizar una detección temprana eficaz, considerando la configuración de las salas eléctricas.
- **Objetivo específico: Seleccionar el sistema de detección de incendio más eficiente y seguro para una sala eléctrica.**
- **Instrumentos utilizados:** Tabla 12 (Guía de observación técnica) y Tablas 15 y 16 (indicadores de cumplimiento de los requisitos de la NFPA y tiempo de respuesta del sistema de detección temprana).
- **Tablas relacionadas:** Tabla 5 (niveles de alarma en VESDA y su aplicación), Tabla 17 (clasificación por sensibilidad del sistema (VEWFD, EWFD, SFD), Tabla 18 (Verificación de Parámetros del Sistema de Detección) y 19 (Parámetros técnicos evaluados y valores obtenidos por ASPIRE).
- **Figuras:** Figura 14 (funcionamiento del sistema de aspiración), Figura 33 (tuberías ramificadas), Figura 39 (software para diseño de redes de muestreo).
- **Anexos:** Anexo 02 (reporte del software ASPIRE), Anexo 06 (resultados).



- **Justificación:** El análisis permitió identificar cuál configuración y modelo de detector ofrece mayor eficiencia y seguridad, considerando tiempos de respuesta, sensibilidad y cumplimiento normativo.
- **Objetivo específico: Analizar los requerimientos técnicos para el diseño de un sistema de detección temprana en una sala eléctrica.**
- **Instrumentos utilizados:** Guía de observación técnica (Tabla 12) y Lista de verificación Basada en NFPA 72, 75 y 76 (Tabla 13).
- **Tablas relacionadas:** Tabla 4 (Tamaño de partículas detectables), Tabla 8 (Parámetro para Diseño de la red de tuberías de muestreo), Tabla 9 (Número y tamaño de orificios de tuberías ramificadas) y Tabla 10 (Detección Sujeta a Diferentes Aplicaciones), Tabla 11 (parámetros de detectores VESDA).
- **Figuras:** Figura 15 (Sistema de muestreo de aire mediante tuberías), Figura 16 (Sección de una tubería VESDA) Figura 17 (Uniones, acoples y juntas de expansión), Figura 18 (Tubos Curvados y Acodamientos), Figura 19 (Piezas en T), Figura 20 (Conectores de Reducción), Figura 21 (Adaptador de tuberías), Figura 22 (Tapa para extremo), Figura 23 (Tuberías de Bajada Capilares), Figura 24 (Tubos Capilares), Figura 25 (Punto de muestreo cónico Puntos de muestreo a nivel), Figura 26 (Punto de muestreo a nivel), Figura 27 (Accesorios de montaje de tuberías)
- **Anexos:** Anexo 01 (planos de instalación), Anexo 02 (reporte de software), Anexo 06 (tablas y resultados).
- **Justificación:** El análisis de los requisitos técnicos permitió definir los criterios de instalación, distribución de puntos de muestreo y selección de



detectores, asegurando el cumplimiento normativo y la eficacia operativa del sistema.

Tabla 14

Matriz de Consistencia:

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: Elaboración Propia

3.2.5. La ubicación geográfica del estudio

El proyecto se localiza en la provincia de Lima, en Av. Angamos Este 2520, Surquillo - Lima.

- Distrito de Surquillo:
- Coordenadas UTM:
- Longitud: 12°06'44" S
- Latitud: 76°59'54" O
- Departamento: Lima
- Provincia: Lima
- Distrito: Surquillo
- Dirección: Av. Angamos Este 2520, Surquillo – Lima.

Figura 34

Ubicación geográfica del lugar de estudio



Nota: Elaboración Propia

3.2.6. Periodo de duración del estudio

El periodo de estudio de esta investigación abarco desde el 4 de abril 2024 y termino el 28 de diciembre del 2024.

3.2.7. Procedencia del material utilizado

Se utilizará la normativa NFPA con sede principal en Quincy, Massachusetts - Estados Unidos, fichas técnicas proporcionadas por fabrica Xtralis ubicada en Victoria, Melbourne - Australia y sus respectivas recomendaciones. Por lo tanto, la información contenida en la presente investigación es de carácter confiable, legal y actualizada. La presente investigación contribuye a identificar oportunidades de mejora y eso conlleva a elaborar proyectos que son acorde a la normativa.

3.2.8. Población



Según Hernández (2014), señala que la población de estudio se define como un conjunto de casos que comparten características similares relacionadas con la investigación.

La población para la investigación serán todos los sistemas de detección de incendios que sean aptos para la protección de salas eléctricas y que operan bajo la Norma NFPA.

3.2.9. Muestra

Según Hernández Sampieri, R. (2010), La muestra es una parte representativa y reducida de la población que conserva sus principales características. La muestra es el sistema de detección temprana de incendio está conformada por un detector de aspiración de humo y una red de tuberías que protegerán a una sala eléctrica.

3.2.10. Procedimiento de la investigación

La estructura metodológica, para llevar a cabo la investigación, se seguirá la técnica detallada por Hernández (2014) usando el método de recopilación de información. Se utilizarán la normativa NFPA la cual fue elaborada según los registros históricos y documentos adecuados.

Para obtener información relevante y fiable, se analizará la situación actual del proyecto, como por ejemplo el área de riesgo de incendio, sus características técnicas, con el fin de realizar una evaluación detallada y precisa del diseño. Se considera la siguiente información:

3.2.10.1. Recopilación Bibliográfica Y Normativa



Se realizará una búsqueda y selección de la literatura técnica y la normativa NFPA.

3.2.10.2. Análisis Normativo y Técnico

Se realizará una evaluación de los requisitos establecidos por la norma NFPA y documentos del fabricante, aplicables específicamente para salas eléctricas.

Se identificarán los componentes del sistema (detectores, ubicación, sensibilidad, etc.) según la normativa.

Se evaluará los criterios de diseño del sistema propuesto para cumplir con la normativa.

3.2.10.3. Modelado Teórico Del Sistema

Se desarrollará un modelo computacional que represente gráficamente el sistema de detección temprana de incendios. Esto incluye ubicación de los componentes esenciales (por ejemplo, detectores de humo, red de tuberías y demás elementos que integran el sistema) y definirá el comportamiento esperado en situaciones de riesgo de incendio. Para este procedimiento se usará el software AutoCAD.

3.2.10.4. Simulación y Análisis

Utilizando herramientas de un software de cálculo de diseño computarizado, se evaluará el sistema para obtener parámetros que cumplan con la normativa o documentos del fabricante (por ejemplo, velocidad del flujo, tiempo de respuesta, entre otros). Esto permitirá



analizar cómo responde el sistema ante posibles eventualidades y verificar su conformidad con los lineamientos de la NFPA. Para este procedimiento se usará el software del fabricante Aspire.

3.2.10.5. Resultados del Software

Los resultados obtenidos por medio del software Aspire, se compararán con los requisitos establecidos en la norma. Se identificarán los parámetros y áreas de mejora del diseño propuesto.

3.2.11. Variables e indicadores

3.2.11.1. Variable independiente

Aplicación de la NFPA. Se refiere al cumplimiento de los requisitos de la norma NFPA en el diseño del sistema de detección temprana de incendios.

- Indicador: Nivel de cumplimiento de los requisitos NFPA.

3.2.11.2. Variable dependiente

Desempeño del Sistema de detección temprana de incendio en la sala eléctrica. Se refiere a qué tan efectivo es el sistema para detectar un incendio de manera oportuna, en función de lo establecido por la NFPA.

- Indicador: Tiempo de respuesta del sistema de detección temprana de incendio.

3.2.11.3. Indicadores de cumplimiento:

- **Indicador: Nivel de Cumplimiento de los Requisitos NFPA**



El indicador evalúa si el diseño del sistema de detección temprana de incendios cumple con la normativa NFPA, dentro del análisis cualitativo de la variable independiente "Aplicación de la NFPA".

