

**CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO
CEUTEC**

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**SISTEMA CONTRA INCENDIOS (SCI) EN
SITE CONTROL CENTER (SCC) PLANTA FOTOVOLTAICA ALFA1**

**SUSTENTADO POR
LENIN BLADIMIR ZELAYA SEVILLA, 31751320**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN NOMBRE
DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**

**TEGUCIGALPA, HONDURAS, C.A.
OCTUBRE, 2023**

**CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO
CEUTEC**

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

DECANA DE CEUTEC

DINA ELIZABETH VENTURA DÍAZ

SUBDIRECTORA ACADÉMICA CEUTEC

IRIS GABRIELA GONZALES ORTEGA

TEGUCIGALPA, HONDURAS, C.A.

OCTUBRE, 2023

**SISTEMA CONTRA INCENDIOS (SCI) EN
SITE CONTROL CENTER (SCC) PLANTA FOTOVOLTAICA ALFA 1**

**TRABAJO PRESENTADO EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS
EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

ASESOR:

Ing. ROGER PONCE

TERNA EXAMINADORA:

NOMBRES COMPLETOS DE TODOS LOS MIEMBROS DE TERNA

CIUDAD HONDURAS, C.A.

OCTUBRE, 2023

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia y a Badu que está al otro lado del arcoíris.

Cada sacrificio, cada desafío conquistado, ha tejido el camino hacia la realización de un sueño anhelado. Con gratitud y orgullo, celebro el resultado de mi tenacidad, mi esfuerzo, mis ganas de salir adelante y mi amor inquebrantable por este logro.

Lenin Bladimir Zelaya Sevilla

AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos que realmente han creído y han crecido junto con este proyecto educativo y que ahora celebran conmigo este enorme triunfo.

Lenin Bladimir Zelaya Sevilla

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto se enfoca en abordar la falta de sistemas contra incendios en Site Control Centers (SCC) de plantas solares, lo que plantea riesgos financieros y operativos. Se centra en implementar un Sistema Contra Incendios (SCI) para prevenir pérdidas, garantizar la continuidad operativa y proteger a los trabajadores. A través de un enfoque mixto de investigación, se investigan tecnologías de detección y supresión, y se evalúan costos y cumplimiento normativo.

Los objetivos incluyen la implementación efectiva del SCI en SCC de plantas solares, garantizando la seguridad de activos y personal, y minimizando pérdidas. Además, se busca diseñar sistemas de detección temprana y supresión automática, cumplir con las normativas internacionales y fortalecer la confiabilidad de la industria fotovoltaica.

Se ha empleado un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo, identificando grupos de interés y revisando normativas. La investigación abarca de dos a cinco meses y se definen técnicas e instrumentos adecuados.

Además, los resultados destacan deficiencias en la preparación, conciencia de seguridad y documentación en las plantas solares.

Para finalizar, las conclusiones resaltan la urgencia de implementar un SCI, así como la necesidad de capacitación continua, simulacros de evacuación, mantenimiento preventivo y documentación sólida. Se subraya la importancia de abordar estas deficiencias para mejorar la seguridad en la industria de la energía solar fotovoltaica

Palabras claves: Energía solar, Site Control Center, Sistema Contra Incendios, Cumplimiento Normativo, Seguridad.

ABSTRACT

This project focuses on addressing the lack of fire protection systems in Site Control Centers (SCC) of solar plants, which pose significant financial and operational risks. It centers on implementing a Fire Protection System (FPS) to prevent losses, ensure operational continuity, and safeguard workers. Through a mixed research approach, detection and suppression technologies are investigated, and costs and regulatory compliance are evaluated.

Certainly, the objectives include the effective implementation of FPS in SCCs of solar plants, ensuring asset and personnel safety, and minimizing losses. Additionally, the aim is to design early detection and automatic suppression systems, comply with international regulations, and strengthen the reliability of the photovoltaic industry.

A mixed qualitative and quantitative approach has been employed, identifying stakeholder groups and reviewing regulations. The research spans from two to five months, and suitable techniques and instruments are defined.

Furthermore, the results highlight deficiencies in preparedness, safety awareness, and documentation in solar plants.

In conclusion, the findings emphasize the urgency of implementing FPS, along with the need for ongoing training, evacuation drills, preventive maintenance, and robust documentation. Addressing these deficiencies is crucial for enhancing safety in the photovoltaic energy industry.

Keywords: Solar energy, Site Control Center, Fire Protection System, Regulatory Compliance, Safety.

INDICE

DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN EJECUTIVO	VII
ABSTRACT	VIII
INDICE	IX
Índice de figuras	XII
Índice de tablas	XIII
GLOSARIO	XIV
I. CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	1
II. CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Enunciado del Problema	5
2.3. Preguntas de Investigación	6
2.3.1. Pregunta principal	6
2.3.2. Preguntas secundarias	6
2.4. Hipótesis y Variables de Investigación	6
2.4.1. Hipótesis	6
2.4.2. Variables del Proyecto	7
2.5. Justificación	10
III. CAPITULO III: OBJETIVOS	11
3.1. Objetivo General	11
3.2. Objetivos Específicos	11
IV. CAPITULO IV: MARCO TEÓRICO	12
4.1. Introducción al Sistema Contra Incendios (SCI)	12

4.1.1.	Definición y función del SCI	12
4.1.2.	Componentes básicos de un SCI.....	13
4.1.3.	Importancia de los SCI en entornos industriales, especialmente en Site Control Centers de plantas solares.....	14
4.2.	Riesgos Asociados a la Falta de SCI en Plantas Solares.....	14
4.2.1.	Identificación de riesgos específicos en SCC de plantas solares	14
4.2.2.	Consecuencias económicas y operativas de falta de SCI.....	15
4.2.3.	Estudios de casos relevantes que demuestren el impacto de incendios en SCC.....	16
4.3.	Normativas Internacionales y Estándares de Seguridad	16
4.3.1.	Análisis de normativas y estándares internacionales relacionados con la seguridad en plantas solares.....	17
4.3.2.	Requisitos específicos para la protección contra incendios en SCC.....	17
4.3.3.	Ejemplo de regiones que implementaron normativas efectivas en este ámbito.....	18
4.4.	Tecnologías de Detección y Supresión	19
4.4.1.	Revisión detallada de tecnologías de detección de incendios.....	19
4.4.2.	Métodos de supresión automática de incendios.....	20
4.4.3.	Efectividad y aplicabilidad de diferentes tecnologías en entornos de SCC.....	20
4.5.	Importancia del Acondicionamiento Inicial.....	21
4.5.1.	Análisis de la necesidad de pruebas integrales antes de implementación del SCI .	21
4.5.2.	Identificación de áreas críticas en el SCC que deben ser evaluadas antes de la instalación del sistema.....	22
4.5.3.	Relación entre el acondicionamiento inicial y la eficiencia a largo plazo del SCI.	23
4.6.	Experiencias y Lecciones Aprendidas de Otros Proyectos	24
4.6.1.	Revisión de proyectos similares de implementación de Sistemas Contra Incendios en entornos industriales	25

4.6.2.	Lecciones aprendidas de éxitos y fracasos en la implementación de sistemas de protección contra incendios.....	26
4.6.3.	Mejores prácticas recomendadas en instalación y mantenimiento de SCI en SCC	26
4.7.	Efectividad de la Formación y Simulacros	27
4.7.1.	Impacto de la formación continua en la conciencia de seguridad y preparación para situaciones de incendio.....	27
4.7.2.	Evaluación de la efectividad de los simulacros de evacuación en entornos industriales.....	29
4.7.3.	Casos de estudio que demuestren cómo la capacitación ha mejorado la respuesta ante emergencias	29
4.7.4.	Protocolos de mantenimiento preventivo y su importancia para la sostenibilidad del sistema contra incendios.....	30
V.	CAPITULO V: METODOLOGÍA.....	31
5.1.	Enfoque y Métodos	31
5.2.	Población y Muestra.....	31
5.3.	Unidad de Análisis y Respuesta.....	32
5.4.	Técnicas e Instrumentos Aplicados.....	32
5.5.	Fuentes de Información.....	33
5.6.	Cronología de Trabajo.....	32
VI.	CAPITULO VI: RESULTADOS Y ANALISIS	36
6.1.	Resultados a las preguntas de investigación e hipótesis	36
6.1.1.	Respuesta a la Pregunta de investigación.....	36
6.1.2.	Respuesta a las Preguntas secundarias	37
6.2.	Sobre las hipótesis planteadas	38
6.2.1.	Resolución a la Hipótesis 1	38
	Hipótesis 2:	38

Hipótesis 3:	39
6.3. Sobre las pruebas en sitio y variables consideradas.....	39
6.3.1. Eficiencia del actual SCI y sus componentes	39
6.3.1.1. <i>Detector de Humo</i>	40
6.3.2. Pruebas relativas a los componentes mecánicos.....	42
6.4. Comentarios relativos a los Indicadores de la matriz de operaciones.....	45
6.4.1. Tasa de detección de incendios, tiempo de respuesta del sistema, eficacia en el control del fuego.....	45
6.4.2. Estado de los componentes, fallos identificados, tasa de fallos mecánicos.....	45
6.4.3. Eficacia en diferentes condiciones operativas y compatibilidad entre equipos electrónicos	46
VII. CAPITULO VII: CONCLUSIONES.....	48
VIII. CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES	50
IX. BIBLIOGRAFÍA	51
X. ANEXOS.....	53

Índice de figuras

Figura 4.1 <i>Componentes básicos de un sistema contra incendios</i>	13
Figura 4.2 <i>Incendio en interior de planta fotovoltaica</i>	15
Figura 4.3 <i>Detectores de humo de alta gama (inteligentes)</i>	19
Figura 4.4 <i>Pilares para revisión en el SCC</i>	22
Figura 4.5 <i>Sistemas contra incendios electrónicos y remotos</i>	25
Figura 4.6 <i>Simulacro contra incendios en parque fotovoltaico</i>	28
Figura 5.7 <i>Fases de trabajo del proyecto, con asignación de tiempo</i>	32
Figura 5.8 <i>Fases de trabajo del proyecto, con asignación de costos</i>	33
Figura 5.9 <i>Diagrama de Gantt del proyecto en sus fases de pruebas al SCC</i>	34
Figura 6.10 <i>Pruebas al sensor con humo vivo y lata de humo</i>	40

Figura 6.11 <i>Pruebas con las rejillas y extractores de humo</i>	41
Figura 6.12 <i>Pruebas básicas de hermeticidad con CO₂</i>	43
Figura 6.13 <i>Funcionamiento intermitente breakers en diversas operaciones y pruebas</i>	47
Figura 10.14 <i>Cotización de suministro del SCI en SCC</i>	53
Figura 10.15 <i>Adicionales a la cotización y suministro del SCI en SCC</i>	54
Figura 10.16 <i>Ubicación de equipos importantes para el proyecto</i>	55
Figura 10.17 <i>Ubicación del sensor de humo</i>	55

Índice de tablas

Tabla 2.1 <i>Matriz de operacionalización de las variables</i>	8
Tabla 6.2 <i>Estimación de principales fallos mecánicos en el recinto</i>	46

GLOSARIO

Fotovoltaica: es aquel tipo de energía que se obtiene al convertir la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico (Iberdrola, 2021)

SCC: Site Control Center.

SCI: Sistema Contra Incendios.

Fuegos Clase C: Son incendios en sitios donde están presentes equipos eléctricos y energizados y donde la no conductividad eléctrica del medio de extinción es importante (Norma NFPA 10, 2015)

PQS: El término PQS significa polvo químico seco, que es el agente extintor utilizado para aislar químicamente la fuente de fuego y evitar la propagación del mismo. (Total Facility Managements , 2017, p. 1)

I. CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

Los capítulos abordan la problemática en el sector de energía solar fotovoltaica, enfocándose en la falta de sistemas contra incendios en Site Control Centers (SCC). Se destaca la importancia del SCC y se proponen objetivos específicos de investigación para evaluar la seguridad, componentes mecánicos y electrónicos, aplicando pruebas integrales. El marco teórico analiza riesgos, normativas y tecnologías. La estrategia de investigación adopta un enfoque mixto, involucrando personal y revisando normativas. La evaluación revela deficiencias críticas, pérdidas y costos. Las conclusiones subrayan la urgencia de correcciones para preservar la integridad y seguridad del SCC, cumpliendo con estándares y garantizando un Sistema Contra Incendios eficaz.

Capítulo II: Se plantea la problemática en el sector de la energía solar fotovoltaica, centrada en la falta de sistemas contra incendios en los Site Control Center (SCC). Destaca la importancia del SCC en la operación, subrayando la ausencia de protección contra incendios como una brecha de seguridad preocupante. Se argumenta que esta carencia puede resultar en pérdidas diarias significativas y períodos extensos de inactividad en caso de un incendio, afectando tanto la operación como la reputación de la empresa. El capítulo II también establece la necesidad de acondicionar el SCC mediante pruebas integrales antes de considerar la implementación de un Sistema Contra Incendios (SCI).

Capítulo III: establece los objetivos de la investigación enfocada en la seguridad del Site Control Center (SCC) en sistemas de energía solar fotovoltaica. El Objetivo General busca examinar a fondo la efectividad de los componentes mecánicos y electrónicos del SCC, mediante pruebas especializadas y estándares de seguridad, con el objetivo de realizar correcciones que aseguren la pertinencia del recinto. Los Objetivos Específicos detallan la evaluación de cada componente mecánico, análisis de los componentes y equipos electrónicos, y la propuesta de correcciones basadas en pruebas integrales para optimizar el SCC como Sistema Contra Incendios (SCI).

Capítulo IV: Se abordan elementos del Marco Teórico, diversos aspectos relacionados con la seguridad en Site Control Centers (SCC) de plantas solares. Comienza introduciendo los Sistemas Contra Incendios (SCI), definiendo sus funciones y destacando la importancia en entornos industriales, especialmente en SCC. Luego, se analizan los riesgos asociados a la falta

de SCI en plantas solares, identificando peligros específicos y examinando las consecuencias económicas y operativas. Se exploran normativas internacionales y estándares de seguridad, enfocándose en requisitos para la protección contra incendios en SCC. Además, se revisan tecnologías de detección y supresión, la importancia del acondicionamiento inicial, experiencias de proyectos similares, y la efectividad de la formación y simulacros para mejorar la respuesta ante emergencias.

Capítulo V: se describe la estrategia de investigación para el proyecto de implementación del Sistema Contra Incendios (SCI) en el Site Control Center (SCC) de la planta solar. Se adopta un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión integral. La población incluye personal de operación, seguridad, ingeniería y directivos. Se aplicarán encuestas y entrevistas, y se revisarán normativas como NFPA 2001 e ISO 450001. La unidad de análisis se centra en la eficacia del SCI en situaciones simuladas de incendio. Se detallan técnicas, instrumentos y fuentes de información, y se presenta una cronología de trabajo con fases y asignación de tiempo y costos.

