

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA
DE INCENDIOS EN SALAS ELÉCTRICAS Y SUBESTACIONES DE 7.5 MVA,
34.5/4.16 KV”

PRESENTADO POR EL BACHILLER:
ELMAN OSCAR MAMANI RODRIGO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ELECTRICISTA

AREQUIPA – PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo descriptivo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre Bonifacia Rodrigo Choque, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ella con su apoyo incondicional he logrado llegar hasta aquí. He tenido el orgullo y el privilegio de ser su hijo.

A mi hermana Lourdes Mamani Rodrigo por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindo a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mi esposa Kelly Zapana Mamani por el fortalecerme en los momentos más difíciles del trabajo de investigación.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios por guiarnos por el camino correcto.

A mi familia por el apoyo incondicional que nos brindaron, muchas gracias por el apoyo para el cumplimiento de esta gran meta.

A los Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica por sus enseñanzas y formación brindadas en nuestros años de estudio.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Resumen

El presente informe se llega a realizar por la necesidad de implementar adecuadamente los servicios de detección y alarmas de incendios en subestaciones y salas eléctricas para la evacuación de personas ante posibles incendios y para evitar pérdidas patrimoniales mayores.

La construcción de los sistemas de detección y alarma cumplen con las normas nacionales e internacionales. Las estaciones de bombeo para la recuperación de agua cuentan con salas y subestaciones eléctricas similares por lo que el desarrollo de ingeniería de detección y alarma es similar. En todas las salas eléctricas se instalaron los paneles de detección y alarma de incendio independientes y dos anunciadores de red uno en el Centro Integrado de Operaciones Toquepala y el otro en la sala de control ubicado en Quebrada Honda para el monitoreo y control de los eventos que pudieran suscitarse en las estaciones de bombeo, esta integración de señal se realizó con la arquitectura de red que suministra el fabricante.

La implementación de los equipos de detección en salas eléctricas es con sensores de humo convencionales, sensores de humo por aspiración y estaciones manuales, en la parte de alarma cuentan con sirenas estrobo adecuadamente ubicadas en zonas de evacuación, las pruebas de funcionamiento de equipos están realizados según la norma NFPA 72. El diseño de la detección en los transformadores a la intemperie se plantea la instalación de sensores de flama implementadas adecuadamente para actuar de manera efectiva en inicios de incendio, también están implementados dispositivos de alarma para la evacuación.

Palabras Clave: detector, aspiración, panel, alarma, incendio.

Abstract

This professional sufficiency work report is made due to the need to adequately implement fire detection and alarm services in substations and electrical rooms for the evacuation of people from possible fires and to avoid greater capital losses.

The construction of the detection and alarm systems comply with national and international standards. The pumping stations for water recovery have similar rooms and electrical substations, so the development of detection and alarm engineering is similar. In all the electrical rooms, independent fire detection and alarm panels and two network annunciators were installed, one in the Toquepala Integrated Operations Center and the other in the control room located in Quebrada Honda for the monitoring and control of events that can arise in pumping stations , this signal integration was made with the network architecture supplied by the manufacturer.

The implementation of detection equipment in electrical rooms is with conventional smoke sensors, aspiration smoke sensors and manual stations, in the alarm part they have strobe sirens properly located in evacuation areas, the equipments operation tests are carried out according to the NFPA 72 standard. The design of the detection in the outdoor transformers considers the installation of properly implemented flame sensors to act effectively in the start of fires, alarm devices are also implemented for evacuation.

Key Words: detector, aspiration, panel, alarm, fire.