Tabla 15

Indicador: Nivel de Cumplimiento de los Requisitos NFPA

Nota: La presente tabla se presenta en el Anexo 06, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: Elaboración Propia

- **Indicador: Tiempo de Respuesta del Sistema de Detección Temprana de Incendio:**

Este indicador evalúa la rapidez del tiempo de respuesta del sistema diseñado para detectar y reaccionar ante condiciones inesperadas como humo, calor o fallos eléctricos, en una sala eléctrica.

Este indicador corresponde a la variable dependiente del estudio del desempeño del sistema de detección temprana.

Tabla 16

Indicador: Tiempo de Respuesta del Sistema de Detección Temprana

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: Elaboración Propia

3.2.12. Análisis de los resultados

El análisis de los resultados se realizará a partir de la información recopilada mediante la revisión documental, centrada en las normas de la National Fire Protection Association (NFPA) y otras fuentes relevantes sobre sistemas de detección temprana de incendios en ambientes eléctricos.

Este análisis será de tipo cualitativo de contenido, lo que implica una interpretación de la información recopilada, con el fin de comprender los aspectos normativos y técnicos que definen un sistema de detección en salas eléctricas.

3.2.12.1. Análisis de resultados de los Indicadores:

- Indicador: Nivel de Cumplimiento de los Requisitos NFPA

Tabla 15

Indicador: Nivel de Cumplimiento de los Requisitos NFPA

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: Elaboración Propia

En función del análisis documental, el diseño del sistema de detección temprana propuesto, se ubica en un nivel de cumplimiento alto, al incorporar criterios técnicos y normativos de la NFPA de forma clara, sin requerir instalación física, lo que valida su aplicabilidad en escenarios reales de riesgo eléctrico.

- Indicador: Tiempo de Respuesta del Sistema de Detección Temprana de Incendio

Tabla 16

Indicador: Tiempo de Respuesta del Sistema de Detección Temprana

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: Elaboración Propia

El análisis cualitativo del diseño indica que el sistema de detección temprana presenta un nivel de respuesta alto, ya que incorpora tecnología de alta sensibilidad y está diseñado para activarse antes de que el riesgo se torne crítico, cumpliendo con los objetivos de prevención temprana en salas eléctricas.

3.2.12.2. Análisis de resultados de los Instrumentos de Análisis

Documental

Según los instrumentos usados se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Guía de Observación Técnica**

Tabla 12

Guía de Observación Técnica:

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: Elaboración Propia

- **Lista de Verificación Basada en NFPA 72, 75 y 76**

Tabla 13

Lista de Verificación Basada en NFPA 72, 75 y 76

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: Elaboración Propia

3.2.13. Procedimiento para realizar el diseño del sistema de detección temprana de incendio

Se establece un procedimiento para realizar un diseño conforme a la normativa vigente:

- a) Comprender la normativa y recomendaciones del fabricante.
- b) Reunir toda la información relevante sobre el recinto a proteger como medidas (largo, ancho y alto).
- c) Determinar los usos del área a proteger.
- d) Revisar la normativa y citar artículos para tener un respaldo técnico y legal.
- e) Elegir el modelo del detector, para establecer la cantidad y trazado red de tuberías.
- f) Elaborar planos.
- g) Uso de software de cálculos de diseño computarizado.
- h) Elaboración de memoria descriptiva, presupuesto, especificaciones técnicas y cronograma.

3.2.14. Desarrollo de los requisitos para el diseño del sistema de aspiración

Se procede a desarrollar cada requisito:

- a) **Comprender la Normativa y Recomendaciones del Fabricante**



En cumplimiento del Artículo 53 de la Norma A.130 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), el diseño del sistema se fundamenta en la NFPA 72, norma internacional que establece los requisitos para el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de detección y alarma contra incendios. De manera complementaria, se considera la NFPA 75, orientada a la protección de equipos de procesamiento de datos, y la NFPA 76, aplicable a instalaciones de telecomunicaciones con equipamiento crítico. Estas normativas, junto con las recomendaciones técnicas del fabricante, aseguran un diseño con una base sólida para el desarrollo técnico del proyecto.

Recomendaciones del Fabricante, usaremos algunas tablas y figuras citadas anteriormente como son:

- Tabla 7: Resumen de requisitos NFPA 76 para detección en telecomunicaciones.
- Tabla 10: Detección Sujeta a Diferentes Aplicaciones
- Tabla 11: Parámetros de Detectores VESDA

b) Reunir toda la información relevante sobre el recinto a proteger

Se recopiló información como: planos de planta y elevaciones, distribución de equipos, prestando atención especial a la presencia de pisos técnicos o falsos pisos, ya que estos influyen en el diseño para la detección temprana de incendio. Usaremos la Tabla 12: Guía de Observación Técnica.

c) Determinar los usos del área protegida

- El recinto a proteger es una sala eléctrica compuesta por:
- 04 tableros de distribución.
- 03 centros de control



- 01 transformador
- 01 gabinete de monitoreo
- 01 gabinete auxiliar
- 01 batería
- 01 ups principal
- 01 gabinete de comunicación
- 01 gabinete de seguridad
- 01 ups
- 01 transformador
- 01 tablero para aire acondicionado de data center.
- 01 tablero de distribución
- 01 tablero bypass de ups
- 01 tablero general
- 02 paneles de distribución.

d) Revisar la normativa y citar artículos para tener un respaldo técnico y legal

Se revisaron las normas NFPA aplicables y se citaron los artículos que respaldan el diseño. Esto asegura que el proyecto cumpla con los estándares internacionales. A continuación, se presentan los principales artículos considerados:

- **2.6.2.1. NFPA 72- Edición 2022 – Código Nacional de Alarmas de Incendio.**
- **17.7.4.6.2 Red de tuberías.**
- **17.7.4.6.2.2 Las redes de tuberías de muestreo deben diseñarse basándose en, y deben estar respaldadas por, cálculos de diseño**



computarizados de dinámica de fluidos para garantizar el desempeño requerido.

- **Aplicación de la normativa:**

Verificación del diseño: El presente diseño ha sido desarrollado en AutoCAD y el modelado y simulación mediante el software Aspire. Por tanto, se cumple con el respaldo computacional exigido por la norma para garantizar el desempeño requerido. La disposición exacta de estas redes de tuberías y cálculo de diseño computarizado está indicada en los planos de diseño adjuntos en el Anexo 01 y en el reporte de cálculo Anexo 02.

- **17.7.4.6.2.3 Los cálculos de diseño de la red de tuberías de muestreo deben incluir presión, flujo volumétrico y sensibilidad de la alarma en cada puerto de muestreo.**

- **Aplicación de la normativa:**

Cálculos del Sistema: El software Aspire, permite simular y validar los parámetros mencionados: presión, flujo de aire, tiempo. Para verificar los valores obtenidos por medio del Software revisar el reporte de Software Anexo 02.

- **17.7.4.6.2.4 Las aplicaciones de software para el diseño de las redes de tuberías deben estar listadas para uso con los equipos del fabricante.**

- **Aplicación de la normativa:**

Listado por el Fabricante: El software ASPIRE está listado por Xtralis para su uso con detectores VESDA. Eso significa que Xtralis lo ha desarrollado, probado y autorizado como herramienta válida para diseñar redes de tuberías que trabajarán correctamente con sus equipos.