Capítulo VI: se enfoca en evaluar la efectividad y seguridad del Sistema Contra Incendios (SCI) en el SCC. Se abordan preguntas de investigación sobre la funcionalidad y se examinan hipótesis para corregir fallos en componentes mecánicos y electrónicos. Los resultados señalan deficiencias críticas, como problemas en detectores de humo, extractores y la falta de alarmas adecuadas. El análisis económico destaca pérdidas financieras y costos de reparación, subrayando la importancia de mejorar el SCI. Se confirman hipótesis sobre la identificación y corrección de fallos para optimizar la seguridad del SCC. Las pruebas detallan fallos mecánicos y eléctricos, señalando la urgencia de intervenciones correctivas. Los indicadores de la matriz de operaciones revelan preocupaciones sobre la tasa de detección de incendios y la eficacia en diferentes condiciones operativas. En resumen, el capítulo destaca la necesidad apremiante de mejoras para garantizar la funcionalidad, seguridad y eficiencia del Sistema Contra Incendios en el SCC.

Capítulo VII: Conclusiones destaca las fallas críticas identificadas en el Sistema Contra Incendios (SCI) del Sitio de Control Center (SCC). Problemas en el detector de humo, extractores, alarmas y condiciones ambientales ponen en riesgo la eficiencia del sistema y la

seguridad. Se enfatiza la necesidad urgente de abordar estas debilidades para salvaguardar la integridad del SCC y proteger a las personas y recursos en caso de incendio. La evaluación detallada resalta deficiencias en la detección de humo, componentes mecánicos y estructurales, exigiendo acciones correctivas inmediatas y un programa de mantenimiento preventivo. Se subraya la importancia de cumplir con estándares de seguridad antes de implementar el SCI, garantizando la idoneidad del entorno y la fiabilidad del sistema.

Capítulo VIII: Recomendaciones destaca medidas cruciales para mejorar el Sistema Contra Incendios (SCI) en el Sitio de Control y Comando (SCC). Se recomienda una corrección urgente del detector de humo, sugiriendo su reubicación estratégica, ajustes en la programación del PLC y la instalación de detectores adicionales. Se enfatiza la optimización de componentes mecánicos, instando al reemplazo y reparación de aires acondicionados y extractores, junto con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo. Además, se aconseja mejorar los puntos de puesta a tierra y abordar problemas estructurales para asegurar la integridad del sistema. Estas recomendaciones son esenciales para garantizar la eficacia y seguridad del SCI en emergencias.

II. CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el dinámico mundo de la energía solar fotovoltaica y sus notables beneficios, el corazón de la operación reside en el Site Control Center (SCC). Aquí convergen las conexiones eléctricas y las comunicaciones que impulsan la generación y distribución de energía. No obstante, es desconcertante descubrir que muchos SCC carecen de sistemas de protección contra incendios, lo que plantea una preocupante brecha de seguridad.

Esta carencia cobra protagonismo en la propuesta de introducir un Sistema Contra Incendios (SCI) en el SCC. Las consecuencias de un incendio en este centro neurálgico podrían resultar en pérdidas diarias estimadas hasta en \$30,000. Además de un período de inactividad de hasta 45 días para restablecer la funcionalidad de la planta. La interrupción de las comunicaciones y el control centralizado podría paralizar por completo la operación y causar daños valuados hasta en \$150,000

La gravedad del problema radica en la vulnerabilidad de un componente vital. La implementación del SCI no solo minimizaría pérdidas financieras y preservaría activos, sino que también se ajustaría a normativas de seguridad y consolidaría la confiabilidad de la planta. Este proyecto no solo garantiza la continuidad de la operación, sino que también refuerza la reputación y la sostenibilidad a largo plazo en el campo de la energía solar fotovoltaica.

2.1. Antecedentes

La energía solar fotovoltaica se ha erigido como un poderoso recurso preponderante de sostenibilidad y eficiencia, iluminando los hogares y negocios con su limpia y renovable potencia. Sus beneficios, desde la reducción en los costos de producción hasta la disminución de la huella de carbono, han transformado la manera en que experimentamos los beneficios de esta tecnología.

Dentro de estas medidas de innovación y los diferentes componentes y partes que comprenden un parque fotovoltaico, surge el Site Control Center (SCC) el cual emerge como el núcleo pulsante, donde convergen las conexiones eléctricas de potencia y control, en el cual, las líneas de comunicación interna y de medición de planta, dan vida a la distribución de la energía generada. Sin embargo, paradójicamente, muchos SCC, por disposiciones normativas y prácticas

del propio mercado, han decidido no incorporar los diferentes sistemas de protección contra incendios de forma predeterminada, instalándose estos, solamente bajo petición del cliente.

Este escenario plantea una preocupación crucial: la vulnerabilidad del SCC ante el fuego. Un incendio en este punto crítico no solo pone en peligro la infraestructura, sino también interrumpe drásticamente la medición y distribución de la energía eléctrica, desencadenando consecuencias económicas y operativas catastróficas.

Casos previos y evidenciados en plantas vecinas, han dejado claro el enorme impacto tanto técnico y económico que sufren estos emplazamientos, sin mencionar las reparaciones extendidas y complejas que han inmovilizado en su totalidad plantas fotovoltaicas por hasta seis meses. Ante este desafío, emerge la necesidad imperante de implementar sistemas de detección, alarma y supresión de incendios en el SCC.

Esto no solo va a prevenir pérdidas materiales, sino que garantizan la continuidad operativa, la seguridad de los trabajadores y la integridad del suministro energético. La inversión en esta protección es esencial para salvaguardar el presente y futuro de la generación fotovoltaica en plantas que carecen de un SCI en el SCC, asegurando un camino adecuado hacia la sostenibilidad y la confiabilidad energética.

2.2. Enunciado del Problema

El enunciado del problema destaca la necesidad fundamental de acondicionar el Site Control Center (SCC) para garantizar su seguridad y funcionalidad en el contexto de la operación de energía solar fotovoltaica. Antes de cualquier consideración sobre el Sistema Contra Incendios (SCI), se requiere acondicionar el sitio a través de pruebas integrales. Estas pruebas se enfocan en tres áreas críticas: la integridad mecánica de la carcasa, la conexión eléctrica a tierra y el correcto funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado. Estos aspectos son esenciales para prevenir incendios, asegurar la seguridad eléctrica y mantener un ambiente adecuado para los equipos.

La primera fase del problema implica verificar la integridad de la carcasa del SCC para evitar posibles fugas de gases o líquidos que podrían causar incendios. La segunda tarea es evaluar la conexión eléctrica a tierra de manera exhaustiva, previniendo así riesgos eléctricos y

sobretensiones que podrían desencadenar incendios catastróficos. Además, se debe garantizar el funcionamiento sincronizado de los sistemas de aire acondicionado, ya que estos son vitales para evitar el sobrecalentamiento de los equipos críticos dentro del SCC.

En última instancia, es imperativo subrayar que este proceso de acondicionamiento inicial mediante pruebas integrales es un paso esencial antes de considerar la implementación específica del SCI. Estas pruebas no solo protegen la infraestructura y la inversión en energía solar, sino que también aseguran el cumplimiento de las normativas de seguridad y fortalecen la reputación y la sostenibilidad a largo plazo de la empresa en el sector de la energía solar fotovoltaica.

2.3. Preguntas de Investigación

2.3.1. Pregunta principal

¿Cuál es la efectividad de los componentes, mecánicos y equipos electrónicos del SCC después de ser sometidos a pruebas integrales y de funcionamiento que permitan garantizar un adecuado acondicionamiento del recinto y posterior instalación del SCI?

2.3.2. Preguntas secundarias

- a. ¿Cómo se desempeñó el actual Sistema de Control de Incendios (SCI) en los escenarios de prueba integral, y qué mejoras o ajustes son necesarios para garantizar una gestión más eficiente de situaciones de emergencia, en línea con los requisitos de la norma NFPA 2001?
- b. ¿Cuáles son los procedimientos específicos necesarios para verificar la respuesta integral del actual Sistema de Control de Incendios (SCI) a escenarios de prueba que simulan eventos críticos, asegurando la activación de protocolos de seguridad y una gestión eficiente de situaciones de emergencia de acuerdo con los requisitos establecidos por la norma NFPA 2001?

2.4. Hipótesis y Variables de Investigación

2.4.1. Hipótesis:

Si se identifican y corrigen los posibles fallos en cada componente mecánico del Site Control Center (SCC) mediante pruebas especializadas y ajustes según estándares de seguridad,

entonces se mejorará la confiabilidad y funcionalidad del SCC como Sistema Contra Incendios (SCI), reduciendo así el riesgo de fallos mecánicos y aumentando la seguridad del recinto.

2.4.2. Variables del Proyecto

- a. Variable Dependiente: Eficiencia del Sistema Contra Incendios (SCI) del Site Control Center (SCC)
 - Definición Conceptual: La capacidad del SCI para prevenir, detectar y controlar incendios en el SCC.
 - Definición Operacional: Medida a través de pruebas integrales que evalúan la efectividad de los componentes mecánicos y electrónicos, así como la capacidad de respuesta del sistema en situaciones simuladas de incendio.
 - Indicadores: Tasa de detección de incendios, tiempo de respuesta del sistema ante incendios, eficacia en el control del fuego.
- b. Variables Independientes:
 - Componentes Mecánicos del SCC:
 - i. Definición Conceptual: Los elementos físicos del SCC, como las estructuras, sistemas de ventilación, y equipos mecánicos.
 - ii. Definición Operacional: Evaluación del estado físico y funcionalidad de cada componente mecánico mediante pruebas especializadas.
 - iii. Indicadores: Estado de los componentes, fallos identificados, tasa de fallos mecánicos.
 - Componentes Electrónicos del SCC:
 - i. Definición Conceptual: Los dispositivos electrónicos y sistemas de control del SCC, incluyendo sensores y sistemas de alarma.
 - ii. Definición Operacional: Evaluación de la eficacia y fiabilidad de los componentes electrónicos en diversas condiciones operativas y su compatibilidad con otros sistemas.
 - iii. Indicadores: Eficacia en diferentes condiciones operativas, compatibilidad entre equipos electrónicos, respuesta efectiva del SCI.
 - Correcciones y Mejoras Implementadas en el SCC:

- i. Definición Conceptual: Las modificaciones realizadas en los componentes del SCC para optimizar su funcionamiento como SCI.
- ii. Definición Operacional: Documentación detallada de las correcciones aplicadas, verificación de su cumplimiento con los estándares de seguridad.
- iii. Indicadores: Tipo y cantidad de correcciones implementadas, cumplimiento con estándares de seguridad.

Tabla 2.1

Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Eficiencia del SCI del SCC	Capacidad del SCI para prevenir, detectar y controlar incendios en el SCC.	Medida a través de pruebas integrales que evalúan la efectividad de los componentes mecánicos y electrónicos, así como la capacidad de respuesta del sistema en situaciones simuladas de incendio.	Tasa de detección de incendios, tiempo de respuesta del sistema, eficacia en el control del fuego.
Componentes Mecánicos del SCC	Elementos físicos del SCC, incluyendo estructuras y sistemas mecánicos.	Evaluación del estado físico y funcionalidad de cada componente mecánico mediante pruebas especializadas.	Estado de los componentes, fallos identificados, tasa de fallos mecánicos.
Componentes Electrónicos del SCC	Dispositivos electrónicos y sistemas de control del SCC.	Evaluación de la eficacia y fiabilidad de los componentes electrónicos en diversas condiciones operativas	Eficacia en diferentes condiciones operativas, compatibilidad entre equipos electrónicos,

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
		y su compatibilidad con otros sistemas.	respuesta efectiva del SCI.
Correcciones y Mejoras Implementadas	Modificaciones realizadas en los componentes del SCC.	Documentación detallada de las correcciones aplicadas, verificación de su cumplimiento con los estándares de seguridad.	Tipo y cantidad de correcciones implementadas, cumplimiento con estándares de seguridad.

Nota: Esta matriz proporciona una estructura clara para evaluar y medir las variables del estudio, permitiendo una comprensión detallada de los aspectos a analizar durante la investigación. **Fuente:** elaboración propia.

2.5. Justificación

La necesidad de asegurar la seguridad y el óptimo funcionamiento del SCC es crítica para mantener la continuidad operativa y la generación de energía de manera eficiente y segura.

Las pruebas integrales son esenciales porque proporcionan una validación física meticulosa de cada componente del SCC. Evaluar la integridad mecánica de la carcasa garantiza que no haya fugas de gases o agentes limpios, ni posibles puntos de debilidad estructural que podrían provocar incendios.

La evaluación de la conexión eléctrica a tierra es vital para prevenir riesgos eléctricos, como sobretensiones, que podrían dañar equipos y generar incendios catastróficos. Además, verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado es esencial para evitar el sobrecalentamiento de los equipos críticos.

La realización de pruebas integrales no solo previene pérdidas financieras y costosos daños materiales asociados con incendios, sino que también asegura la seguridad de los trabajadores y la continuidad operativa.

Al identificar posibles fallas y realizar correcciones basadas en estándares de seguridad, el proyecto contribuye significativamente a la sostenibilidad y reputación a largo plazo de la empresa en el sector de la energía solar fotovoltaica. Además, al cumplir con las normativas de seguridad, la empresa demuestra su compromiso ético con la protección del medio ambiente y la seguridad de la comunidad circundante.

III. CAPITULO III: OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Examinar de forma exhaustiva la eficacia de los componentes mecánicos y equipos electrónicos del SCC *mediante* la realización de pruebas individuales e integrales que garanticen su óptimo funcionamiento, *con el fin de* comprobar que los mismos puedan ser utilizados en el nuevo SCI basado en norma NFPA 2001.

3.2. Objetivos Específicos

- a. Evaluar cada componente mecánico del SCC, identificando posibles fallos y asegurando su correcto funcionamiento conforme a estándares de seguridad, mediante pruebas especializadas.
- b. Verificar la respuesta del actual SCI a escenarios de prueba integral que simulan eventos críticos, evaluando la capacidad de los equipos para activar protocolos de seguridad y garantizar una gestión eficiente de situaciones de emergencia, de acuerdo con los requisitos de la norma NFPA 2001.
- c. Asegurar que las modificaciones realizadas cumplan con estándares de seguridad y optimicen el funcionamiento del recinto con el nuevo SCI.

IV. CAPITULO IV: MARCO TEÓRICO

4.1.Introducción al Sistema Contra Incendios (SCI)

El Sistema Contra Incendios (SCI) emerge como un pilar esencial para la protección en entornos industriales críticos, especialmente en Site Control Centers (SCC) de plantas solares. Diseñado según la norma NFPA 2001, este sistema vanguardista integra agentes limpios, detectores de fuego, sistemas de supresión, paneles de control y dispositivos de alarma. Su función trasciende la mera extinción, abarcando la preservación de vidas, propiedades y del medio ambiente. En el contexto específico de los SCC, donde convergen operaciones eléctricas y de comunicación, la implementación de SCI no solo minimiza pérdidas financieras y protege activos, sino que también asegura la continuidad operativa y fortalece la sostenibilidad de la industria solar, contribuyendo a un suministro energético confiable y seguro.

4.1.1. Definición y función del SCI

El Sistema Contra Incendios (SCI) es un conjunto de medidas y dispositivos diseñados para prevenir, detectar y controlar incendios en instalaciones que por su criticidad requieren de un nivel de protección superior. Su función principal es proteger vidas humanas, propiedades y el medio ambiente, minimizando los riesgos y daños causados por los incendios.