Acrónimos

NFPA	National Fire Protection American
UL	Underwriters Laboratories
FM	Factory Mutual
RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones
RNC	Reglamento Nacional de Construcciones
SLC	Signal Line Circuits
NAC	Notification Appliance Circuit
SPCC	Southern Peru Cupper Corporation
EB	Estación de Bombeo
CIO	Centro Integrado de Operaciones
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
OIP	Oil Impregnated Paper
SCI	Sistemas Contra Incendios
FACP	Fire Alarm Control Panel
RFL	Resistencia de Fin de Línea
MVA	Mega Volt Ampere
MW	Mega Watts
KVA	Kilo Volt Ampere
KV	Kilo Voltios
UTM	Universal Transverse Mercator
WGS	World Geodetic System
LCD	Liquid-Crystal Display

NCA	Network Control Annunciator
CNE	Código Nacional de Electricidad
DS	Decreto Supremo
EM	Energía y Minas
GIS	Gas Insulated Switchgear
UPS	Uninterruptible Power Supply
SCADA	Supervisión, Control y Adquisición de Datos
CPVC	Policloruro de Vinilo Clorado
ASD	Aspirating Smoke Detection
CCM	Centro de Control de Mototres
ANSI	American National Standards Institute
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
IEEE	Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
PLC	Controlador Lógico Programable
NCM-F	Network Communications Module - Fiber
UDACT	Universal Digital Alarm Communicator Transmitter
IPDACT	Internet Protocol Digital Alarm Communicator Transmitter
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning
UV	Ultravioletas
IR	Infrarojo
FLP	Fire Limited Power alarm cable
AWG	American Wire Gauge
IMC	Intermediate Metal Conduit
RMC	Rigid Metal Conduit

Índice

Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	II
Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Acrónimos.....	V
Índice.....	VII
Lista de tablas.....	XII
Lista de figuras.....	XIII
Capítulo 1.....	1
1. Curriculum Vitae.....	1
1.1. Datos Personales.....	1
1.2. Estudios Realizados.....	1
1.2.1. Educación pregrado.....	1
1.3. Perfil Profesional.....	1
1.4. Experiencia Profesional.....	2
1.5. Conocimientos de Informática.....	2
1.6. Idiomas.....	3
1.7. Descripción de la Empresa donde se Realiza el Trabajo de Suficiencia Profesional.....	3
1.7.1. Datos generales de la empresa.....	3
1.7.2. Perfil de la empresa.....	3
Capítulo 2 Generalidades.....	6
2.1. Título.....	6
2.2. Alcances del Trabajo.....	6
2.2.1. Introducción.....	6
2.3. Planteamiento del Problema.....	7
2.4. Objetivos de la Investigación.....	8
2.4.1. Objetivo general.....	8
2.4.2. Objetivos específicos.....	8
2.5. Localización.....	8
2.6. Descripción del Proyecto.....	9

2.6.1. Introducción	9
2.6.2. Alcance del proyecto.....	10
2.6.3. Descripción del proyecto	10
2.6.4. Bases	11
2.7. Normativa Aplicada.....	11
2.8. Justificación	13
2.8.1 Justificación académica	13
2.8.2 Justificación practica.....	14
2.8.3 Justificación económica.....	14
2.9. Antecedentes y Trabajos Previos	14
Capítulo 3 Marco Teórico.....	19
3.1. Sistema de Detección y Alarma de Incendios.....	19
3.1.1. Aspectos generales.....	19
3.1.2. Suministro Eléctrico.....	20
3.1.3. Suministro de energía eléctrica primario:	21
3.1.4. Suministro de energía eléctrica secundario:	22
3.1.5. Central de notificaciones.....	25
3.1.6. Centrales de detección y alarma convencionales.....	26
3.1.7. Centrales de detección y alarma direccionable.....	27
3.1.8. Centrales de detección y alarma direccionable análogo	29
3.1.9. Dispositivos iniciadores y detectores.....	30
3.1.10. Dispositivos de alarma.....	31
3.1.11. Supresión y dispositivos de inicio y monitoreo	32
3.2. Dispositivos de Detección de Incendio.....	33
3.2.1. Detectores de humo puntuales iónicos.....	34
3.2.2. Detectores de humo puntuales fotoeléctricos	34
3.2.3. Detectores de temperatura puntuales	35
3.2.4. Detectores de humo por aspiración.....	36
3.2.5. Detectores de flama.....	36
3.2.6. Detectores lineales infrarrojos	36
3.2.7. Detección por cable lineal.....	37