- **17.7.4.6.2.5 Las tuberías del sistema de muestreo deben estar conspicuamente identificadas como “TUBO PARA MUESTREO DE ALARMA DE HUMO - PRECAUCION” de la siguiente manera:**
 - (1) **En cambios en dirección o ramales de tuberías**
 - (2) **A cada lado de los pases de tuberías en muros, pisos u otras barreras**
 - (3) **En intervalos en las tuberías que provean visibilidad dentro del espacio, pero a no más de 20 pies (6.1 m).**
- **Aplicación de la normativa:**

Se Incorporo la señalización: En los siguientes puntos del diseño:

 - (1) En cambios de dirección o ramales.
 - (2) A cada lado de los pases de tuberías en pisos, entre ambiente principal y falso piso).
 - (3) A lo largo de la red de tuberías, en tramos no mayores de 6.1 m (20 pies), asegurando visibilidad desde cualquier punto del espacio protegido.
- **17.7.4.6.2.6* Los puertos de muestreo deben estar identificados como tales.**
- **Aplicación de la normativa:**

Se Identificó los Puertos de Muestreo: En los planos de diseño, ver Anexo 01, se indica la ubicación de cada puerto de muestreo que establece su rotulación, según las recomendaciones del fabricante y normativa vigente.
- **17.7.4.6.2.9 Los materiales, tamaños e instalación de redes de tuberías deben estar de acuerdo con los requisitos publicados del fabricante y adecuados para uso en el entorno en el que estén instalados.**



- **Aplicación de la normativa:**

Se ha cumplido con los materiales y tamaños: Seleccionando los materiales, diámetros y configuraciones de tuberías conforme a las especificaciones del fabricante Xtralis, asegurando su adecuación al entorno de la sala eléctrica. Los detalles se encuentran en los planos del Anexo 01 y en la ficha técnica del sistema Anexo 3.

- **2.6.2.2. NFPA 75 - Norma para la protección contra incendios de equipos de tecnología de la información – Edición 2020.**

- **N9.2.2* Se instalarán sistemas de detección automática para proporcionar una alerta temprana de incendio en las siguientes ubicaciones:**

- **(1) A nivel del techo en toda el área de la tecnología de información.**

- **(2) Debajo del piso elevado de la zona del área de tecnología de información que contiene cables.**

- **Aplicación de la normativa:**

Se realizó la protección del área principal y Debajo del Piso Elevado de la Sala Eléctrica: El diseño contempla la instalación de detección automática de incendio en dos niveles estratégicos del área de tecnología de información:

A nivel del techo (Ambiente principal), para cubrir toda la zona de la sala eléctrica.

Debajo del piso elevado (Falso piso), específicamente en las áreas que contienen cableado, asegurando una detección temprana en espacios críticos donde puede iniciarse un incendio oculto.

La cobertura y ubicación de los detectores está detallada en el Anexo 1.



- **11.5.2.6 Detección de humo. Se deberá instalar un sistema automático de detección de humo homologado en las salas que contengan sistemas de almacenamiento de baterías estacionarias, de acuerdo con la norma NFPA 72. [1:52.2.2.10].**

- **Aplicación de la normativa:**

Se Estableció Protección de las Baterías: El sistema propuesto permite una detección temprana de humo que pueda originarse por fallas térmicas o sobrecarga en los sistemas de almacenamiento de energía y demás componentes de la sala eléctrica.

La ubicación de los dispositivos de detección se detalla en los planos de diseño Anexo 01, cumpliendo además con las recomendaciones del fabricante y las condiciones específicas del recinto.

- **2.6.2.3. NFPA 76 - Edición 2020: Norma para la protección contra incendios de instalaciones de telecomunicaciones**

- **6.8.6 Detección de Incendios**

- **6.8.6.1 General. En instalaciones de telecomunicaciones con áreas de equipos de procesamiento de señales superiores a 232 m² (2500 ft²), dichas áreas deberán contar con un sistema de detección muy temprana de incendios (VEWFD) para la detección y procesamiento de alarmas, conforme al Capítulo 8.**

- **Aplicación de la normativa:**

VEWFD No Aplica para el presente Diseño: La sección exige sistemas VEWFD solo en áreas mayores a 232 m². Como la sala eléctrica del proyecto tiene 28.47 m², no aplica esta obligación.



- **6.8.6.2 General. En instalaciones con áreas de equipos de procesamiento de señales de 232 m² (2500 ft²) o menos, dichas áreas deberán contar con un sistema EWFD para detección y procesamiento de alarmas, conforme al Capítulo 8.**
- **Aplicación de la normativa:**

EWFD Aplica para el presente Diseño: La sala eléctrica del proyecto tiene un área de 28.47 m², por lo que se encuentra dentro del rango establecido por la sección.

En cumplimiento de esta disposición, se instalará un sistema de detección temprana de incendios (EWFD) para asegurar el monitoreo adecuado y el procesamiento de alarmas, conforme a la NFPA.

La siguiente tabla nos ayudará a identificar y comprender el tipo de detección temprana EWFD o detección muy temprana VEWFD por medio de los equipos que se protegerán y el área establecida.

Tabla 7

Resumen de requisitos NFPA 76 para detección en telecomunicaciones:

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota:https://buildings.honeywell.com/content/dam/hbtbt/en/documents/downloads/AspiratingSmokeDetectors_AppGuide.pdf

- **8.5.3.2 EWFD - Early Warning Fire Detection (Detección Temprana de Incendio)**
- **8.5.3.2.1.2* El área de cobertura para un solo detector puntual de humo o punto de muestreo estará limitada a un máximo de 37.2 m² (400 ft²).**



- **Aplicación de la normativa:**

Cobertura Por El Detector de Muestreo: De acuerdo con la sección, un detector de muestreo puede cubrir hasta 37.2 m². Dado que la sala eléctrica del proyecto tiene un área de 28.47 m², se utilizará un solo detector, el cual cubre completamente el espacio conforme al criterio normativo.

- **8.5.3.2.1.4 El tiempo máximo de transporte desde el puerto más remoto (excluyendo puertos de prueba) hasta la unidad de detección en sistemas de muestreo de aire no deberá exceder 90 segundos.**

- **Aplicación de la normativa:**

Se Cumple con el Tiempo de Transporte: El tiempo máximo de transporte del aire desde el punto más remoto hasta la unidad de detección no debe superar los 90 segundos. El cálculo realizado con Aspire arrojó un tiempo máximo de 29 segundos, cumpliendo con el requisito normativo y asegurando una detección temprana eficaz.

- **8.5.3.2.1.5* Los sistemas de muestreo de aire (ASD) deberán diseñarse según los criterios certificados por el fabricante.**

- **Aplicación de la normativa:**

Resultado del Diseño: El diseño del sistema o detector de muestreo de aire (ASD) cumple con la sección 8.5.3.2.1.5* de la NFPA 72, ya que se basa en los criterios certificados por el fabricante, garantizando así su correcto funcionamiento y cumplimiento normativo.

e) **Elegir el Modelo del Detector, Para Establecer la Cantidad y Trazado Red de Tuberías.**

De acuerdo al riesgo de incendio, normativa y condiciones del recinto, se selecciona el tipo de detector y se establece la distribución de tubería del sistema de detección por aspiración.

Con el área del recinto que es de 28.47m², se elegirá el modelo del detector, recurrimos a la información brindada por el fabricante:

- **Parámetros de Detectores VESDA:**

Tabla 11

Parámetros de Detectores VESDA

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: VESDA_Pipe_Network_Design_Guide_A4_IE_lores_056

- **Elección del Modelo del Detector.**

Se debe seleccionar el detector VESDA, según la Tabla 11 Parámetros de Detectores VESDA, el área y el método de muestreo. Para este proyecto, el área a proteger es 28.47 m², lo que correspondería al modelo VLF-250; sin embargo, al estar discontinuado por fábrica, se opta por el modelo VLF-500, vigente y con cobertura de hasta 500 m².