El SCI que se propondrá, se basará bajo la norma NFPA 2001 (Norma sobre Sistemas de Extinción de Incendios con Agentes Limpios) La norma NFPA 2001 establece los requisitos para la instalación, inspección, mantenimiento y prueba de los sistemas de extinción de incendios por agentes limpios, como los sistemas de extinción de incendios por gas. Estos sistemas utilizan agentes químicos o gases inertes para extinguir el fuego de manera rápida y efectiva, sin dañar los equipos o el medio ambiente.

En caso de que se detecte un incendio, el SCI, se encarga de alertar a las personas en el área afectada, NFPA 2001 (2022) “activar los sistemas de extinción por gas y coordinar la evacuación segura de las personas. Los sistemas de extinción por gas utilizan agentes químicos o gases inertes para reducir la concentración de oxígeno y extinguir el fuego de manera eficiente” (p. 1)

4.1.2. Componentes básicos de un SCI

Un Sistema Contra Incendios (SCI) según la norma NFPA 2001 incluye componentes esenciales como agentes limpios, detectores de fuego, sistemas de supresión, paneles de control y dispositivos de alarma. Los agentes limpios, como gases o aerosoles, extinguen el fuego sin dejar residuos. Los detectores monitorean constantemente la presencia de fuego, alertando al sistema. Los sistemas de supresión liberan agentes cuando se detecta un incendio. “Los paneles de control coordinan y gestionan todas las funciones, mientras que los dispositivos de alarma alertan a ocupantes y personal. Estos elementos garantizan una respuesta rápida y efectiva ante emergencias, minimizando daños” (Ingenieros Mecánicos Asociados, 2022, p. 2)

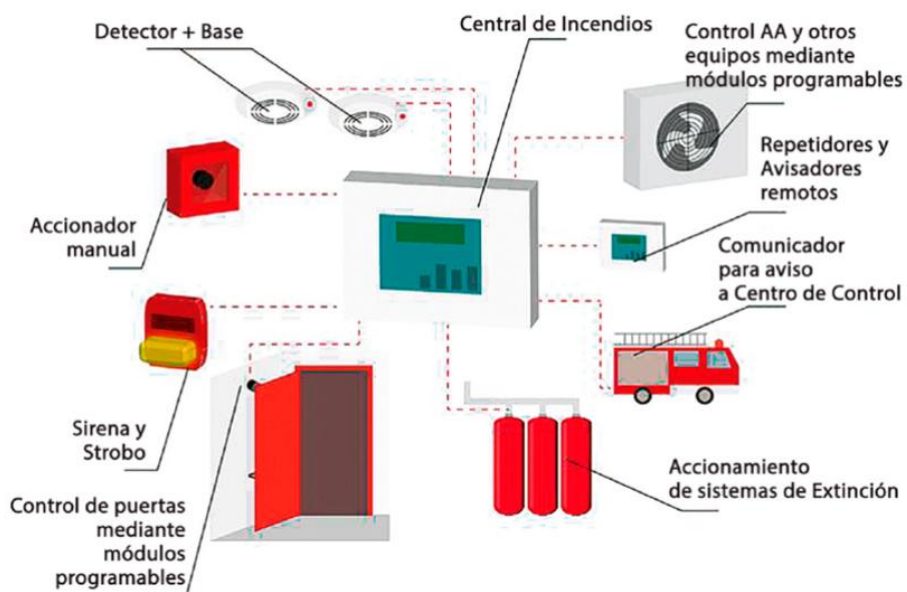


Figura 4.1

Componentes básicos de un sistema contra incendios

Nota: Los sistemas de detección de incendios son medios muy eficaces para proteger a las personas, las instalaciones, los equipos, los bienes y los materiales de los peligros derivados de un incendio, si son instalados, mantenidos y utilizados adecuadamente. **Fuente:** (Innovación y Seguridad Electrónica , 2019)

4.1.3. Importancia de los SCI en entornos industriales, especialmente en Site Control Centers de plantas solares

La importancia de los Sistemas Contra Incendios (SCI) en entornos industriales, particularmente en Site Control Centers (SCC) de plantas solares, se sustenta en la preservación integral de la seguridad, operatividad y sostenibilidad. Los SCC representan nodos críticos donde convergen las operaciones eléctricas y las comunicaciones para la generación de energía solar. La implementación de SCI en estos entornos no solo previene pérdidas financieras y protege activos esenciales, sino que también asegura la continuidad operativa, evitando interrupciones costosas y daños significativos. Estos sistemas no solo garantizan la seguridad de los trabajadores y la integridad de la infraestructura, sino que también fortalecen la reputación y sostenibilidad a largo plazo de la industria solar. Además, contribuyen a un suministro energético más confiable, seguro y alineado con los estándares de responsabilidad ambiental, demostrando un compromiso integral con la seguridad, la eficiencia y la preservación del medio ambiente en la generación de energía solar.

4.2. Riesgos Asociados a la Falta de SCI en Plantas Solares

La falta de Sistemas Contra Incendios (SCI) en Site Control Centers (SCC) de plantas solares presenta riesgos eléctricos, como cortocircuitos, poniendo en peligro la infraestructura crítica y aumentando las probabilidades de fallas técnicas. La carencia de sistemas contra incendios específicos en SCC puede resultar en incendios catastróficos, con consecuencias económicas sustanciales, incluyendo pérdidas financieras y tiempos de inactividad costosos. Operativamente, la destrucción de equipos críticos compromete la continuidad de la generación de energía y la capacidad de cumplir con compromisos de suministro. Estudios de casos destacan la vulnerabilidad inherente de los SCC, subrayando la urgencia de medidas preventivas para preservar la seguridad, la continuidad operativa y la estabilidad financiera en la industria solar.

4.2.1. Identificación de riesgos específicos en SCC de plantas solares

La identificación de riesgos específicos en Site Control Centers (SCC) de plantas solares es crucial para la seguridad y operatividad del entorno. Riesgos eléctricos, como cortocircuitos o sobrecargas, pueden desencadenar incendios, comprometiendo la infraestructura crítica. “La

presencia de equipos electrónicos y sistemas de comunicación aumenta la probabilidad de fallas técnicas, provocando interrupciones en la generación de energía” (PowerData, 2018, p. 1). Además, la falta de sistemas contra incendios específicos en los SCC representa un riesgo significativo, ya que un incendio en este centro neurálgico podría resultar en pérdidas financieras, daños materiales y la paralización de operaciones cruciales.



Figura 4.2

Incendio en interior de planta fotovoltaica

Fuente: (Sun Fields, 2017)

La identificación detallada de estos riesgos es esencial para desarrollar estrategias de prevención y mitigación, asegurando la seguridad y confiabilidad en la industria solar.

4.2.2. Consecuencias económicas y operativas de falta de SCI

La falta de protección contra incendios en entornos críticos, como Site Control Centers (SCC) de plantas solares, conlleva consecuencias económicas y operativas severas. Económicamente, la ausencia de medidas preventivas puede resultar en pérdidas financieras sustanciales. Un incendio no controlado puede dañar equipos esenciales, generar costosos tiempos de inactividad y requerir inversiones significativas en reparaciones y reemplazos. Además, la interrupción de operaciones en el SCC puede llevar a la pérdida de generación de energía, impactando directamente los ingresos y la reputación de la empresa.

Operativamente, la falta de protección contra incendios compromete la continuidad y confiabilidad de las operaciones. La destrucción o daño de equipos críticos en el SCC puede

resultar en una paralización prolongada, afectando la capacidad de la planta para cumplir con los compromisos de suministro de energía. Además, la falta de medidas preventivas puede afectar la seguridad de los trabajadores y la integridad de la infraestructura, creando un entorno propenso a emergencias incontrolables. La implementación urgente de sistemas contra incendios es imperativa para evitar estas consecuencias graves y preservar la estabilidad económica y operativa en entornos industriales críticos.

4.2.3. Estudios de casos relevantes que demuestren el impacto de incendios en SCC

Casos relevantes evidencian de manera contundente el impacto devastador de incendios en Site Control Centers (SCC) de plantas solares. Incidentes previos han ocasionado paralizaciones operativas prolongadas, con pérdidas económicas sustanciales debido a la interrupción en la generación de energía. Daños a equipos críticos y sistemas de comunicación han llevado a reparaciones costosas y reemplazo de infraestructura esencial. Además, la falta de sistemas contra incendios adecuados ha exacerbado la magnitud de estos eventos, destacando la vulnerabilidad inherente de los SCC. Estos casos subrayan la urgencia de implementar medidas preventivas y la importancia crítica de la protección contra incendios en entornos industriales, reforzando la necesidad imperante de salvaguardar la seguridad, la continuidad operativa y la estabilidad financiera en la industria solar.

4.3. Normativas Internacionales y Estándares de Seguridad

La seguridad en plantas solares es fundamental para preservar la integridad operativa. Normativas internacionales como ISO 45001 y NFPA 70E establecen requisitos para la gestión de seguridad y salud ocupacional, así como prácticas seguras en entornos eléctricos, incluyendo Site Control Centers (SCC). En específico, NFPA 2001 dicta pautas para sistemas de extinción de incendios, vital en SCC. La protección contra incendios en SCC exige cumplir requisitos como instalación de Sistemas Contra Incendios (SCI) según NFPA 2001, detección temprana, alarmas y capacitación del personal. Ejemplos de normativas efectivas incluyen las de Estados Unidos, Unión Europea, Australia, Singapur y Japón. Estas normas, adaptadas a diversas regiones, fortalecen la seguridad, continuidad operativa y estándares de excelencia en la industria solar, mitigando riesgos y asegurando la integridad de las instalaciones.

4.3.1. Análisis de normativas y estándares internacionales relacionados con la seguridad en plantas solares

El análisis de normativas y estándares internacionales relacionados con la seguridad en plantas solares es crucial para garantizar la integridad de las operaciones. La norma ISO 45001 establece requisitos para sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional, proporcionando un marco sólido para la identificación y control de riesgos en entornos laborales, incluyendo Site Control Centers (SCC). Además, la norma NFPA 70E especifica prácticas seguras para trabajadores que interactúan con equipos eléctricos, salvaguardando contra riesgos eléctricos presentes en plantas solares. En el ámbito específico de la protección contra incendios, la NFPA 2001 dicta directrices para la instalación, inspección y mantenimiento de sistemas de extinción de incendios con agentes limpios, siendo relevante para SCC. La adherencia a estas normativas fortalece la seguridad, asegura la continuidad operativa y promueve estándares internacionales de excelencia en la industria solar, siendo esencial para la mitigación de riesgos y la preservación de la integridad de las instalaciones.

4.3.2. Requisitos específicos para la protección contra incendios en SCC

La protección contra incendios en Site Control Centers (SCC) requiere cumplir con requisitos específicos para salvaguardar la infraestructura crítica. En primer lugar, la instalación de Sistemas Contra Incendios (SCI) conforme a normativas reconocidas, como NFPA 2001, es imperativa. Esto implica la utilización de agentes limpios para extinguir fuegos sin dañar equipos. Además, la implementación de sistemas de detección temprana, como detectores de humo y calor, es esencial para una respuesta inmediata. La interconexión de estos sistemas con alarmas audibles y visuales, asegura la pronta evacuación y notificación de emergencias. Es fundamental contar con paneles de control centralizados que coordinen las funciones del SCI y permitan intervenciones manuales cuando sea necesario. La capacitación continua del personal en procedimientos de seguridad, simulacros de evacuación y mantenimiento preventivo de los equipos son requisitos esenciales. La documentación detallada de las medidas implementadas, asegurando el cumplimiento de estándares, completa los requisitos para una protección integral

contra incendios en SCC, salvaguardando la seguridad, continuidad operativa y reputación a largo plazo de las plantas solares.

4.3.3. Ejemplo de regiones que implementaron normativas efectivas en este ámbito

Varios países y regiones “han implementado normativas efectivas en el ámbito de la protección contra incendios en instalaciones críticas como Site Control Centers (SCC) de plantas solares” (Lozano, 2017, p. 3) Ejemplos notables incluyen:

- *Estados Unidos*: La National Fire Protection Association (NFPA) establece normativas rigurosas, como la NFPA 2001, que proporciona pautas detalladas para sistemas de extinción de incendios con agentes limpios, aplicables a instalaciones industriales y centros de control.
- *Unión Europea*: La Directiva ATEX (Atmósferas Explosivas) establece estándares para la protección contra incendios en entornos con riesgo de explosión, lo que impacta directamente en la seguridad de instalaciones solares.
- *Australia*: La Australian Standards (AS) aborda la seguridad contra incendios en diferentes sectores, incluyendo instalaciones industriales, estableciendo requisitos específicos para la protección de activos y personal.
- *Singapur*: El país ha adoptado normativas basadas en estándares internacionales para garantizar la seguridad contra incendios en instalaciones críticas, alineándose con la NFPA y otras normativas reconocidas.
- *Japón*: Las regulaciones de seguridad contra incendios, como las establecidas por la Fire Service Act, son estrictas y aplicables a diversas instalaciones industriales, asegurando la protección de activos y la continuidad operativa.

Estos ejemplos destacan la diversidad de normativas internacionales, cada una adaptada a las características y necesidades específicas de sus respectivas regiones para asegurar la protección efectiva contra incendios en instalaciones críticas como los SCC de plantas solares.

4.4. Tecnologías de Detección y Supresión

La revisión detallada de tecnologías de detección de incendios, como detectores de humo avanzados y análisis de imágenes térmicas, se destaca por ofrecer una detección temprana y precisa, mejorando la respuesta y minimizando falsas alarmas. La supresión automática de incendios, vital para controlar la propagación del fuego, abarca métodos como agentes limpios, sistemas de rociadores y espumas, cada uno adaptado a la naturaleza del entorno. La evaluación de la efectividad y aplicabilidad de estas tecnologías en Site Control Centers (SCC) considera la naturaleza específica de los riesgos, asegurando una protección óptima mediante sistemas de detección avanzados y métodos de supresión adecuados, respaldando la continuidad operativa y la seguridad en entornos industriales críticos.



Figura 4.3

Detectores de humo de alta gama (inteligentes)

Nota: Los sistemas deben diseñarse para proporcionar el nivel adecuado de protección y respuesta de acuerdo con el nivel de riesgo y los recursos disponibles para instalar y administrar el sistema. **Fuente:** (ST Soluciones, 2021)

4.4.1. Revisión detallada de tecnologías de detección de incendios

La revisión detallada de tecnologías de detección de incendios implica evaluar sistemas avanzados como detectores de humo fotoeléctricos, térmicos y de ionización, así como

tecnologías más recientes, incluyendo sensores de monóxido de carbono y análisis de imágenes térmicas. Estas soluciones ofrecen detección temprana y precisa de incendios, mejorando la respuesta y minimizando falsas alarmas. “La integración de inteligencia artificial y análisis de datos en tiempo real también es crucial para optimizar la eficacia de los sistemas de detección, asegurando una protección efectiva en entornos críticos como Site Control Centers de plantas solares” (Johnson Controls, 2018, p. 1)

4.4.2. Métodos de supresión automática de incendios

Los métodos de supresión automática de incendios son fundamentales para controlar rápidamente la propagación del fuego y minimizar daños en entornos críticos. Entre las técnicas destacadas se encuentra el uso de agentes limpios, como gases inertes o agentes químicos, que extinguen el fuego sin dejar residuos dañinos. Estos agentes reducen la concentración de oxígeno, interrumpen la reacción química del fuego y evitan la formación de humo. Otra metodología común es la aplicación de sistemas de rociadores automáticos que dispersan agua o agentes extintores directamente sobre la fuente de fuego. Estos sistemas están diseñados para activarse automáticamente al detectar el calor. Además, se emplean sistemas de espuma que cubren la superficie del combustible, privando al fuego de oxígeno y enfriando la zona. La elección del método depende de factores como la naturaleza de los materiales combustibles, la criticidad del entorno y la rapidez requerida en la respuesta. La combinación de estos métodos en un Sistema Contra Incendios (SCI) integral, en cumplimiento con normativas como la NFPA 2001, asegura una supresión efectiva, limitando pérdidas y protegiendo activos críticos en entornos industriales y centros de control.

4.4.3. Efectividad y aplicabilidad de diferentes tecnologías en entornos de SCC

La evaluación de la efectividad y aplicabilidad de diferentes tecnologías en entornos de Site Control Centers (SCC) es esencial para garantizar una protección contra incendios óptima. La selección de tecnologías debe considerar la naturaleza específica de los riesgos presentes en los SCC de plantas solares. Los sistemas de detección avanzados, como detectores de humo, calor y sistemas de imágenes térmicas, son cruciales para una identificación temprana y precisa de incendios. La integración de tecnologías de comunicación efectiva, como alertas visuales y sonoras, facilita una respuesta inmediata y coordinada. En cuanto a la supresión automática, la

elección entre agentes limpios, sistemas de rociadores o espumas depende de la infraestructura y los materiales presentes en el SCC.

Además, la implementación de tecnologías de monitoreo remoto y sistemas de gestión centralizados permite un control continuo y la capacidad de respuesta desde ubicaciones remotas. La ciberseguridad también es un factor crítico, asegurando que las tecnologías implementadas estén protegidas contra amenazas digitales.

La efectividad se evalúa mediante simulacros periódicos y pruebas de los sistemas en condiciones similares a las reales. La adaptabilidad de las tecnologías a cambios en la infraestructura o en los riesgos identificados asegura su aplicabilidad a largo plazo. La continua actualización conforme a avances tecnológicos y cambios en las normativas garantiza la vigencia y la eficacia de las soluciones implementadas en entornos de SCC.

4.5.Importancia del Acondicionamiento Inicial

La importancia del acondicionamiento inicial antes de la implementación del Sistema Contra Incendios (SCI) en Site Control Centers (SCC) de plantas solares es crucial para garantizar su óptimo funcionamiento. Las pruebas integrales en el emplazamiento aseguran que el SCI responda eficazmente a escenarios específicos, considerando las condiciones ambientales y riesgos particulares del sitio. Este análisis detallado valida el cumplimiento de normativas, como la NFPA 2001, y adapta el SCI al entorno del SCC, fortaleciendo la preparación ante emergencias. La identificación de áreas críticas antes de la instalación, evaluando distribución física, riesgos y condiciones ambientales, contribuye a diseñar un SCI adaptado a las necesidades específicas del SCC. La relación entre un acondicionamiento inicial riguroso y la eficiencia a largo plazo del SCI es esencial, asegurando un sistema bien ajustado, personal capacitado y protocolos actualizados para una protección continua y confiable en entornos industriales críticos.

4.5.1. Análisis de la necesidad de pruebas integrales antes de implementación del SCI

La realización de pruebas integrales antes de la implementación del Sistema Contra Incendios (SCI) es imperativa, especialmente considerando el emplazamiento donde se montará dicho sistema, como es el caso de Site Control Centers (SCC) en plantas solares. Este análisis detallado

busca garantizar que el SCI funcione de manera óptima y responda eficazmente a posibles escenarios de emergencia específicos de la ubicación. Las pruebas en el emplazamiento permiten evaluar las condiciones ambientales y los riesgos particulares presentes, adaptando el SCI a las características específicas del entorno. Se verifica la eficacia de los detectores en condiciones reales y se ajustan según las necesidades del sitio.



Figura 4.4

Pilares para revisión en el SCC

Nota: Desde luego las pruebas a realizar previas en el SCC para garantizar su acondicionamiento, están basadas en requerimientos internos de planta. **Fuente:** elaboración propia (2023)

Además, se evalúa la respuesta del sistema de supresión, considerando factores como la distribución espacial y la naturaleza de los materiales presentes. La coordinación con otros sistemas de seguridad locales, como sistemas de evacuación y comunicación, se prueba para garantizar una respuesta integral y coordinada. Estas pruebas in situ no solo validan el cumplimiento de normativas, como la NFPA 2001, sino que también aseguran que el SCI esté adaptado de manera precisa al entorno específico del SCC, fortaleciendo la preparación y respuesta ante posibles emergencias.

4.5.2. Identificación de áreas críticas en el SCC que deben ser evaluadas antes de la instalación del sistema

La identificación de áreas críticas en el Site Control Center (SCC) que deben ser evaluadas antes de la instalación del Sistema Contra Incendios (SCI) es esencial para garantizar una

protección integral. Primero, se debe analizar la distribución física del SCC, identificando zonas de mayor concentración de equipos críticos y sistemas de comunicación. La evaluación de la infraestructura eléctrica es crucial, considerando la presencia de paneles de control, servidores y dispositivos electrónicos sensibles. Se deben identificar áreas con riesgos específicos, como paneles eléctricos de potencia, donde la probabilidad de un inicio de incendio puede ser más elevada.

La revisión detallada de las condiciones ambientales, incluyendo la temperatura y la humedad, es vital para seleccionar tecnologías de detección y supresión adecuadas. Además, se deben evaluar las rutas de evacuación y acceso para el personal de respuesta a emergencias. La identificación de áreas donde la visibilidad pueda ser comprometida por humo o fuego facilita la ubicación estratégica de detectores y sistemas de supresión. La evaluación de riesgos específicos relacionados con equipos eléctricos, sustancias inflamables y la criticidad operativa de determinadas áreas contribuye a diseñar un SCI adaptado a las necesidades particulares del SCC, maximizando la eficacia y minimizando los tiempos de respuesta en situaciones críticas.

4.5.3. Relación entre el acondicionamiento inicial y la eficiencia a largo plazo del SCI

La relación entre el acondicionamiento inicial y la eficiencia a largo plazo del Sistema Contra Incendios (SCI) es crítica para garantizar su funcionamiento óptimo en entornos como Site Control Centers (SCC) de plantas solares. El acondicionamiento inicial se refiere a la fase de pruebas integrales y ajustes necesarios antes de la puesta en marcha. Durante esta etapa, se realizan simulacros, se verifica la interconexión de componentes y se ajustan parámetros para optimizar el rendimiento del SCI.

Un acondicionamiento inicial riguroso es fundamental para identificar posibles fallos, garantizar la sincronización adecuada entre detectores, sistemas de supresión y alarmas, y validar la eficacia de las rutas de evacuación. Esta fase también incluye la formación del personal en el manejo de emergencias y en la operación del SCI.

La eficiencia a largo plazo del SCI depende directamente de la calidad del acondicionamiento inicial. Un sistema bien ajustado, con personal capacitado y protocolos establecidos, minimiza el riesgo de fallos durante eventos críticos. Además, se deben realizar revisiones periódicas,

actualizaciones y simulacros continuos para adaptar el SCI a cambios en la infraestructura y riesgos emergentes. La inversión en un acondicionamiento inicial sólido se traduce en una mayor confiabilidad, rapidez de respuesta y protección continua del SCC en el tiempo, asegurando la eficiencia operativa y la seguridad a largo plazo de las plantas solares.

4.6.Experiencias y Lecciones Aprendidas de Otros Proyectos

La revisión de proyectos similares de implementación de Sistemas Contra Incendios (SCI) en entornos industriales es fundamental para la planificación efectiva, aprendizaje y mejora continua. Este análisis aporta valiosos insights sobre las mejores prácticas, desafíos comunes y soluciones exitosas. Al examinar proyectos previos en la industria solar, especialmente en Site Control Centers (SCC), se pueden identificar riesgos específicos y estrategias efectivas de mitigación. Aspectos como la selección de tecnologías de detección y supresión, la integración con otros sistemas de seguridad y la coordinación durante simulacros y emergencias pueden optimizarse mediante lecciones aprendidas de proyectos anteriores.

En el contexto de éxitos y fracasos en la implementación de sistemas de protección contra incendios, se destaca la importancia de una planificación exhaustiva, la elección adecuada de tecnologías y la formación continua del personal para el éxito del proyecto. En contraste, los fracasos suelen derivar de la subestimación de riesgos, pruebas insuficientes y capacitación inadecuada. Las lecciones aprendidas resaltan la necesidad de una aproximación integral y adaptativa, considerando detenidamente las condiciones del entorno y asegurando actualizaciones regulares y mantenimiento preventivo.

Finalmente, las mejores prácticas para la instalación y mantenimiento de SCI en SCC implican una planificación meticulosa, la elección adecuada de tecnologías, y un mantenimiento continuo que incluye inspecciones regulares, simulacros de evacuación y actualizaciones tecnológicas. La participación activa en comunidades y redes de seguridad contra incendios complementa estas prácticas, asegurando una protección robusta y confiable en entornos industriales críticos.

4.6.1. Revisión de proyectos similares de implementación de Sistemas Contra Incendios en entornos industriales

La revisión de proyectos similares de implementación de Sistemas Contra Incendios (SCI) en entornos industriales es esencial para asegurar una planificación efectiva y aprender de experiencias previas. Este análisis proporciona insights valiosos sobre las mejores prácticas, desafíos comunes y soluciones exitosas. Examinar proyectos similares en la industria solar, especialmente en Site Control Centers (SCC), permite identificar riesgos específicos y estrategias efectivas de mitigación. Aspectos como la selección de tecnologías de detección y supresión, la integración con otros sistemas de seguridad y la coordinación durante simulacros y emergencias pueden optimizarse mediante lecciones aprendidas de proyectos anteriores.



Figura 4.5

Sistemas contra incendios electrónicos y remotos

Nota: Dado el continuo avance de las tecnologías en los sistemas contra incendio durante los últimos años cada día son numerosos productos específicos diseñados para la máxima efectividad en protección contra incendios, proporcionando la solución más óptima en cada caso. **Fuente:** (BITS, 2016)

La revisión detallada de implementaciones pasadas también facilita la adaptación a avances tecnológicos y cambios normativos, asegurando la actualización constante del SCI. Además, permite evaluar la efectividad a largo plazo, la eficiencia operativa y la resistencia del sistema

ante situaciones críticas. “Integrar experiencias exitosas y lecciones aprendidas de proyectos similares en la planificación del SCI para SCC de plantas solares fortalece la calidad del diseño, la implementación y la gestión continua, garantizando una protección robusta y confiable en entornos industriales críticos” (BlazeMaster, 2023)

4.6.2. Lecciones aprendidas de éxitos y fracasos en la implementación de sistemas de protección contra incendios

En éxitos, la planificación exhaustiva, la selección adecuada de tecnologías y la formación continua del personal destacan como pilares cruciales. Proyectos exitosos también enfatizan la importancia de la adaptabilidad a cambios normativos y tecnológicos, asegurando la vigencia a largo plazo.

En contraste, fracasos a menudo resultan de subestimar riesgos específicos, falta de pruebas integrales y capacitación insuficiente. Proyectos malogrados subrayan la necesidad de evaluar detenidamente las condiciones del entorno, considerando riesgos particulares y características únicas. La ausencia de actualizaciones regulares y mantenimiento preventivo también contribuye a fallas.

Finalizando, las lecciones aprendidas resaltan la necesidad de una aproximación integral, adaptabilidad continua y una comprensión profunda del entorno específico. La gestión efectiva de proyectos de sistemas contra incendios requiere un enfoque proactivo, desde la concepción hasta la operación a largo plazo, incorporando experiencias pasadas para optimizar la protección y la seguridad en entornos industriales.

4.6.3. Mejores prácticas recomendadas en instalación y mantenimiento de SCI en SCC

Las mejores prácticas recomendadas para la instalación y mantenimiento de Sistemas Contra Incendios (SCI) en Site Control Centers (SCC) involucran una combinación de planificación meticulosa, tecnologías avanzadas y mantenimiento continuo. En la fase de instalación, la identificación detallada de áreas críticas, la elección de tecnologías de detección y supresión adecuadas, y la adherencia a normativas internacionales como NFPA 2001 son esenciales. La coordinación efectiva con expertos en seguridad contra incendios y la realización de pruebas integrales in situ son prácticas cruciales.

El mantenimiento periódico juega un papel vital en la eficiencia a largo plazo de los SCI. Incluye inspecciones regulares, simulacros de evacuación, actualizaciones tecnológicas y capacitación continua del personal. La implementación de sistemas de monitoreo remoto y la interconexión con sistemas de gestión centralizados facilitan el seguimiento constante del rendimiento del SCI.

Además, la documentación detallada de procedimientos y cambios en el entorno asegura una gestión eficaz y cumple con estándares de cumplimiento. La participación activa en comunidades y redes de seguridad contra incendios proporciona información valiosa sobre las últimas tecnologías y mejores prácticas. En conjunto, estas medidas garantizan una instalación robusta y un mantenimiento efectivo, fortaleciendo la seguridad y la preparación en SCC de plantas solares.

4.7.Efectividad de la Formación y Simulacros

La efectividad de la formación continua y simulacros en la conciencia de seguridad y preparación para situaciones de incendio es esencial en entornos críticos como los Site Control Centers (SCC) de plantas solares. La capacitación constante refuerza los protocolos de seguridad y mejora la conciencia situacional, permitiendo identificar amenazas más rápidamente. La exposición a simulacros realistas permite practicar procedimientos y evaluar la efectividad de las respuestas. Además, la formación actualizada asegura que el personal esté al tanto de los avances y cambios en las mejores prácticas. Evaluar la efectividad de los simulacros de evacuación es crucial para identificar deficiencias, optimizar rutas y fortalecer la preparación. Los casos de estudio evidencian cómo la capacitación mejora significativamente la respuesta ante emergencias, minimizando riesgos y contribuyendo a la seguridad a largo plazo en entornos industriales críticos.

4.7.1. Impacto de la formación continua en la conciencia de seguridad y preparación para situaciones de incendio

El impacto de la formación continua en la conciencia de seguridad y preparación para situaciones de incendio es crucial para mitigar riesgos y garantizar respuestas efectivas en entornos críticos como Site Control Centers (SCC) de plantas solares. La formación constante

del personal no solo refuerza los protocolos de seguridad, sino que también mejora la conciencia situacional, permitiendo una identificación más rápida de posibles amenazas. La capacitación regular en el uso de equipos de extinción y evacuación aumenta la confianza y la eficacia del personal durante emergencias.