En la siguiente tabla, se confirma el detector sugerido para diferentes aplicaciones, el modelo VLF aplica para el riesgo de Gabinetes eléctricos.

Tabla 10

Detección Sujeta a Diferentes Aplicaciones

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: VESDA_Pipe_Network_Design_Guide_A4_IE_lores_056.

- **EL detector VLF-250.**

Fue discontinuado por el fabricante Xtralis:

Figura 35

Detector VLF-250 Discontinuado por fabrica (Evidencia 1)



Nota: <https://www.stars-shops.com/products/xtralisVESDA-vlf-250-01>

Figura 36

Detector VLF-250 Discontinuado por fabrica (Evidencia 2)

Fabricado por **XTRALIS VESDA**

VLF-250-01

Nunca usado en embalaje original ⓘ
Radwell SKU: 58873210 — Disponible
Solicitar [presupuesto](#)

Nunca usado en embalaje de Radwell ⓘ
Radwell SKU: 58873211 — Disponible
Solicitar [presupuesto](#)

Recondicionado ⓘ
Radwell SKU: 58873212 — Usado - reparado y probado
✓ Bajo Stock sólo queda 2 [Ver la ubicación de las existencias](#)

[Necesita una reparación?](#)

Enviar a: United States, 09046 | [Cambiar](#)
Embarcado por: [Llama para tiempo de entrega](#) ☎ [800.886.880](#)
La fecha de entrega final se calcula en el carrito y en la c

Garantía total de Radwell de 3 años ⓘ

[Solicitar presupu](#)

☎ [Call 800.886.880](#) ⓘ

Al comprar este artículo, acepta los [Términos y condiciones](#)
Radwell NO es distribuidor autorizado de XTRALISVESDA

Repare los suyos
Envíenos su producto roto y lo repararemos ⓘ

Descripción:

- VLF25001
- **DISCONTINUED BY MANUFACTURER**
- ASPIRATING SMOKE DETECTOR
- VLF-250 LASERFOCUS
- ULTRASONIC FLOW SENSING
- 24 VDC SUPPLY
- 2600 SQ FT COVERAGE
- 3 CHANGEOVER RELAYS (FIRE 1 / ACTION / FAULT)
- NO/NO
- 2 AMP RATED @ 50 VDC
- EUR0 LANGUAGE / INTERNATIONAL LABELS
- FACTORY WARRANTY MAY NOT APPLY. RADWELL 2-YEAR WARRANTY INCLUDED

Nota: <https://www.radwell.com/es-ES/Buy/XTRALIS/VESDA/VLF-250->

[01/?srsltid=AfmBOopiUnj4uW4uezp8V5aWPiz2NfZKPhamixFjwTbSst25IRMbrKL](https://www.radwell.com/es-ES/Buy/XTRALIS/VESDA/VLF-250-01/?srsltid=AfmBOopiUnj4uW4uezp8V5aWPiz2NfZKPhamixFjwTbSst25IRMbrKL)

Figura 37

Detector VLF-250 Discontinuado por fabrica (Evidencia 3)

VLF-250-01
Fabricado por XTRALIS VESDA



Foto representativa
haga clic para ampliar

Peso: 2,00 kg

Valor estimado - 4.607,32€

Ahorre hasta un 49%

Última actualización de valor: 16/09/2021

[¿Has visto una oferta más baja para esto?](#)

Descripción del Producto	Garantía
--------------------------	----------

Descripción

- VLF25001
- **DESCONTINUADO POR EL FABRICANTE**
- DETECTOR DE HUMO POR ASPIRACION
- Enfoque láser VLF-250
- DETECCIÓN DE FLUJO ULTRASÓNICO
- ALIMENTACIÓN DE 24 VCC

Nota: [https://www.radwell.de/en-](https://www.radwell.de/en-GB/Buy?source=GoogleShopping&IgnoreRedirect=true&ItemSingleId=56873212&srsItd=AfmBOopMYw7KJEA0rZMYmueceTHY6fwFTmFkAf4ZWhsp3piCTu55BKR)

[GB/Buy?source=GoogleShopping&IgnoreRedirect=true&ItemSingleId=56873212&srsItd=AfmBOopMYw7KJEA0rZMYmueceTHY6fwFTmFkAf4ZWhsp3piCTu55BKR](https://www.radwell.de/en-GB/Buy?source=GoogleShopping&IgnoreRedirect=true&ItemSingleId=56873212&srsItd=AfmBOopMYw7KJEA0rZMYmueceTHY6fwFTmFkAf4ZWhsp3piCTu55BKR)

- Trazado de la red de tuberías

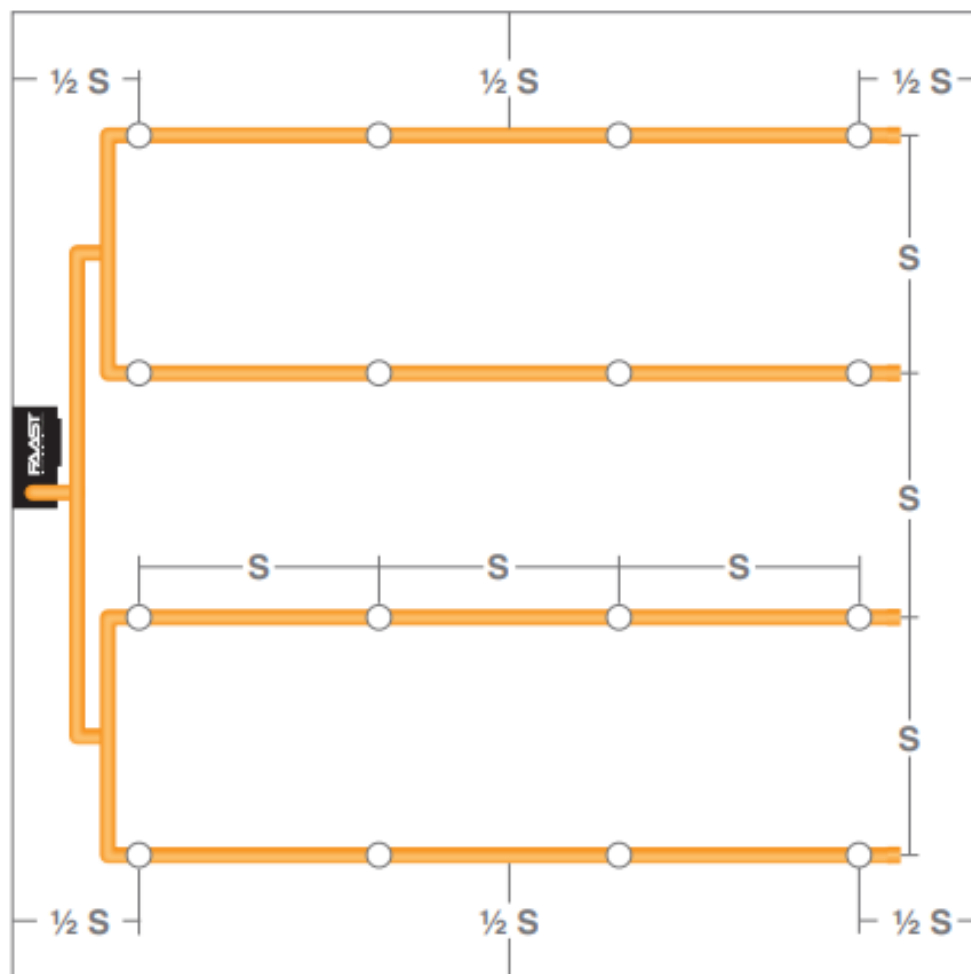
El diseño de la red de tuberías en un sistema de detección por aspiración debe cumplir la NFPA 72 y las recomendaciones del fabricante. La ubicación y tamaño de los puertos de muestreo se ajustan al entorno y al nivel de sensibilidad

requerido (detección estándar, temprana o muy temprana). La cobertura depende directamente de este nivel de detección, por lo que el diseño debe adaptarse a cada aplicación específica, considerando siempre la distribución óptima de puertos y los parámetros técnicos del sistema.

Se usará el siguiente método:

Figura 38

Trazado de la red de tuberías



Nota: <https://www.pertronic.co.nz/assets/White-Papers/Aspirating-Pipe-wp.pdf>

Tabla 17

Clasificación por sensibilidad del sistema de detección (VEWFD, EWFD, SFD)

Clasificaciones De Diseño			
Tipo de clasificación	Área por puerto de muestreo	Espaciado máximo entre puertos (S)	Distancia máxima desde la pared ($\frac{1}{2}$ S)
VEWFD	18.58 m ² (200 ft ²)	4.27 m (14 ft)	2.13 m
EWFD	37.16 m ² (400 ft ²)	6.10 m (20 ft)	3.05 m
SFD	83.61 m ² (900 ft ²)	9.14 m (30 ft)	4.57 m

Nota: <https://www.pertronic.co.nz/assets/White-Papers/Aspirating-Pipe-wp.pdf>

Esta figura indica el espaciado de los puertos de muestra para cada requisito de clasificación. La "S" indica la distancia máxima permitida por puerto de muestra, mientras que " $\frac{1}{2}$ S" indica la distancia máxima que puede haber entre un puerto de muestra y una pared.

Cada diseño variará según la forma del edificio, pero esta plantilla debe utilizarse como punto de partida.

f) Elaborar planos.

Se obtuvieron planos detallados con el trazado de la red de tuberías, ubicación de los orificios de muestreo y equipos principales.

Se elaboró la siguiente tabla con la figura 38 y tabla 18, para evaluar los planos del sistema en estudio:

Tabla 18

Verificación de Parámetros del Sistema de Detección

Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: Elaboración propia.

g) Uso del Software de Cálculos de Diseño Computarizado.

Para el diseño del sistema de detección temprana de incendio (EWFD) mediante tecnología de aspiración, se utilizó el software especializado ASPIRE, herramienta oficial del fabricante Xtralis para modelar, simular y validar redes de tuberías asociadas a detectores VESDA.

El software modela la red de muestreo considerando dimensiones del recinto, falso piso/techo, tuberías y orificios, y mediante la función Auto Balance asegura un flujo de aire uniforme y estable.

Tabla 19

Parámetros técnicos evaluados y valores obtenidos por ASPIRE

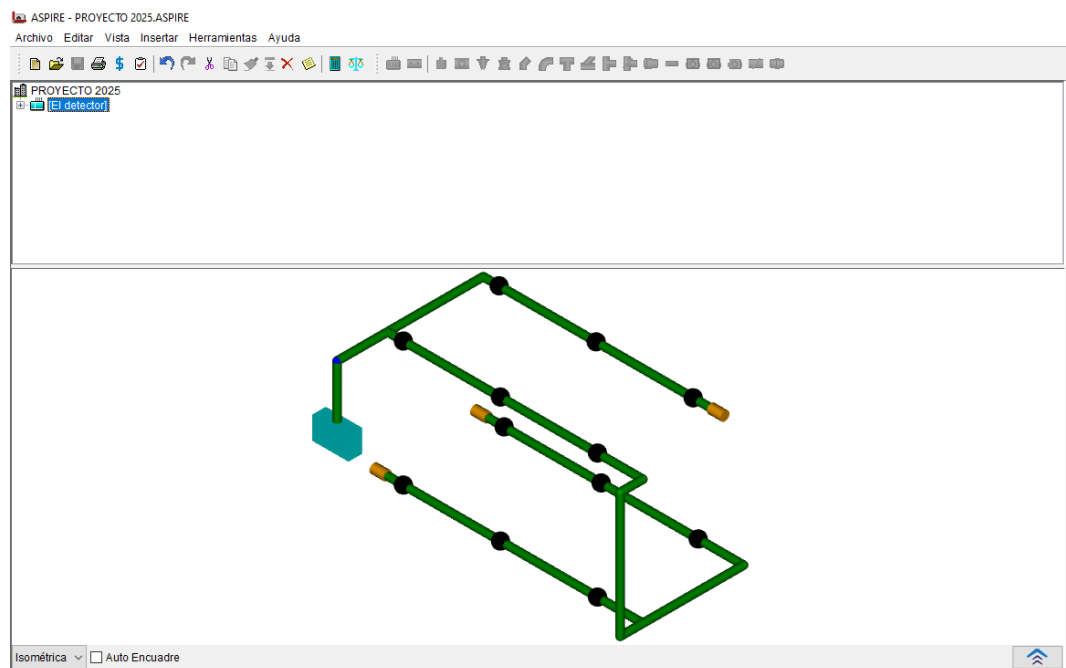
Nota: La presente tabla se presenta en el **Anexo 06**, considerando su extensión y con el propósito de mejorar la claridad y orden en la exposición de los resultados.

Nota: Elaboración propia.

Los parámetros técnicos obtenidos del software ASPIRE permiten describir y analizar el diseño del sistema de detección de humo por aspiración. Estos valores se contrastan con los límites establecidos por normas reconocidas (NFPA 76 y VESDA Design Guide).
Software para diseño de redes De muestreo de aire

Figura 39

Software para diseño de redes De muestreo de aire



Nota: Elaboración propia.

h) Elaboración de memoria descriptiva, presupuesto, especificaciones técnicas y cronograma.

- Memoria descriptiva, justifica el diseño conforme a los criterios normativos (NFPA 72 y NFPA 76) y las recomendaciones del fabricante.
- Presupuesto referencial, incluye análisis de costos por componentes, materiales y mano de obra.
- Especificaciones técnicas para la revisión de los componentes del sistema.
- Cronograma de ejecución con fases y tiempos estimados.
- Toda esta documentación se incorpora como Anexo 03 y sirve como respaldo formal del diseño propuesto.

3.2.15. Establecimiento de los criterios evaluación del sistema



Los criterios de evaluación se basaron en normativa vigente (NFPA 72, 75 y 76), especificaciones del fabricante y la experiencia del diseñador. Con ello se asegura un diseño confiable, minimizando errores en la selección de equipos o parámetros, y garantizando la protección de personas, sistemas eléctricos y bienes materiales.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a la investigación realizada sobre el diseño de un sistema de detección En base a la investigación realizada sobre el diseño de un sistema de detección temprana de incendios en salas eléctricas, se obtuvieron los siguientes resultados vinculados a los objetivos planteados:

En la evaluación del diseño de un sistema de detección temprana de incendio aplicando la normativa NFPA.

- Se determinó que la aplicación de la NFPA 72 y normas complementarias proporciona lineamientos claros para establecer los parámetros mínimos de diseño, la ubicación de detectores y los métodos de alerta temprana en salas eléctricas.
- El cumplimiento de los requisitos de la NFPA asegura un alto nivel de seguridad y eficiencia en la detección de incendios.
- **Primero:** Para determinar los parámetros mínimos de cumplimiento para el diseño de sistemas de detección temprana de incendios.
- Se identificaron los principales parámetros técnicos que deben respetarse para cumplir con la normativa, tales como altura del falso techo, distancia entre detectores, flujo de aire en salas eléctricas y sensibilidad de los sensores.
- La Tabla 4 muestra el tamaño de partículas detectables por el sistema, lo que permite determinar la sensibilidad mínima requerida.