Figura 4.6

Simulacro contra incendios en parque fotovoltaico

Nota: Los simulacros contra incendios en plantas solares son vitales para preparar al personal, mejorar la respuesta ante emergencias y optimizar la coordinación. Estas prácticas aseguran eficacia en evacuaciones, familiarización con equipos de extinción y fortalecimiento de protocolos, minimizando riesgos y protegiendo la seguridad y operatividad de la planta. **Fuente:** (Ini, 2022, p. 4)

La conciencia de seguridad se ve profundamente influenciada por la exposición continua a simulacros y escenarios realistas, permitiendo a los trabajadores practicar procedimientos y evaluar la efectividad de sus respuestas. Además, la formación actualizada sobre las últimas tecnologías y normativas asegura que el personal esté al tanto de los avances y cambios en las mejores prácticas.

En última instancia, la formación continua no solo fortalece la preparación individual, sino que también fomenta una cultura organizacional centrada en la seguridad, donde cada miembro del equipo comprende la importancia de su papel en la prevención y respuesta a incendios. Este

enfoque proactivo reduce la probabilidad de incidentes, minimiza daños potenciales y contribuye a la seguridad y estabilidad a largo plazo en entornos industriales críticos.

4.7.2. Evaluación de la efectividad de los simulacros de evacuación en entornos industriales

La evaluación de la efectividad de los simulacros de evacuación en entornos industriales es esencial para garantizar la preparación y seguridad del personal en situaciones de emergencia, como incendios en Site Control Centers (SCC) de plantas solares. Estos simulacros no solo cumplen con requisitos normativos, sino que también desempeñan un papel fundamental en la identificación y corrección de posibles deficiencias en los procedimientos de evacuación.

La revisión detallada de simulacros permite evaluar la rapidez y eficiencia con la que los empleados abandonan las instalaciones, identificando áreas de congestión, rutas sub óptimas o falta de claridad en las señalizaciones. Además, facilita la comprobación de la efectividad de las comunicaciones de emergencia y la coordinación del personal.

“La variación en los escenarios de simulacro, como la simulación de diferentes tipos de incendios o condiciones adversas, permite evaluar la adaptabilidad de los protocolos de evacuación a diversas situaciones” (Rescue, 2023, p. 2)

El análisis posterior al simulacro proporciona datos valiosos para mejorar la formación, optimizar las rutas de evacuación y fortalecer la conciencia del personal sobre la importancia de la preparación. En conjunto, estas evaluaciones garantizan una respuesta efectiva y la seguridad del personal en entornos industriales críticos.

4.7.3. Casos de estudio que demuestren cómo la capacitación ha mejorado la respuesta ante emergencias

Los casos de estudio que demuestran cómo la capacitación ha mejorado la respuesta ante emergencias en entornos industriales, específicamente en Site Control Centers (SCC) de plantas solares, destacan la importancia de la formación continua en la eficacia de la gestión de crisis. La implementación de programas de capacitación exhaustivos, centrados en la respuesta a incendios y evacuaciones, ha resultado en mejoras significativas en la preparación del personal.

En un caso de estudio, la simulación regular de escenarios de incendio en SCC permitió a los empleados familiarizarse con los procedimientos de seguridad, optimizando la coordinación y reduciendo el tiempo de respuesta. La formación no solo se centró en la extinción de incendios, sino también en la comunicación efectiva durante emergencias, fortaleciendo la conciencia situacional.

Otro caso destacó la importancia de la capacitación específica para el uso de equipos contra incendios y la comprensión de los sistemas de supresión, mejorando la eficacia en la gestión de situaciones críticas. Estos casos evidencian que la inversión en programas de capacitación continua no solo mejora la seguridad del personal sino que también asegura una respuesta rápida y coordinada en entornos industriales, minimizando riesgos y protegiendo la integridad de las operaciones críticas.

4.7.4. Protocolos de mantenimiento preventivo y su importancia para la sostenibilidad del sistema contra incendios

Los protocolos de mantenimiento preventivo son fundamentales para garantizar la sostenibilidad y eficiencia a largo plazo de un Sistema Contra Incendios (SCI). Estos procedimientos sistemáticos implican inspecciones, pruebas y ajustes regulares de todos los componentes del SCI, desde detectores hasta sistemas de supresión, paneles de control y equipos asociados. La importancia radica en prevenir fallos y asegurar que cada elemento del sistema esté operativo cuando sea necesario.

El mantenimiento preventivo reduce el riesgo de malfuncionamientos, garantiza la conformidad continua con normativas y estándares, y maximiza la disponibilidad operativa del SCI. Además, contribuye a la identificación temprana de posibles problemas, permitiendo correcciones antes de situaciones críticas. Esto no solo protege activos y personal, sino que también minimiza costosos tiempos de inactividad.

En entornos críticos como Site Control Centers (SCC) de plantas solares, donde la integridad operativa es crucial, los protocolos de mantenimiento preventivo son esenciales para respaldar la confiabilidad a largo plazo del SCI, asegurando la protección continua contra incendios y contribuyendo a la sostenibilidad de las operaciones.

V. CAPITULO V: METODOLOGÍA

5.1. Enfoque y Métodos

La elección de utilizar un enfoque mixto en una investigación se justifica por diversas razones. Este enfoque combina métodos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión más completa del fenómeno de estudio. Al combinar ambos enfoques, se puede validar y fortalecer los hallazgos, aprovechando la complementariedad entre ellos.

Además, el enfoque mixto permite abordar tanto aspectos cualitativos como cuantitativos, optimizando los recursos disponibles. En resumen, utilizar un enfoque mixto ofrece la oportunidad de obtener resultados más sólidos y enriquecedores, abarcando diferentes perspectivas y logrando un equilibrio entre la profundidad y la generalización de los hallazgos

5.2. Población y Muestra

Para determinar la población y muestra adecuadas en el proyecto de implementación de un Sistema Contra Incendios (SCI) en el Site Control Center (SCC) de la planta solar, debemos considerar los diferentes grupos de interés involucrados en el proyecto. Estos grupos pueden incluir:

- *Personal de Operación y Mantenimiento*: Este grupo abarca a los trabajadores que estarán directamente involucrados en la operación y el mantenimiento del SCC. La población incluiría a todos los operadores y técnicos que trabajan en el centro de control.
- *Oficiales de Seguridad*: Aquí se incluye a los profesionales de seguridad que supervisan la planta y las instalaciones. Pueden estar a cargo de la gestión de incidentes y la respuesta ante emergencias, por lo que su opinión es crucial.
- *Personal de Ingeniería y Diseño*: Estos son los expertos en diseño de plantas solares y sistemas eléctricos. Su conocimiento técnico será esencial para evaluar la viabilidad y el diseño del SCI.
- *Directivos y Administradores*: Los líderes de la planta solar y los responsables de la toma de decisiones también deben ser considerados. Sus opiniones y aprobación son cruciales para la implementación exitosa.

La muestra seleccionada es representativa de cada uno de estos grupos de interés. Vamos a utilizar métodos como encuestas y entrevistas para obtener información valiosa de cada grupo. En general y en base a los criterios antes establecidos, consideramos una población de 36 colaboradores, un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, da como resultado un tamaño de muestra de $n = 34$ unidades.

5.3. Unidad de Análisis y Respuesta

Esto incluye el comportamiento del SCI en situaciones simuladas de incendio (esto bajo un escenario específico de fuegos clase C), su capacidad para detectar y suprimir fuegos, así como la coordinación de alarmas y alertas.

También involucra la medición de la respuesta del personal ante los sistemas y su capacitación para utilizarlos correctamente. La Unidad de Análisis y Respuesta es crucial para identificar fortalezas y áreas de mejora en el SCI y garantizar que cumpla su propósito de proteger activos, infraestructura y personas, además de ajustarse a las regulaciones y normativas establecidas.

5.4. Técnicas e Instrumentos Aplicados

En el proyecto de implementación del Sistema Contra Incendios (SCI) en el Site Control Center (SCC) de la planta solar, se emplean un par de técnicas e instrumentos para recopilar datos y llevar a cabo análisis. Entre las técnicas se encuentran encuestas dirigidas al personal de operación, ingeniería y seguridad.

- Entrevistas con personal supervisor de planta.
- Además, la revisión de normativas como NFPA 2001, NFPA 10 e ISO 450001 guiará la adecuación del SCI a los estándares internacionales.
- La evaluación de riesgos se realizará mediante matrices de riesgo, considerando la vulnerabilidad del SCC y sus potenciales consecuencias financieras.
- La comparativa de costos entre la inversión en el SCI y posibles daños económicos se basará en análisis financiero.
- Pruebas al actual recinto para verificar si el mismo es apto para soportar un SCI.

Estas técnicas e instrumentos garantizarán la toma de decisiones informadas y la alineación del proyecto con los requisitos normativos y las necesidades de seguridad.

5.5. Fuentes de Información

Las fuentes primarias incluyen registros internos de la planta solar, datos de pruebas de funcionamiento del SCI, informes de capacitación del personal y retroalimentación de simulacros de incendio.

Las fuentes secundarias comprenden normativas y estándares internacionales como NFPA 2001, NFPA 10 e ISO 450001, que establecen lineamientos para sistemas contra incendios.

5.6. Cronología de Trabajo

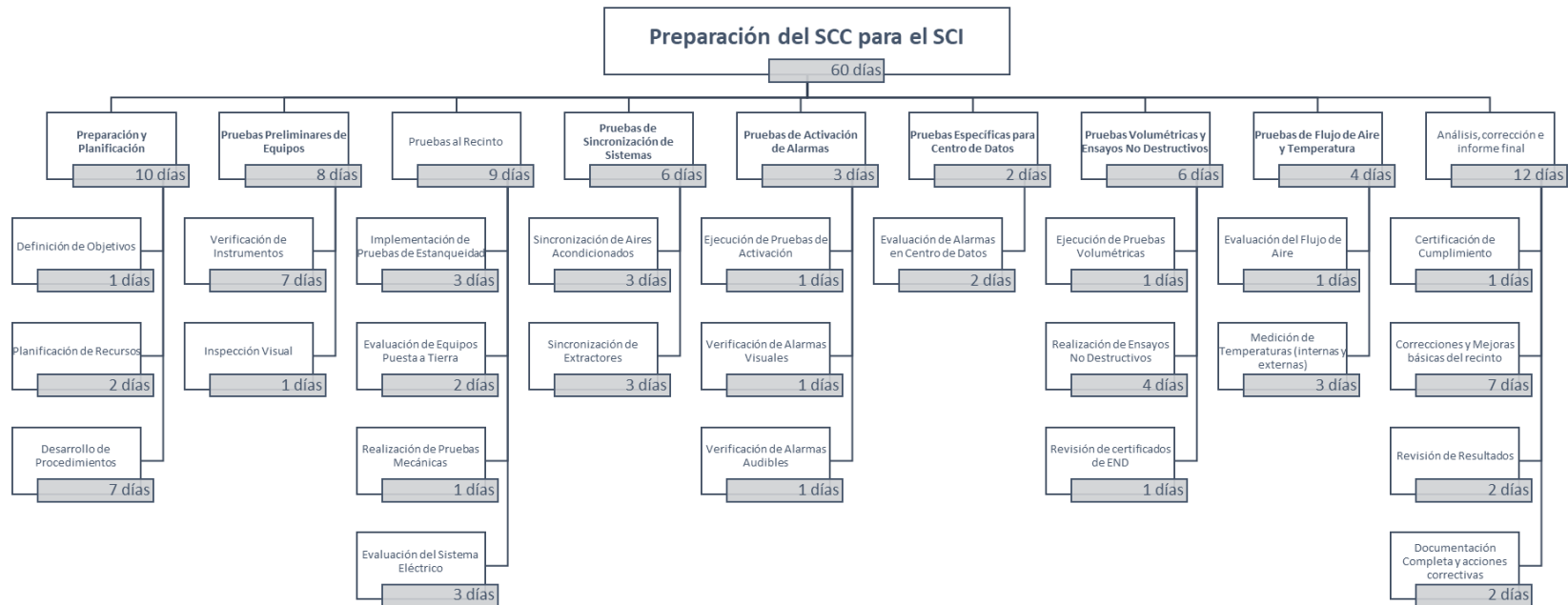


Figura 5.7

Fases de trabajo del proyecto, con asignación de tiempo

Nota: En el despliegue de un nuevo Sistema Contra Incendios (SCI) en Site Control Centers (SCC), las fases del proyecto son vitales. Desde pruebas de estanqueidad hasta sincronización de sistemas, cada etapa garantiza la seguridad y eficiencia, cumpliendo con rigurosos estándares como la norma NFPA 2001. **Fuente:** Elaboración propia (2023)

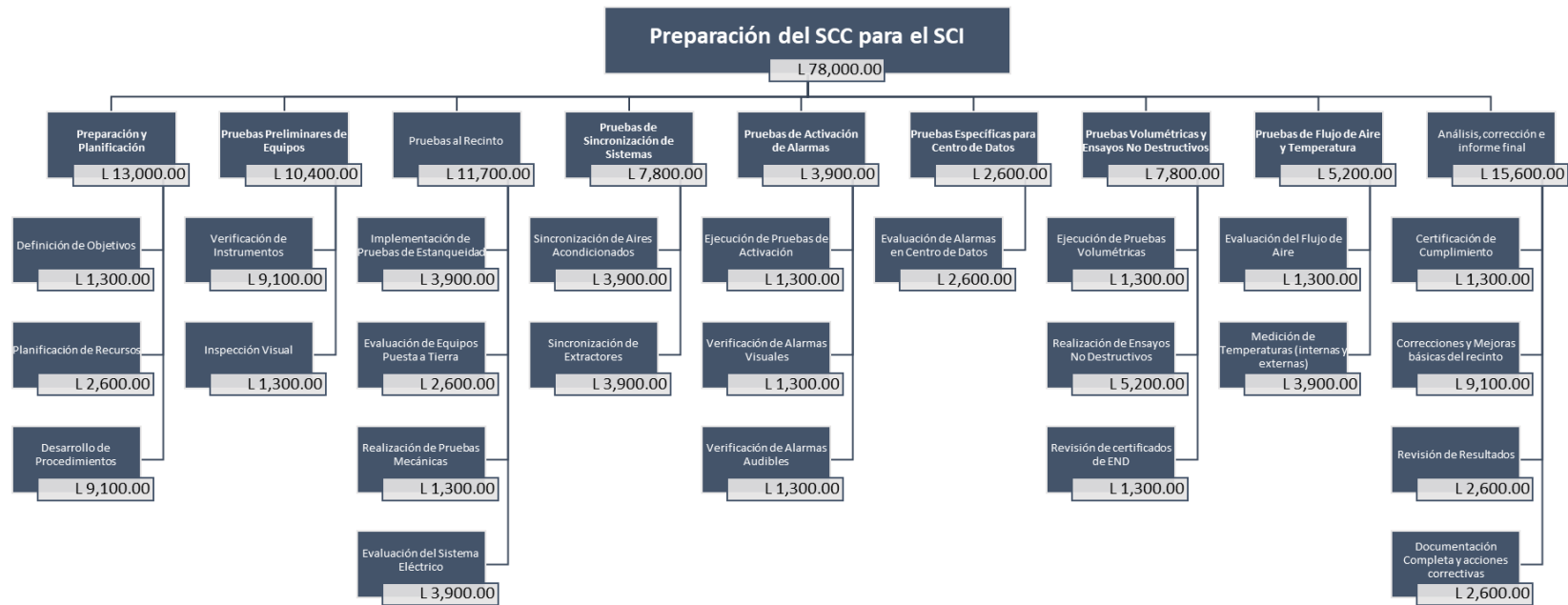


Figura 5.8

Fases de trabajo del proyecto, con asignación de costos

Nota: La implementación de un Sistema Contra Incendios (SCI) en Site Control Centers (SCC) implica consideraciones fundamentales, incluidos los costos asociados a cada fase del proyecto. Desde pruebas de estanqueidad hasta evaluaciones de sistemas eléctricos, cada etapa tiene implicaciones financieras críticas. El compromiso con estándares como la norma NFPA 2001 exige una inversión en pruebas meticulosas y tecnologías avanzadas. Comprender y gestionar eficientemente los costos a lo largo de estas fases es esencial para garantizar no solo la seguridad y eficacia del SCI, sino también la sostenibilidad y rentabilidad a largo plazo de las operaciones en entornos industriales críticos. **Fuente:** Elaboración propia (2023)