- La Tabla 17 clasifica la sensibilidad del sistema de detección (VEWFD, EWFD, SFD), mientras que la Tabla 11 detalla los parámetros específicos de los detectores VESDA.
- La verificación del cumplimiento de estos parámetros se realizó mediante la Tabla 18 y Tabla 19, que muestran los valores evaluados y obtenidos por el software ASPIRE para el diseño de la red de detección.
- **Segundo:** Para seleccionar el sistema de detección de incendio más eficiente y seguro para una sala eléctrica, se debe realizar:
 - Revisión documental y análisis técnico, por lo tanto, los sistemas de detección por aspiración (VESDA) son los más adecuados, debido a su alta sensibilidad, tiempo de respuesta reducido y capacidad de monitoreo continuo.
 - La Tabla 5 muestra los niveles de alarma de los sistemas VESDA y su aplicación práctica, mientras que la Tabla 6 clasifica el nivel de obscurecimiento (Obs/m), un indicador clave para la eficiencia del sistema.
 - Además, la Tabla 10 compara la detección según diferentes aplicaciones, permitiendo confirmar la superioridad de VESDA frente a otros sistemas en salas eléctricas críticas.
- **Tercero:** Para analizar los requerimientos técnicos para el diseño de un sistema de detección temprana de incendio en una sala eléctrica.
 - Se estableció que los requerimientos incluyen la correcta integración de sensores con el sistema de control, la disposición estratégica de los puntos de detección, y la verificación documental mediante listas de chequeo basadas en NFPA.



- La Tabla 12 presenta la guía de observación técnica utilizada, mientras que la Tabla 13 muestra la lista de verificación basada en NFPA 72, 75 y 76, que permitió evaluar el cumplimiento normativo de manera sistemática.
- La Tabla 14 (matriz de consistencia) permitió vincular objetivos, indicadores y resultados del diseño, mientras que la Tabla 15 y Tabla 16 presentan los indicadores: nivel de cumplimiento de los requisitos NFPA y tiempo de respuesta del sistema, respectivamente.
- Finalmente, la Tabla 7 y Tabla 8 detallan requisitos específicos para detección en telecomunicaciones y parámetros de diseño de la red de tuberías de muestreo, complementando la planificación técnica del sistema.

- **Variables e indicadores:**

La variable independiente, correspondiente a la aplicación de la norma NFPA, permitió evaluar el nivel de cumplimiento de los requisitos normativos (Tabla 15).

La variable dependiente, desempeño del sistema de detección temprana, fue analizada considerando el tiempo de respuesta del sistema en condiciones simuladas o documentadas (Tabla 16).

- **Instrumentos y metodología:**

Se empleó una guía de observación técnica (Tabla 12) y listas de verificación basadas en la normativa NFPA (Tabla 13) para recolectar y analizar la información.

El enfoque fue cualitativo, analítico-documental y descriptivo, permitiendo validar el diseño sin necesidad de una implementación física inmediata, pero asegurando la conformidad técnica y normativa.



4.1. DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta investigación confirman la relevancia de aplicar rigurosamente la NFPA 72 en el diseño de sistemas de detección temprana de incendios en salas eléctricas. La revisión documental permitió identificar los elementos esenciales del diseño, incluyendo la ubicación de detectores, la sensibilidad de los sensores, la disposición de la red de tuberías y los criterios de instalación y verificación. Esto demuestra que la normativa no solo indica qué equipos deben instalarse, sino también cómo y dónde, asegurando un funcionamiento confiable y una detección temprana efectiva.

En relación con el objetivo general de evaluar un diseño normativo, se determinó que los sistemas de aspiración VESDA son los más adecuados para salas eléctricas, debido a su alta sensibilidad, rápida capacidad de alerta y conformidad con los parámetros establecidos por la NFPA. Este hallazgo refuerza la idea de que la selección del sistema de detección no puede basarse únicamente en el costo o disponibilidad, sino que debe priorizarse la eficacia técnica y el cumplimiento normativo, especialmente en entornos críticos como las salas eléctricas.

El estudio también evidencia que el análisis documental y la simulación son herramientas válidas para sustentar un diseño confiable, incluso sin implementación en campo. La simulación de la red de tuberías permitió verificar parámetros críticos, como presiones, caudales y ubicación de detectores, confirmando que el diseño propuesto cumple con la normativa y puede aplicarse de manera práctica. Esto demuestra que los métodos cualitativos y analíticos, cuando se basan en normas internacionales, proporcionan una base sólida para decisiones de ingeniería y seguridad.



Por otro lado, el análisis de errores frecuentes en instalaciones reales mostró que muchas deficiencias podrían evitarse mediante la aplicación rigurosa de la NFPA 72, como la colocación incorrecta de tuberías, la selección inadecuada de detectores o la falta de verificación sistemática. Esto vincula directamente los hallazgos con el problema identificado: en muchos entornos locales, la normativa no se aplica de manera estricta, lo que incrementa los riesgos de incendio y compromete la seguridad de personas, bienes y continuidad operativa.

En conjunto, la investigación aporta una propuesta de diseño normativo confiable y técnicamente sustentada, que fortalece el conocimiento técnico y mejora la seguridad en salas eléctricas. Además, resalta la importancia de adaptar los estándares internacionales a la realidad local, ofreciendo soluciones prácticas que pueden implementarse en futuras instalaciones. Este enfoque no solo cumple con los objetivos de la investigación, sino que también proporciona un marco de referencia para ingenieros y técnicos que buscan diseñar sistemas de detección temprana confiables y seguros.

Finalmente, aunque la investigación no incluyó implementación en campo, la validación mediante análisis documental y simulación garantiza que los criterios y decisiones de diseño sean técnicamente sólidos, demostrando que la combinación de normas internacionales y herramientas analíticas puede contribuir significativamente a la seguridad industrial y a la protección de activos críticos.



V. CONCLUSIONES

La evaluación del diseño de un sistema de detección temprana de incendio aplicando la normativa NFPA, permitió confirmar que la aplicación de la NFPA 72 y normas complementarias proporciona lineamientos precisos y estructurados para el diseño de sistemas de detección temprana de incendios en salas eléctricas. La normativa define claramente los criterios necesarios para establecer los parámetros mínimos de diseño, la ubicación óptima de detectores, los métodos de alerta temprana y las condiciones de instalación que garantizan la seguridad y la eficacia del sistema.

Se evidenció que la NFPA no solo indica qué equipo instalar, sino también cómo y dónde debe ser colocado, así como las condiciones técnicas para su correcto funcionamiento. Esta característica de la normativa asegura que el sistema cumpla con su propósito de detectar incendios en sus fases iniciales, contribuyendo a la protección de vidas, bienes y continuidad operativa.

La evaluación realizada mediante análisis documental y revisión de normas técnicas permitió validar que el diseño propuesto es confiable y técnicamente sólido, aún sin implementación directa en campo. Esto demuestra que la aplicación de estándares internacionales y procedimientos normativos detallados puede sustentar decisiones de ingeniería de manera rigurosa, evitando riesgos derivados de diseños improvisados o falta de control normativo.

PRIMERA: Para determinar los parámetros mínimos de cumplimiento para el diseño de sistemas de detección temprana de incendios, se identificaron los principales parámetros técnicos que deben cumplirse para garantizar un diseño efectivo y seguro. Entre estos destacan el tiempo de respuesta, el flujo de aire, que puede afectar la velocidad con la que el humo llega a los



sensores, la sensibilidad de los detectores, la altura del recinto que influye en la propagación del humo y en la ubicación de los detectores.

La correcta definición de estos parámetros asegura que el sistema funcione con precisión y rapidez, permitiendo detectar incluso pequeñas concentraciones de humo antes de que se conviertan en un riesgo grave. Además, establece un marco de referencia confiable para la planificación de instalaciones, minimizando la posibilidad de errores que comprometan la efectividad del sistema. Este hallazgo resalta la importancia de que los parámetros técnicos se basen en normas reconocidas y en datos de fabricantes, garantizando que la configuración del sistema cumpla con los estándares internacionales y pueda ser replicable en otros entornos con características similares.