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% completado	Costo	S
1		Preparación del SCC para el SCI	17 días	lun 13/11/23 16:30	lun 4/12/23 12:00	99%	L78,000.00	
2		Hito de Inicio de Proyecto	0 días	mié 22/11/23 08:00	mié 22/11/23 08:00	0%	L0.00	
3		•Preparación y Planificación	10 días	mié 22/11/23 08:00	lun 4/12/23 12:00	99%	L13,000.00	
4	✓	•Definición de Objetivos	1 día	mar 21/11/23 08:30	mié 22/11/23 08:00	100%	L1,300.00	
5	✓	•Planificación de Recursos	2 días	lun 20/11/23 09:00	mié 22/11/23 08:00	100%	L2,600.00	
6	✓	•Desarrollo de Procedimientos	7 días	lun 13/11/23 16:30	mié 22/11/23 08:00	100%	L9,100.00	
7		Hito Fin de Preparación y Planificación	0 días	mié 22/11/23 08:00	mié 22/11/23 08:00	0%	L0.00	
8	✓	•Pruebas Preliminares de Equipos	7 días	lun 13/11/23 16:30	mié 22/11/23 08:00	100%	L10,400.00	
9	✓	•Verificación de Instrumentos	7 días	lun 13/11/23 16:30	mié 22/11/23 08:00	100%	L9,100.00	
10	✓	•Inspección Visual	1 día	mar 21/11/23 08:30	mié 22/11/23 08:00	100%	L1,300.00	
11	✓	Hito Fin de Pruebas Preliminares de Equipos	0 días	mié 22/11/23 08:00	mié 22/11/23 08:00	100%	L0.00	
12	✓	•Pruebas al Recinto	3 días	vie 17/11/23 14:30	mié 22/11/23 08:00	100%	L11,700.00	
13	✓	•Implementación de Pruebas de Estanqueidad	3 días	vie 17/11/23 14:30	mié 22/11/23 08:00	100%	L3,900.00	
14	✓	•Evaluación de Equipos Puesta a Tierra	2 días	lun 20/11/23 09:00	mié 22/11/23 08:00	100%	L2,600.00	
15	✓	•Realización de Pruebas Mecánicas	1 día	mar 21/11/23 08:30	mié 22/11/23 08:00	100%	L1,300.00	
16	✓	•Evaluación del Sistema Eléctrico	3 días	vie 17/11/23 14:30	mié 22/11/23 08:00	100%	L3,900.00	
17	✓	Hito fin de Pruebas de al Recinto	0 días	mié 22/11/23 08:00	mié 22/11/23 08:00	100%	L0.00	

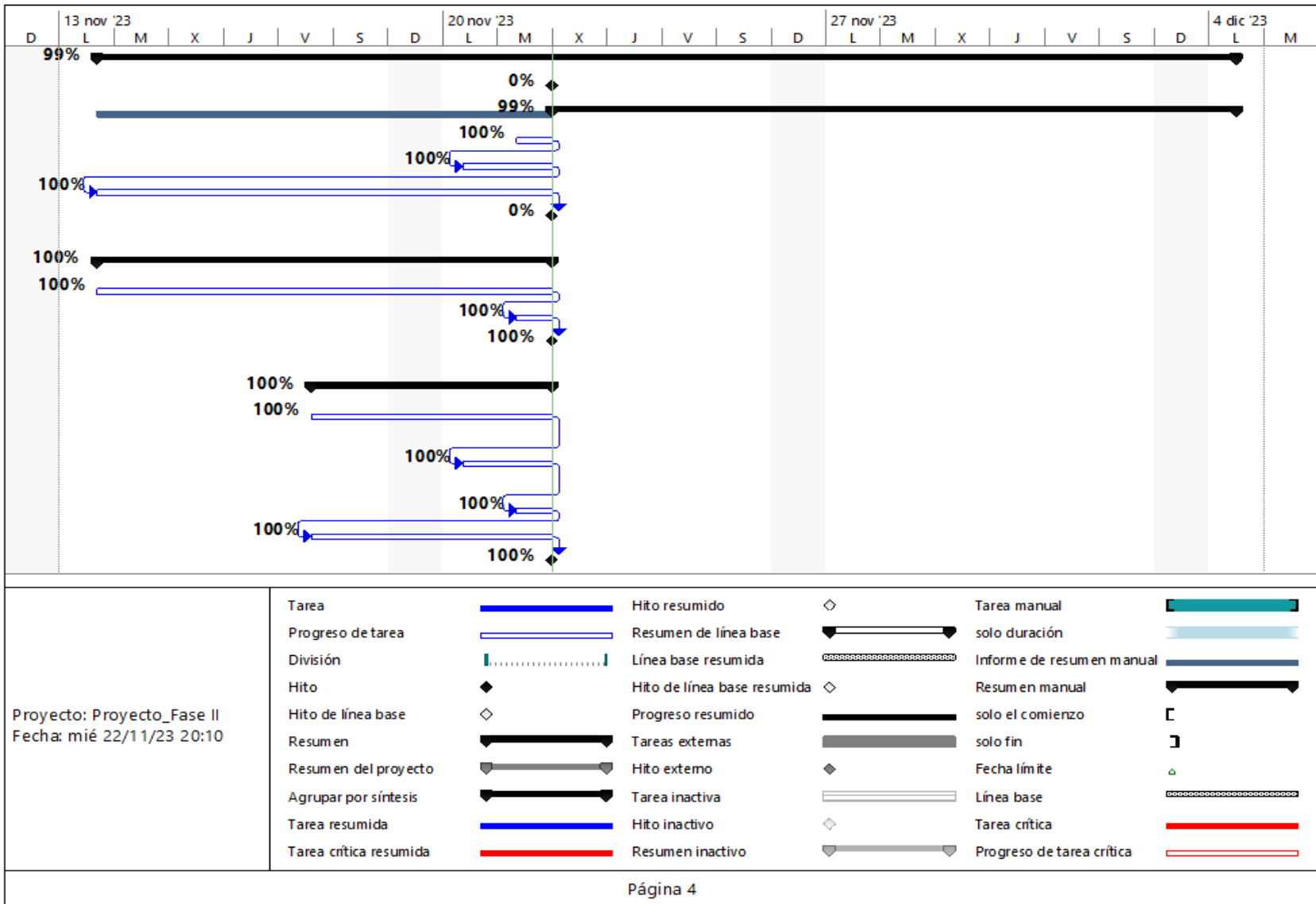
Proyecto: Proyecto_Fase II Fecha: mié 22/11/23 20:10	Tarea		Hito resumido		Tarea manual	
	Progreso de tarea		Resumen de línea base		solo duración	
	División		Línea base resumida		Informe de resumen manual	
	Hito		Hito de línea base resumida		Resumen manual	
	Hito de línea base		Progreso resumido		solo el comienzo	
	Resumen		Tareas externas		solo fin	
	Resumen del proyecto		Hito externo		Fecha límite	
	Agrupar por síntesis		Tarea inactiva		Línea base	
	Tarea resumida		Hito inactivo		Tarea crítica	
	Tarea crítica resumida		Resumen inactivo		Progreso de tarea crítica	

Página 1

Figura 5.9

Diagrama de Gantt del proyecto en sus fases de pruebas al SCC

Fuente: Elaboración propia (2023)



Fuente: Elaboración propia (2023)

VI. CAPITULO VI: RESULTADOS Y ANALISIS

Este análisis se centra en responder a preguntas clave de investigación y examinar hipótesis formuladas para mejorar la funcionalidad y seguridad del SCC ante posibles incendios.

Las preguntas de investigación abordan la efectividad del SCI y su impacto operativo y económico en el SCC. Las hipótesis, diseñadas para identificar y corregir fallos en los componentes mecánicos y electrónicos, se presentan junto con preguntas secundarias sobre la continuidad operativa y el impacto económico de los incendios.

El análisis se centra en pruebas integrales y especializadas, destacando las deficiencias identificadas en componentes clave. Se evalúa la eficiencia del SCI, destacando la inestabilidad del detector de humo, problemas con los extractores de humo, la ausencia de alarmas y condiciones ambientales desafiantes. Además, se detallan los fallos mecánicos, como compresores defectuosos y motores eléctricos dañados, subrayando la urgencia de medidas correctivas.

6.1.Resultados a las preguntas de investigación e hipótesis

Los resultados obtenidos de la evaluación del Sistema Contra Incendios (SCI) proporcionan perspectivas esenciales sobre su eficacia en el SCC. Estos hallazgos permiten abordar y disipar dudas a las preguntas de investigación e hipótesis, revelando fallas críticas que requieren atención inmediata para garantizar la seguridad integral del SCC.

6.1.1. Respuesta a la Pregunta de investigación

¿Cuál es la efectividad de los componentes, mecánicos y equipos electrónicos del SCC después de ser sometidos a pruebas integrales y de funcionamiento que permitan garantizar un adecuado acondicionamiento del recinto y posterior instalación del SCI?

- La efectividad de los componentes mecánicos y equipos electrónicos del Sistema Contra Incendios (SCI) en el Sitio de Control y Comando (SCC) es altamente cuestionable. Los resultados de las pruebas integrales indican deficiencias críticas en el detector de humo, extractores de humo y la falta de alarmas adecuadas, comprometiendo la capacidad del sistema para afrontar incendios. La interferencia del flujo de aire acondicionado y las

condiciones ambientales extremas agravan la situación. En este contexto, la utilización actual de los equipos se presenta como poco factible y potencialmente riesgosa en situaciones de emergencia. Se hace imperativo abordar urgentemente las fallas identificadas y llevar a cabo mejoras significativas para asegurar la funcionalidad y confiabilidad del Sistema Contra Incendios en el SCC.

6.1.2. Respuesta a las Preguntas secundarias

¿Cómo afectan los conatos de incendios dentro y fuera del SCC la continuidad operativa y la generación de energía?

- Los conatos de incendios dentro y fuera del Sitio de Control y Comando (SCC) plantean amenazas graves a la continuidad operativa y la generación de energía de la planta. La ineficacia del Sistema Contra Incendios (SCI), evidenciada por deficiencias en detectores de humo, extractores y la ausencia de alarmas adecuadas, compromete la capacidad de respuesta ante incendios. Estas deficiencias aumentan el riesgo de daños a equipos críticos, interrupciones en la operación y pérdida de generación de energía. En consecuencia, los conatos de incendios representan una amenaza directa a la continuidad operativa y la estabilidad en la generación de energía de la planta, exigiendo acciones inmediatas para garantizar la seguridad y eficiencia del SCC.

¿Cuál es el impacto económico de los incendios en el SCC en términos de pérdidas financieras y costos de reparación?

- Con un promedio diario de venta de 28,448.78 KW y un precio de KW de \$0.14, la pérdida financiera diaria se estima en aproximadamente \$3,985.85. Ante una eventual falla del SCC, proyectada en 45 días fuera de servicio, la pérdida total se calcula en alrededor de \$179,363.25. Además, se prevén costos de reparación de \$12,000 en caso de incendio. El impacto económico total, sumando las pérdidas financieras y los costos de reparación, asciende a aproximadamente \$191,363.25. Estos cálculos destacan la importancia de mantener y mejorar el sistema contra incendios para prevenir interrupciones prolongadas, reducir pérdidas financieras y garantizar la continuidad operativa del SCC. Además, subrayan la necesidad de implementar medidas preventivas

y correctivas para salvaguardar tanto la seguridad como la viabilidad económica del entorno.

6.2.Sobre las hipótesis planteadas

6.2.1. Resolución a la Hipótesis 1:

Si se identifican y corrigen los posibles fallos en cada componente mecánico del Site Control Center (SCC) mediante pruebas especializadas y ajustes según estándares de seguridad, entonces se mejorará la confiabilidad y funcionalidad del SCC como Sistema Contra Incendios (SCI), reduciendo así el riesgo de fallos mecánicos y aumentando la seguridad del recinto.

- La hipótesis planteada sostiene que al identificar y corregir posibles fallos en los componentes mecánicos del Site Control Center (SCC) mediante pruebas especializadas y ajustes según estándares de seguridad, se logrará mejorar la confiabilidad y funcionalidad del SCC como Sistema Contra Incendios (SCI). Esta afirmación está respaldada por la lógica de que la detección y corrección de fallas mecánicas contribuirán directamente a la reducción del riesgo de fallos en situaciones críticas. Además, al seguir estándares de seguridad, se garantiza una mayor eficacia en la prevención, detección y control de incendios. En consecuencia, esta mejora no solo fortalecerá la seguridad del recinto, sino que también optimizará la respuesta del SCC ante potenciales emergencias, proporcionando una base más sólida para la protección contra incendios en el contexto del Site Control Center.

Hipótesis 2:

Si se verifica la eficacia y compatibilidad de los componentes y equipos electrónicos del SCC en diversas condiciones operativas mediante análisis detallados, entonces se garantizará un rendimiento óptimo y una respuesta efectiva del SCI ante posibles situaciones de incendio, mejorando la capacidad de respuesta del sistema en escenarios variables.

- La hipótesis planteada sobre la verificación de la eficacia y compatibilidad de los componentes y equipos electrónicos del Site Control Center (SCC) se confirma como crucial. Las pruebas realizadas revelaron deficiencias críticas, especialmente en

detectores de humo y alarmas, subrayando la necesidad inmediata de intervenciones. Validar esta hipótesis mediante análisis detallados es esencial para abordar y corregir las fallas identificadas. Mejorar la capacidad de respuesta del Sistema Contra Incendios (SCI) en escenarios variables es imperativo para fortalecer la seguridad del recinto. Ajustes y mejoras en los componentes y equipos electrónicos son ineludibles para lograr un rendimiento óptimo del SCI, asegurando así la eficacia del sistema en diversas condiciones operativas y reduciendo potenciales riesgos de incendio.

Hipótesis 3:

Si se proponen y aplican correcciones basadas en los resultados de las pruebas integrales en los componentes mecánicos y electrónicos del SCC, asegurando el cumplimiento con estándares de seguridad y optimizando su funcionamiento como SCI, entonces se logrará una mejora significativa en la eficiencia operativa del SCC, minimizando los posibles riesgos de incendio y fortaleciendo la seguridad del sitio.

- La información disponible respalda la hipótesis de que proponer y aplicar correcciones basadas en los resultados de las pruebas integrales en los componentes mecánicos y electrónicos del SCC, asegurando el cumplimiento con estándares de seguridad y optimizando su funcionamiento como Sistema Contra Incendios (SCI), conducirá a una mejora significativa en la eficiencia operativa del SCC.

6.3.Sobre las pruebas en sitio y variables consideradas

6.3.1. Eficiencia del actual SCI y sus componentes

En cuanto a la Eficiencia del SCI del SCC, se ha llevado a cabo una exhaustiva auditoría técnica para evaluar la eficiencia del Sistema Contra Incendios (SCI) en el Sitio de Control Central (SCC). Las pruebas integrales, diseñadas para medir la efectividad de los componentes mecánicos y electrónicos, junto con la capacidad de respuesta del sistema en situaciones simuladas de incendio, han arrojado luz sobre deficiencias críticas que deben ser abordadas de manera urgente. A continuación, se presenta un resumen detallado de las fallas identificadas durante estas pruebas.

6.3.1.1. Detector de Humo

El componente esencial para la detección temprana de incendios, el detector de humo, ha mostrado un funcionamiento inestable durante las pruebas integrales. Su operación intermitente se ha convertido en un motivo de gran preocupación.



Figura 6.10

Pruebas al sensor con humo vivo y lata de humo

Nota: Durante las pruebas de detección de humo, llevadas a cabo a distancias específicas desde el foco del conato (1 ft, 2 ft y 3 ft), se observó un tiempo de activación de aproximadamente 15 segundos después de la detección. Aunque este tiempo es aceptable, la ubicación inadecuada del detector dentro del recinto ha demostrado ser un obstáculo. **Fuente:** elaboración propia.

Además, la interferencia generada por el flujo de aire acondicionado ha obstaculizado la capacidad del detector para identificar eficientemente la presencia de humo. La falta de sincronización efectiva para el apagado de los aires acondicionados, evidenciada durante las pruebas, sugiere un problema en la programación del Control Lógico Programable (PLC), lo que podría tener consecuencias graves en situaciones de emergencia.

6.3.1.2. Problemas con Extractores de Humo

Los extractores de humo, diseñados para mantener un entorno seguro y libre de gases nocivos, también presentan deficiencias significativas. Durante las pruebas, se identificó una rejilla inactiva debido a una falla en el motor eléctrico, lo que compromete la capacidad del sistema para evacuar eficientemente el humo. Además, otra rejilla solo abría un 50%, lo que plantea dudas sobre la eficacia global del diseño del sistema. La ubicación de estos extractores, en las paredes laterales del recinto a una altura de 2.1 m, y sus dimensiones (1 ft x 1 ft) son factores que deben evaluarse cuidadosamente para garantizar una operación óptima.

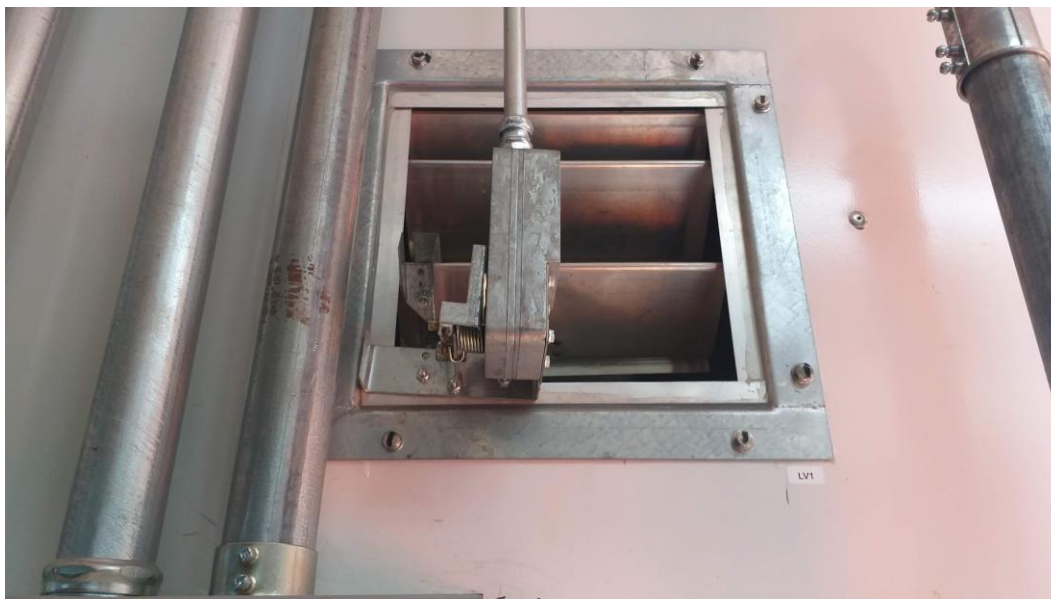


Figura 6.11

Pruebas con las rejillas y extractores de humo

6.3.1.3. Ausencia de Alarmas Adecuadas

Uno de los aspectos más críticos revelados durante las pruebas es la completa ausencia de alarmas visuales o auditivas, incumpliendo claramente las normativas NFPA 72 y NFPA 2001. La única alarma audible generada por el sensor de humo exhibe niveles de sonido entre 20 y 30 dB medidos dentro del recinto, y resulta prácticamente indetectable con el recinto completamente cerrado. Esta carencia es alarmante, especialmente considerando la distancia de 400 metros al personal más cercano. La ineficacia de las alarmas compromete la capacidad de

respuesta del personal ante incendios incipientes, representando un riesgo evidente para la seguridad del SCC.

6.3.1.4. Condiciones Ambientales Desafiantes

El entorno térmico extremo del SCC, con temperaturas que oscilan entre 39 °C y 41 °C en verano, presenta desafíos adicionales. La completa insolación y el sellado del recinto, junto con la estimación del 25% de pérdida estructural debido a una chapa dañada, afectan negativamente la eficiencia del sistema. Estas condiciones crean un ambiente propicio para la propagación rápida de incendios y obstaculizan las acciones de control.

6.3.2. Pruebas relativas a los componentes mecánicos

La evaluación del estado físico y la funcionalidad de los componentes mecánicos del Sistema Contra Incendios (SCI) ha revelado una serie de fallas críticas que comprometen la capacidad del sistema para prevenir, detectar y controlar incendios. Las pruebas integrales, diseñadas para evaluar la eficacia de los equipos mecánicos y electrónicos, así como la capacidad de respuesta del sistema en situaciones simuladas de incendio, han puesto de manifiesto deficiencias significativas. A continuación, se detallan las señales de debilidad identificadas durante las pruebas.

6.3.2.1. Aire Acondicionado

El análisis detallado del sistema de aire acondicionado revela deficiencias significativas. Uno de los aires acondicionados presenta un compresor defectuoso, lo cual impacta directamente en su capacidad para funcionar eficientemente. La presencia de un ventilador del condensador con rodamientos desgastados es otro aspecto crítico que afecta la funcionalidad del sistema.

Durante las pruebas especializadas, se simuló condiciones de incendio para evaluar la respuesta del sistema de aire acondicionado. Estas pruebas destacaron la incapacidad del compresor defectuoso y del ventilador con rodamientos desgastados para mantener condiciones óptimas en el recinto. Esta falla compromete la eficacia del sistema en la prevención y control de incendios, ya que la capacidad de respuesta se ve directamente afectada por estas deficiencias mecánicas.

6.3.2.1. Chapa Externa del Recinto

La evaluación de la chapa externa del recinto revela problemas sustanciales en la integridad estructural y hermeticidad del entorno. Un daño por corrosión avanzada en el 25% de su estructura, especialmente en la parte noreste, es una señal clara de deterioro. Además, el daño en el material de aislación debido a la invasión de fauna del sitio plantea preocupaciones adicionales sobre la vulnerabilidad del recinto.



Figura 6.12

Pruebas básicas de hermeticidad con CO₂

Nota: Las pruebas prácticas con cilindro de CO₂ de 125 libras evidenciaron una pérdida completa del gas en menos de 5 minutos, indicando una falta de hermeticidad. Estas deficiencias comprometen la capacidad del recinto para resistir filtraciones de gases, lo cual es esencial en la prevención de la propagación de incendios y la protección del personal, bajo los racks intermedios, se verifican las infiltraciones de aire exterior. **Fuente:** elaboración propia (2023)

6.3.2.2.Extractor de humo

El componente extractor, vital para evacuar humos y gases nocivos en caso de incendio, también exhibe serias fallas. La presencia de un motor eléctrico defectuoso constituye una debilidad crítica en el sistema. Además, las pruebas especializadas evidenciaron que las rejillas del extractor están obstruidas o dañadas, comprometiendo su capacidad de funcionamiento.

La corrosión detectada en componentes metálicos del extractor plantea preocupaciones adicionales sobre la durabilidad y la integridad estructural del sistema. Estas deficiencias mecánicas, identificadas durante las pruebas, reducen la eficacia del sistema en la evacuación de gases y humo, poniendo en riesgo la seguridad del recinto.

6.3.2.3.Puntos de Puesta a Tierra

La ausencia de una red de protección a tierra para los equipos del SCC constituye una deficiencia grave en términos de seguridad eléctrica. La falta de puntos de puesta a tierra adecuados no solo aumenta el riesgo de daños a los equipos, sino que también representa una amenaza significativa para la seguridad del personal. La identificación de un único punto de protección a tierra con un valor de 15Ω , excediendo los requisitos contractuales de 5Ω , agrava la situación y compromete la eficacia de los sistemas de seguridad eléctrica del SCC. Este único punto de conexión a tierra evidencia daños físicos en el aislamiento de conductores y una reducción en el diámetro del propio conductor. Además, no se cumple con el estándar para el enclavamiento de la varilla de puesta a tierra, y la toma de tierra está clavada en el suelo a una profundidad insuficiente para llegar al suelo mecánicamente resistente. Estos problemas, exacerbados por la humedad, contaminación ambiental y esfuerzos mecánicos, han agravado el deterioro del aislamiento, subrayando la urgencia de abordar estas deficiencias para garantizar una seguridad eléctrica integral en el SCC.

6.4.Comentarios relativos a los Indicadores de la matriz de operaciones

6.4.1. Tasa de detección de incendios, tiempo de respuesta del sistema, eficacia en el control del fuego.

- Durante las doce pruebas realizadas para evaluar el funcionamiento del sensor de humo en el Sitio de Control y Comando (SCC), se evidenciaron resultados que plantean preocupaciones significativas. En seis pruebas con fuego vivo y otras seis con humo en lata, la tasa de detección de incendios se reveló como insatisfactoria. En tan solo tres ocasiones, el sensor logró detectar la presencia de humo dentro del tiempo estipulado por contrato, fijado en 10 segundos. La tasa de detección de incendios del sensor de humo es del 25%, lo que indica una baja efectividad en detectar humo en el tiempo estipulado.
- El tiempo de respuesta del sistema, determinado desde la activación del sensor hasta la detección efectiva, mostró una variabilidad considerable. Los tiempos promedio oscilaron entre 15 y 22 segundos, lo que sugiere una inconsistencia en la capacidad de respuesta del sensor ante diferentes condiciones de prueba. Este rango amplio plantea dudas sobre la eficacia del sistema para proporcionar una respuesta rápida y consistente en situaciones de incendio. El tiempo promedio de respuesta del sistema es de 18.2 segundos, mostrando una variabilidad significativa en los tiempos de detección.
- La detección más rápida con humo en lata en comparación con el fuego vivo destaca la influencia de las condiciones específicas de las pruebas en el rendimiento del sensor. La inconsistencia en la tasa de detección y los tiempos de respuesta variables sugieren que se requiere una evaluación más detallada y acciones correctivas para mejorar la eficacia del sistema en la prevención y control de incendios en el SCC. La eficiencia en el control del fuego, considerando el tiempo promedio de respuesta, es aproximadamente del 84.21%. Este valor sugiere que el sensor de humo tiene un rendimiento relativamente mejor en situaciones con humo en lata en comparación con pruebas de fuego vivo.

6.4.2. Estado de los componentes, fallos identificados, tasa de fallos mecánicos

Tasa de Fallos Mecánicos: En este caso, los fallos identificados incluyen: compresor defectuoso, motor eléctrico defectuoso, rodamientos desgastados, rejillas obstruidas o dañadas, corrosión en componentes metálicos, ausencia de red de protección a tierra, valor alto de puesta a tierra, corrosión avanzada en la chapa externa, invasión de fauna y problemas de hermeticidad.

Número Total de Componentes: Aire Acondicionado: 2 unidades. Extractor: 1 unidad. Puntos de Puesta a Tierra: No se especifica el número exacto, consideraremos 1 punto para simplificar. Chapa Externa del Recinto: 1 unidad.

Tabla 6.2

Estimación de principales fallos mecánicos en el recinto

COMPONENTE	NUMERO DE FALLAS
Compresor defectuoso	1 defecto detectado
Ventilador del condensador con rodamientos desgastados	2 defectos detectados
Motor eléctrico defectuoso	1 defecto detectado
Rejillas obstruidas o dañadas	1 defecto detectado
Corrosión en componentes metálicos	10 defecto detectado
Ausencia de red de protección a tierra	1 defecto detectado
Valor alto de puesta a tierra	1 defecto detectado
Corrosión avanzada en la chapa externa	1 defecto detectado
Invasión de fauna	1 defecto detectado
Problemas de hermeticidad	1 defecto detectado
Total de defectos críticos	20 defectos detectados

Nota: La tasa de fallos mecánicos calculada es del 400%, lo que indica que hay más fallos identificados que componentes evaluados. Esto refleja la magnitud de las deficiencias en el sistema, subrayando la urgencia de intervenciones correctivas para restaurar la funcionalidad y la seguridad del Sistema Contra Incendios en el SCC.

Fuente: elaboración propia (2023)

6.4.3. Eficacia en diferentes condiciones operativas y compatibilidad entre equipos electrónicos

La evaluación de la eficacia y fiabilidad de los componentes electrónicos en el Sitio de Control y Comando (SCC) revela desafíos críticos, especialmente en términos de sincronización y compatibilidad con otros sistemas, agravados por deficiencias en la programación del PLC. La falta de sincronización entre los tiempos de arranque y paro de los aires acondicionados y el inicio de los extractores y las rejillas de ventilación, así como las desconexiones hacia el tablero

de potencia, genera inconsistencias operativas. Esta falta de coordinación puede comprometer la eficacia global del sistema contra incendios, afectando la capacidad de respuesta ante situaciones críticas. Además, la discrepancia en los valores de resistencia en el único punto de protección a tierra introduce un riesgo adicional a la seguridad eléctrica.