SEGUNDA: El seleccionar el sistema de detección de incendio permite que este sea más eficiente y seguro para una sala eléctrica, tras la revisión documental y el análisis técnico, se concluyó que los sistemas de detección por aspiración (VESDA) constituyen la opción más adecuada para salas eléctricas críticas. Su alta sensibilidad permite identificar humo en concentraciones mínimas, su tiempo de respuesta reducido asegura alertas inmediatas y su capacidad de monitoreo continuo garantiza vigilancia permanente, incluso en entornos complejos.

La selección del sistema se fundamentó en la combinación de normativa NFPA, información técnica de fabricantes y experiencia del diseñador, asegurando que la elección fuera integral y adecuada a las condiciones específicas de la sala. Esta metodología evidencia que la selección del



sistema no puede basarse únicamente en disponibilidad o costo, sino que debe priorizar la eficiencia técnica, la seguridad y la confiabilidad operacional. Además, los sistemas de aspiración permiten una integración efectiva con sistemas de control y monitoreo, lo que contribuye a que la sala eléctrica cuente con una respuesta coordinada y segura ante cualquier indicio de incendio, fortaleciendo la prevención de daños materiales y humanos.

TERCERA: El analizar los requerimientos técnicos para el diseño de un sistema de detección temprana de incendio en una sala eléctrica, identificó que los requerimientos técnicos esenciales incluyen la correcta integración de los sensores con el sistema de control, la disposición estratégica de los puntos de detección y la verificación mediante listas de chequeo basadas en NFPA, que aseguren que cada componente cumpla con su función.

Estos requerimientos permiten que el sistema opere de manera coordinada y eficiente, evitando errores frecuentes en instalaciones reales, como detectores mal ubicados, falta de cobertura o deficiencias en la comunicación con el sistema de control. La verificación mediante listas de chequeo y la simulación del diseño en software especializado proporcionaron evidencia documental de la conformidad técnica, asegurando que el sistema propuesto pueda funcionar correctamente incluso antes de su implementación física. Esto demuestra que, cuando se aplican normas internacionales de forma rigurosa, es posible garantizar un diseño seguro y confiable mediante métodos de validación indirecta, lo que resulta útil en entornos donde la implementación inmediata puede ser limitada. En conjunto, la investigación permitió desarrollar un diseño



normativo completo, confiable y aplicable, que integra la normativa NFPA, parámetros técnicos definidos y selección de sistemas adecuados, ofreciendo una solución efectiva para la detección temprana de incendios en salas eléctricas. Se evidencia que la aplicación rigurosa de la NFPA 72, la correcta determinación de parámetros mínimos, la selección del sistema más eficiente y la integración técnica de todos los elementos son fundamentales para garantizar la seguridad, la eficiencia y la continuidad operativa. Esta investigación aporta un marco de referencia técnico sólido que puede guiar futuras instalaciones de sistemas de detección temprana, fortaleciendo la seguridad industrial y promoviendo la adaptación de normas internacionales a la realidad local, donde su aplicación todavía es limitada. Finalmente, los hallazgos subrayan que un diseño normativo bien fundamentado no solo protege vidas y bienes, sino que también consolida la práctica profesional y la toma de decisiones técnicas, demostrando que la combinación de normativa, análisis documental y simulación constituye una estrategia efectiva para garantizar sistemas de protección contra incendios confiables y sostenibles.



VI. RECOMENDACIONES

Para evaluar el diseño de un sistema de detección temprana de incendio aplicando la normativa NFPA. Se recomienda que todos los futuros proyectos de diseño de sistemas de detección temprana de incendios consideren de manera obligatoria la aplicación rigurosa de la normativa NFPA 72 y normas complementarias. Esta normativa proporciona lineamientos claros para establecer parámetros mínimos de diseño, ubicación de detectores y métodos de alerta temprana. Su aplicación asegura que los sistemas sean eficientes, seguros y confiables, contribuyendo a la protección de vidas, bienes y continuidad operativa en entornos críticos como las salas eléctricas.

La evaluación de diseños previos y la verificación documental mediante listas de chequeo basadas en NFPA son prácticas esenciales para validar la conformidad técnica de los sistemas antes de su implementación, evitando errores frecuentes en instalaciones locales donde la normativa no se aplica de manera estricta.

PRIMERA: Para determinar los parámetros mínimos de cumplimiento para el diseño de sistemas de detección temprana de incendios. Es indispensable que los parámetros técnicos del sistema, como altura del falso techo, distancia entre detectores, flujo de aire en salas eléctricas y sensibilidad de los sensores, sean respetados al pie de la letra. Estos parámetros son críticos para garantizar que el sistema pueda detectar incendios en sus fases iniciales y emitir alertas oportunas. Se recomienda que los diseñadores utilicen la información técnica de los fabricantes y los estándares de la NFPA como referencia principal para definir estos parámetros, asegurando que el diseño sea coherente, funcional y reproducible en entornos similares. La implementación de simulaciones previas y análisis



documentales permitirá anticipar posibles problemas y ajustar parámetros antes de la instalación física, optimizando la efectividad del sistema y minimizando riesgos.

SEGUNDA: Para seleccionar el sistema de detección de incendio más eficiente y seguro para una sala eléctrica. Se recomienda que los sistemas seleccionados sean aquellos con alta sensibilidad, tiempo de respuesta reducido y capacidad de monitoreo continuo, como los sistemas de detección por aspiración (VESDA). Esto garantiza que el sistema pueda detectar incendios en fases incipientes y activar alertas inmediatas. La elección del sistema debe basarse en una evaluación integral que combine normativa NFPA, información técnica del fabricante y experiencia del diseñador. Esto asegura que la tecnología seleccionada sea eficiente, segura y adecuada a las condiciones específicas del espacio, evitando soluciones genéricas que puedan fallar en situaciones reales. Es recomendable mantener un plan de actualización tecnológica y revisión periódica de los sistemas instalados, asegurando que su funcionamiento se mantenga óptimo a lo largo del tiempo.

TERCERA: Para analizar los requerimientos técnicos para el diseño de un sistema de detección temprana de incendio en una sala eléctrica. Se recomienda realizar un análisis detallado de cada proyecto antes de intervenir, reconociendo que las salas eléctricas puedan parecer similares, cada proyecto presenta riesgos y condiciones únicas. Esto incluye distribución del espacio, ventilación, densidad de cableado, altura del falso techo y características de los equipos eléctricos. La correcta integración de los sensores con el sistema de control, la ubicación estratégica de los



detectores y la verificación mediante listas de chequeo basadas en NFPA son esenciales para garantizar un funcionamiento confiable y coordinado del sistema. Se aconseja utilizar simulación y pruebas virtuales antes de la instalación para anticipar posibles fallas, optimizar la disposición de detectores y garantizar que el sistema cumpla con los estándares de seguridad desde el inicio. Para todos los proyectos de detección temprana de incendios, se sugiere un enfoque integral que combine:

- Cumplimiento de la normativa NFPA 72 y normas complementarias.
- Determinación de parámetros mínimos según características del entorno y especificaciones de fabricantes.
- Selección de sistemas adecuados, priorizando eficiencia, sensibilidad y monitoreo continuo.
- Evaluación técnica y verificación documental mediante y simulaciones.
- Este proceso garantiza que los sistemas sean funcionales, confiables y adaptados a cada proyecto, fortaleciendo la seguridad, protegiendo vidas y bienes, y asegurando la continuidad operativa.
- Finalmente, se recomienda que los profesionales involucrados en el diseño e instalación de sistemas de detección temprana reciban capacitación continua en normativa, selección de equipos y análisis de riesgos, promoviendo la aplicación consistente de buenas prácticas y estándares internacionales en todos los proyectos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero Callata, Miguel Angel - Desarrollo e implementación de un sistema de detección temprana de humo por aspiración VESDA en salas eléctricas de planta concentradora de sociedad minera Cerro Verde S.A.A. (2019) - <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/5c575d29-2f05-4695-94df-8381a22c1b1d>
- Maraza Jaliri, Samed Cyle Hugo - Desarrollo e implementación de un sistema de detección y alarmas contra incendios en salas eléctricas en explotación minera. (2023) - <https://hdl.handle.net/20.500.12773/16219>
- Altamirano Zúñiga, César - Sistema de detección y alarma contra incendios en empresa convertidora de papel (2006) - <http://hdl.handle.net/20.500.14076/14661>
- Benites Hipólito, Laura Rosa - Nuevas tecnologías en sistemas de detección automática de incendios (2008) - <http://hdl.handle.net/20.500.14076/5300>
- Castillo Devoto, Liliana Raquel - Diseño de la infraestructura de telecomunicaciones para un data center (2008) - <http://hdl.handle.net/20.500.12404/196>
- Chipana Chuquimajo, Raul Jhon - Propuesta para la implementación de un sistema de agente limpio Novec para salas eléctricas de una planta productora de papel (2022) - <https://hdl.handle.net/11537/30670>
- Córdova Venegas, Jorge & Fernández Rodríguez, Ivette & Salgado Osorio, Nadia & Soberón Paredes, Rommel - Dirección del proyecto: sistema de detección, alarma y extinción de incendios de planta Atocongo (2017) - <http://hdl.handle.net/10757/623977>
- Cruz García, Edinson Denis - Diseño de un sistema de detección, alarma y extinción de incendios para optimizar la protección del equipamiento dentro de la sala eléctrica – planta de cal – Yanacocha – 2019 (2020) - <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48927>
- Daviran Suazo, Carlos - Diseño de salas eléctricas prefabricadas (2015) - https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_cfebb3d8981b8fdf9a9acfe95d86353e



- Espedilla Coronado, Luis Antonio Junior - Diseño de una sala eléctrica de dos pisos con instalaciones en media y baja tensión para operar en una planta minera a 4200 MSNM (2021) - <http://hdl.handle.net/20.500.14076/22105>
- Gallardo Cárdenas, Cristian Juan - Diseño e implementación del sistema automático de detección y extinción de incendio para un centro de control (2020) - <https://hdl.handle.net/20.500.12952/6018>
- Gonzales Mendivil, Sergio David - Diseño e implementación de la infraestructura de voz y datos para una empresa minera en el Perú (2019) - <http://hdl.handle.net/20.500.14076/21514>
- Hernández Sampieri, R. (2010). Metodología de la investigación. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Huerta Lino, Mijael Samuel - Diseño del sistema de protección contra incendios empleando agente limpio NOVEC 1230 en Sala Eléctrica - Planta de Fundición y Refinería MINSUR, según NFPA 2001 (2022) - <https://hdl.handle.net/20.500.12672/19059>
- Hurtado Córdova, Yersel Bray - Diseño, implementación y puesta en servicio del sistema contra incendio para una sala eléctrica de media tensión (2021) - <http://hdl.handle.net/20.500.14076/22344>
- Mamani Rodrigo, Elman Oscar - Implementación de un sistema de detección y alarma de incendios en salas eléctricas y subestaciones de 7.5 MVA, 34.5/4.16 KV (2020) - <http://hdl.handle.net/20.500.12773/11788>
- Maraza Jaliri, Samed Cyle Hugo - Desarrollo e implementación de un sistema de detección y alarmas contra incendios en salas eléctricas en explotación minera (2023) - <https://hdl.handle.net/20.500.12773/16219>
- Mas Avalo, Luis Alberto - Diseño y fabricación de sala eléctrica para la planta de generación de Lagunas Norte y análisis del sistema eléctrico de la S.E. principal



13.8kV y red de emergencia 4.16kV. (2016) -

<http://hdl.handle.net/20.500.14076/5502>

Meléndez Vásquez, Paul Gianmarco - Diseño del sistema eléctrico de salas de cirugía basado en el NTP-IEC 60364-7-710:2016 para mejorar la seguridad de la infraestructura eléctrica hospitalaria (2020) -

<http://hdl.handle.net/20.500.14076/21621>

Ochoa Vega, Jonny Bacilio - Diseño de las instalaciones de salas eléctricas transportables de baja tensión (2009) -

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_43a94adfc919b4673ceb5dec0ef0349e

Ortiz Lavado, Axel Juan - Diseño de un sistema automático de detección y de extinción de incendios para un centro de cómputo (1993) -

<http://hdl.handle.net/20.500.14076/4127>

Velasco Núñez, Harold Jesús - Sistema automático de detección de incendio según normas NFPA 72 mediante comunicación de doble vínculo a una estación de monitoreo (2015) - <http://hdl.handle.net/20.500.14076/3511>

Xtralis . Guía para instalación de tuberías (2019) - https://shingenieria.com/wp-content/uploads/2021/11/VESDA_Guia_de_Instalacion_de_la_Red_de_Tuberias-SH-ingenieria.pdf?srsId=AfmBOoqilcjvh8ioqcd5NVtRvx-gHiq1EJrO-Hzs4Kof05ITEy0_5xF6

Xtralis , VESDA-E Detección De Humo Por Aspiración VESDA (2024)

<https://xtralis.com/file/9856>

Xtralis, VESDA VLF-500 Guía del producto (2013) -

<https://www.fpssa.com.ar/uploads/archivos/Manuales/VESDA/VLF-500/VLF%20500%20Guia%20del%20Producto.pdf>

Securiton, Early Warning Fire Detection Distribution Logistics & Warehousing Industry (2020) - https://securifire.se/wp-content/uploads/2020/12/DG_LogisticsDistribution_Warehousing_Industry_062020.pdf



Dominique Dieken, PE, CFPS - Parte 2: Protección alternativa contra incendios para generadores: diseño, instalación, pruebas y puesta en servicio (2023)-
<https://www.hydroreview.com/business-finance/business/part-2-alternative-fire-protection-for-generators-design-installation-testing-and-commissioning/>

Xtralis, Frequently Asked Questions (2024) - <https://xtralis.com/file/12026>

Lee Kaiser, Muestreo de aire (2015) - <https://www.orrprotection.com/mcfp/air-sampling-smoke-detection-system>



ANEXOS

- Anexo 1.** Planos: vista de planta, cortes e isométrico
- Anexo 2.** Reporte del software
- Anexo 3.** Memoria descriptiva, presupuesto, especificaciones técnicas y cronograma.
- Anexo 4.** Encuesta: sistema de detección temprana de incendio.
- Anexo 5.** Errores en diseño e instalación de sistemas de detección y alarma de incendio en general.
- Anexo 6.** Tablas y resultados.
- Anexo 7.** Fotografías.
- Anexo 8.** Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el repositorio institucional.
- Anexo 9.** Declaración jurada de autenticidad de tesis.



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo JUAN CARLOS HERVAS MEDINA,
identificado con DNI 44316356 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" EVALUACION DE UN SISTEMA DE DETECCION TEMPRANA
DE INCENDIO PARA UNA SALA ELECTRICA APLICANDO LA
NORMA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION "

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 29 de NOVIEMBRE del 2025

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo JUAN CARLOS HERUAS MEDINA,
identificado con DNI 44316358 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ EVALUACION DE UN SISTEMA DE DETECCION TEMPRANA
DE INCENDIO PARA UNA SALA ELECTRICA APLICANDO
LA NORMA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 29 de DICIEMBRE del 20 25

FIRMA (obligatoria)



Huella