Figura 6.13

Funcionamiento intermitente breakers en diversas operaciones y pruebas

Nota: Se evidenció la ausencia de un sistema efectivo de puesta a tierra, comprometiendo la seguridad eléctrica. Se encontró una conexión inadecuada en la salida del PLC con un cable empalmado, representando un riesgo de cortocircuito y mal funcionamiento de los equipos. Como parte de la batería de pruebas y en caso de activación de la alarma del Sistema Contra Incendios (SCI), se observó que uno de los aires acondicionados permanece encendido y los breakers de los extractores de humo se abren, impidiendo su funcionamiento y el de las rejillas. Estas deficiencias ponen en riesgo la integridad del personal y la efectividad del sistema contra incendios, requiriendo acciones inmediatas para corregir y mejorar estos aspectos críticos de seguridad. **Fuente:** elaboración propia (2023)

VII. CAPITULO VII: CONCLUSIONES

- El análisis detallado de las pruebas integrales en el Sistema Contra Incendios del Sitio de Control y Comando ha revelado fallas críticas que exigen atención inmediata. La inestabilidad del detector de humo, las deficiencias en los extractores, la ausencia total de alarmas adecuadas y las condiciones ambientales desafiantes representan amenazas significativas para la eficiencia del sistema. La resolución de estas debilidades identificadas durante las pruebas es esencial para salvaguardar la integridad del SCC y garantizar la seguridad de las personas y los recursos en caso de un incendio.
- La evaluación del sensor de humo en el Sitio de Control y Comando (SCC) revela deficiencias críticas. La baja tasa de detección del 25% y la variabilidad en los tiempos de respuesta (18.2 segundos de promedio) señalan problemas significativos en la capacidad del sensor para identificar incendios eficientemente. La eficiencia relativa en el control del fuego (84.21%) destaca la influencia de las condiciones de prueba. Estos hallazgos subrayan la necesidad urgente de revisar y mejorar el sistema de detección de humo en el SCC para garantizar una respuesta efectiva en situaciones de emergencia.
- La evaluación en el SCC ha identificado múltiples fallas críticas en los componentes mecánicos y estructurales (aires acondicionados, extractores de humo, puestas a tierra y chapa metálica). Estas deficiencias amenazan la capacidad del recinto y del sistema para prevenir, detectar y controlar incendios de manera efectiva. La atención inmediata a estas debilidades es esencial para preservar la funcionalidad integral del sistema y garantizar la seguridad del SCC. La falta de mantenimiento, las fallas en los equipos y las condiciones estructurales comprometen la eficacia del sistema, exponiendo al SCC a riesgos potenciales en situaciones de emergencia.
- Los componentes esenciales, como los aires acondicionados, extractores y puntos de puesta a tierra, presentan defectos significativos, comprometiendo la capacidad del sistema para prevenir y controlar incendios. La corrosión avanzada en la chapa externa y la pérdida de hermeticidad exponen al SCC a riesgos adicionales. La urgencia de acciones correctivas es innegable para restablecer la funcionalidad y seguridad del SCC, asegurando la protección del personal y los recursos en caso de un evento de incendio. La

implementación inmediata de medidas correctivas y un programa de mantenimiento preventivo son esenciales para abordar las deficiencias identificadas.

- La evaluación resalta la necesidad urgente de revisar y mejorar la programación del PLC para lograr una sincronización efectiva entre los componentes electrónicos. La falta de coordinación puede afectar la operatividad del SCC y reducir su confiabilidad en condiciones críticas. Además, se deben abordar las deficiencias en la seguridad eléctrica y las inconsistencias en la detección de humo para fortalecer la eficacia global del sistema contra incendios en el SCC.
- La evaluación detallada del Site Control Center (SCC) subraya la necesidad imperativa de generar condiciones adecuadas antes de instalar un Sistema Contra Incendios (SCI) fiable, basado en la norma NFPA 2001. Las pruebas integrales revelaron deficiencias críticas en componentes mecánicos y electrónicos, comprometiendo la efectividad del SCI propuesto. La ubicación inadecuada de detectores de humo, fallas en extractores y ausencia de alarmas adecuadas indican la falta de cumplimiento con estándares fundamentales de seguridad. Corregir estas deficiencias es esencial antes de la implementación del SCI, asegurando la idoneidad del entorno. La necesidad de puntos de puesta a tierra adecuados y la mitigación de condiciones ambientales desafiantes refuerzan la importancia de preparar el SCC para cumplir con las normativas de la NFPA 2001 antes de proceder con la instalación del SCI, garantizando así un sistema efectivo y confiable.

VIII. CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES

- **Corrección Urgente del Detector de Humo:** La inestabilidad y baja eficiencia del detector de humo constituyen un riesgo crítico para la detección temprana de incendios. Se recomienda la reubicación estratégica del detector para minimizar la interferencia del flujo de aire acondicionado y realizar ajustes en la programación del PLC para mejorar la sincronización con el sistema de aire acondicionado. Además, se sugiere evaluar la posibilidad de instalar detectores adicionales para garantizar una cobertura efectiva.
- **Optimización de Componentes Mecánicos:** La evaluación señala deficiencias en aires acondicionados y extractores. Se recomienda el reemplazo del compresor defectuoso y el ventilador con rodamientos desgastados en los aires acondicionados. Para los extractores, la reparación de motores defectuosos y la limpieza de las rejillas obstruidas son esenciales. Se aconseja implementar un programa de mantenimiento preventivo para garantizar el óptimo funcionamiento de estos componentes.
- **Mejoras en Puntos de Puesta a Tierra y Estructurales:** La ausencia de red de protección a tierra y el daño estructural en la chapa externa requieren acciones inmediatas. Se recomienda establecer una red de puesta a tierra conforme a estándares contractuales y realizar reparaciones estructurales para restaurar la integridad de la chapa. Además, se sugiere evaluar la posibilidad de mejorar la hermeticidad del recinto para evitar filtraciones y mejorar la eficiencia del sistema.

Estas recomendaciones son cruciales para abordar las deficiencias identificadas en los componentes mecánicos y estructurales del Sistema Contra Incendios en el SCC, garantizando así la eficacia y seguridad del sistema en situaciones de emergencia.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- BITS. (25 de Octubre de 2016). *Los mejores sistemas contra incendio*. Obtenido de <https://bits.com.mx/los-mejores-sistemas-contra-incendio-chihuahua/>
- BlazeMaster. (09 de Marzo de 2023). *Componentes básicos de un sistema contra incendios*. Obtenido de <https://www.blazemaster.com/blog-sp/componentes-basicos-sistema-contra-incendios>
- Iberdrola. (29 de Mayo de 2021). *¿Cómo funcionan las plantas fotovoltaicas?* Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-energia-fotovoltaica#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20solar%20fotovoltaica%20es,basada%20en%20el%20efecto%20fotoel%C3%A9ctrico.>
- Ingenieros Mecánicos Asociados. (20 de Diciembre de 2022). *Conceptos básicos del sistema de agente limpio*. Obtenido de <https://www.inma.com.co/conceptos-basicos-del-sistema-de-agente-limpio/>
- Ini, L. (01 de Agosto de 2022). *Incendio en la mayor planta solar del País Vasco*. Obtenido de <https://www.pv-magazine.es/2022/08/01/incendio-en-la-mayor-planta-solar-del-pais-vasco/>
- Innovación y Seguridad Electrónica . (10 de Mayo de 2019). *Nociones básicas de un sistema de detección de incendios*. Obtenido de https://revistainnovacion.com/nota/10467/nociones_basicas_de_un_sistema_de_deteccion_de_incendios/
- Johnson Controls. (2018). *Sistemas de protección contra incendios fiables, flexibles, innovadoras y ampliables*. Obtenido de https://www.johnsoncontrols.com/es_south_america/fire-detection

- Lozano, E. M. (12 de Noviembre de 2017). *Diseño de un sistema contra incendios para una empresa productora de cereales*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2402/1/4742.pdf>
- NFPA 2001. (2022). *Norma sobre Sistemas de Extinción de Incendios con Agentes Limpios*. Obtenido de <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/2/0/0/2001>
- Norma NFPA 10. (2015). *Extintores Portátiles contra incendios*. Obtenido de <https://docplayer.es/359090-Norma-nfpa-10-extintores-potatiles-contraincendios.html>
- PowerData. (23 de Abril de 2018). *Transformación digital. Qué es y su importancia y relación con los datos*. Obtenido de <https://www.powerdata.es/transformacion-digital>
- Rescue. (26 de Junio de 2023). *Simulacros ante Emergencias*. Obtenido de <https://www.spraescue.com/blog/68-simulacros-ante-emergencias>
- ST Soluciones. (23 de Abril de 2021). *Instalación y Mantenimiento de sistema de Detección de Gases y Flamas*. Obtenido de <https://stsoluciones.pe/instalacion-y-mantenimiento-de-sistema-de-deteccion-de-gases-y-flamas/>
- Sun Fields. (06 de Enero de 2017). *Efecto de las sombras en un panel solar fotovoltaico*. Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/efecto-de-las-sombras-en-un-panel-solar-fotovoltaico/>
- Total Facility Managements . (2017). *¿Qué son los extintores de PQS, qué clases de fuego apagan y qué capacidad tienen?* Obtenido de <https://www.tfm.pe/noticias/extintores-pqs#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20y%20qu%C3%A9%20significa,evitar%20la%20propagaci%C3%B3n%20del%20mismo.>

X. ANEXOS



Proyecto: Suministro e instalación sistema de protección contra incendios

Ubicación: [REDACTED]

Trabajo a Realizar:

Descripción y costos de trabajos a realizar

Suministro e instalación de Sistema de protección contra incendios Cuarto de datos [REDACTED]			
Sistema de extinción por gas limpio			
No.	Descripción	Precio Unitario	Total
1	VSH1230 140LB T&V 360PSI 11.1LB	\$ 8,968.57	\$ 8,968.57
1	10" BRACKET CLEAN AGENT CYLIND	\$ 97.63	\$ 97.63
1	CLEAN AGENT CPLG DN40 TO 1 1/2	\$ 78.00	\$ 78.00
1	ELEC REL DEV W/OUT DIODE, NPT	\$ 1,021.00	\$ 1,021.00
1	MONITOR SW ASSY 1.5"	\$ 654.00	\$ 654.00
1	RESET TOOL FOR CLEAN AGENT	\$ 758.00	\$ 758.00
1	VSH1230 1.5 NOZZLE 180 BR	\$ 459.00	\$ 459.00
1	VSH1230 SIGN, OUTSIDE/SPANISH	\$ 25.25	\$ 25.25
1	VSH1230 SIGN, INSIDE/SPANISH	\$ 25.25	\$ 25.25
Sistema de detección por aspiración y detección cruzada			
1	Sistema Vesda VLF-250 y accesorios	\$ 4,358.26	\$ 4,358.26
1	Sistema de detección cruzada Edwars y IO-1000 y accerios	\$ 3,750.33	\$ 3,750.33
Total			\$ 20,195.29

Página 1 de 2

Figura 10.14

Cotización de suministro del SCI en SCC

Nota: ejemplo de cotización para el SCI en base a NFPA 2001, se eliminan nombres y ubicación según solicitud de planta.

Condiciones de entrega:

25 días hábiles instalación

6 a 7 semanas importación de materiales o disponibilidad de fabrica

Condiciones de Pago

50% de anticipo 50% contra entrega. Deposito a cuenta Banco Atlántida # 22420096400 a nombre de Víctor Manuel Henríquez Salazar.

Consideraciones:

- Se considera EPP básico
- Se considera todas las herramientas y equipos necesarias para realizar el trabajo
- Se considera bioseguridad



Víctor Manuel Henríquez Salazar

Gerente General

32344654

Col. Monte Bello, 1-3 calle, 17 ave, casa # 44 San Pedro Sula, Cortes Honduras C.A
Tel. 32344654

E-mail fireandtanks01@gmail.com

Figura 10.15

Adicionales a la cotización y suministro del SCI en SCC

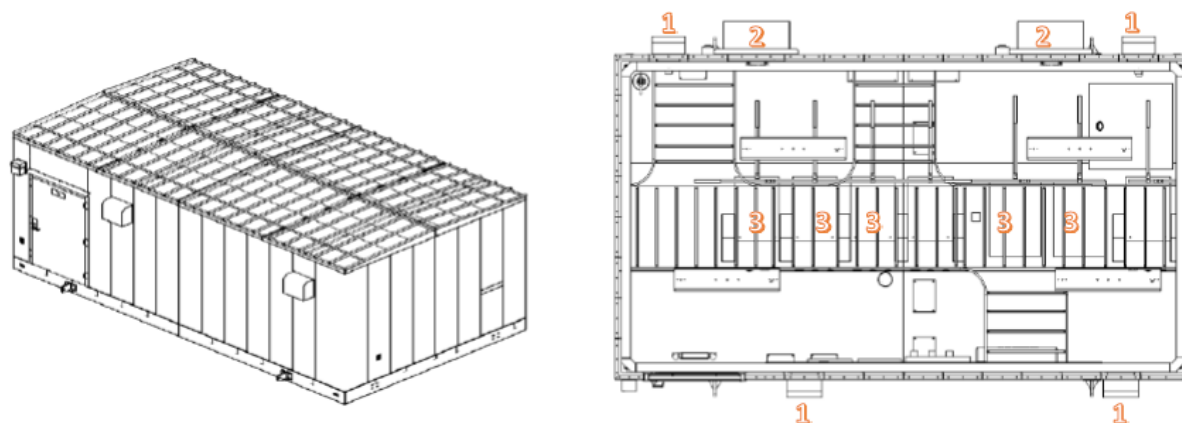


Figura 10.16

Ubicación de equipos importantes para el proyecto

Nota: para guía y reconocimiento del recinto SCC: 1. Extractores, 2. Aires Acondicionados, 3. Racks de baterías y equipos de comunicaciones. **Fuente:** elaboración propia (2023)

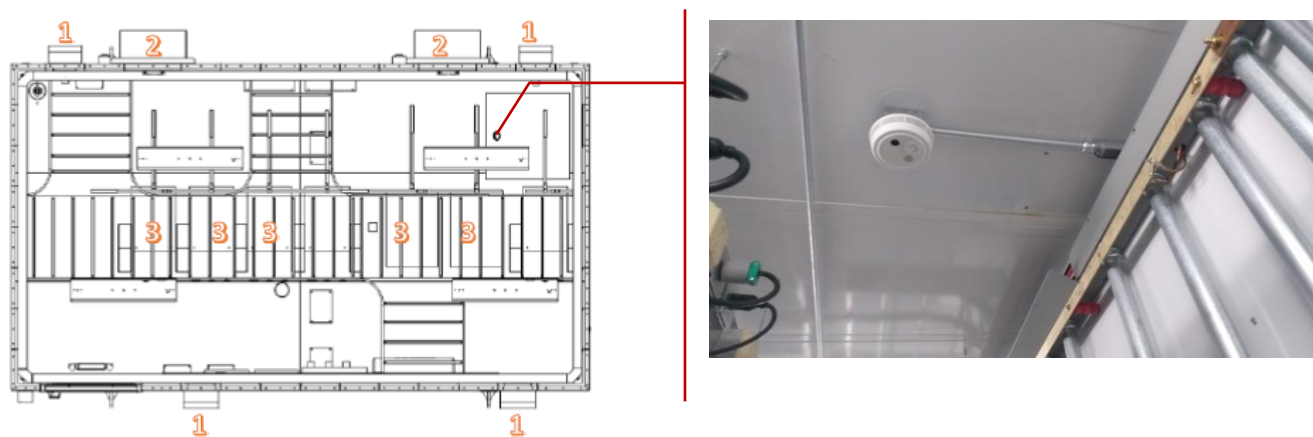


Figura 10.17

Ubicación del sensor de humo

Nota: el sensor de humo está frente al flujo de aire de uno de los aires acondicionados dentro del SCC. **Fuente:** elaboración propia (2023)