3.2.8. Detección por cable sensor de temperatura	38
3.2.9. Detección por cámaras de seguridad con análisis de video	38
3.2.10. Elección de sensores de incendios en salas y subestaciones eléctricas	38
3.3. Dispositivos de Detección de Incendio por Aspiración	40
3.3.1. Detección de humo por aspiración.....	40
3.3.2. Software de diseño en sistemas de detección por aspiración.....	41
3.4. Dispositivos de Detección de Incendio por Sensor de Flama.....	42
3.4.1. Detección de flama	42
3.4.2 Zona de protección.....	43
3.5. Subestaciones Eléctricas	44
3.5.1. Descripción general y causas comunes de incendio	44
3.5.2. Celda de media tensión aislada en gas	50
3.5.3. Transformador eléctrico.....	51
3.5.4. Centro de control de motores media tensión.....	52
3.5.5 Salas eléctricas	53
Capítulo 4 Implementación del Sistema de Detección y Alarma de Incendios en Subestaciones y Salas Eléctricas.....	56
4.1. Sistemas de Detección y Alarma de Incendios	56
4.1.1. Descripción del sistema de detección y alarma de incendio	56
4.1.2. Descripción del sistema de integración a la red Notifier	57
4.1.3. Selección de la central alarma para salas y subestaciones eléctricas	61
4.1.4. Implementación de paneles de detección y alarma de incendio	64
4.1.5. Implementación de detectores de humo puntuales en salas eléctricas	68
4.1.6. Implementación de detectores de humo por aspiración en salas eléctricas	75
4.1.7. Implementación de detectores de flama en las subestaciones eléctricas	80
4.1.8. Implementación de Estaciones Manuales	83
4.1.9. Implementación de Estrobos y Sirenas	84
Capítulo 5 Gestión de la Construcción del Sistema de Detección y Alarma de Incendios	88
5.1. Personal Especialista Calificado.....	88
5.2. Proceso Constructivo de un Sistema de Detección y Alarma de Incendio	89

5.2.1. Diseño de la ingeniería.....	90
5.2.2 Verificación de la ingeniería.....	95
5.2.3 Verificación de equipos y materiales.....	96
5.2.4 Instalación de equipos y materiales	97
5.2.5 Precomisionamiento.....	100
5.2.6 Comisionamiento y puesta en marcha	101
5.3 Gestión de la Construcción de Sistemas de Detección y Alarma de Incendio	103
5.3.1 Gestión del cronograma de ejecución del proyecto	103
5.3.2 Gestión de los costos del proyecto.....	106
5.3.3 Gestión de la calidad del proyecto.....	110
5.1.5 Gestión de los recursos del proyecto	112
5.1.6 Gestión de las comunicaciones del proyecto	114
5.1.7 Gestión de las adquisiciones del proyecto	115
5.1.8 Gestión de los interesados del proyecto.....	116
Capítulo 6 Análisis y Evaluación Económica.....	118
6.1 Factibilidad Económica de Sistemas de Detección y Alarma de Incendio en Minería	118
6.2 Costos del Proyecto de Sistemas de Detección y Alarma de Incendio en Minería ..	118
6.3 Costo Beneficio de Proyectos de Sistemas de Protección Contra Incendio	120
Conclusiones	122
Recomendaciones	124
Referencias Bibliográficas	125
Anexos	128
Anexo A.....	129
Planos de Electricidad e Instrumentación.....	129
Anexo A.1 Disposición de equipamiento SCI	130
Anexo A.2 Diagrama unifilar SCI	131
Anexo A.3 Diagrama de conexionado de equipos instrumentación SCI.....	132
Anexo A.4 Diagrama de conexionado de equipos instrumentación SCI.....	133
Anexo A.5 Diagrama de comunicación Red SCI	134
Anexo A.6 Distribución de equipos de detección y alarma de incendios.....	135

Anexo B	136
Arquitectura de Red y Comunicaciones	136
Anexo B.1 Desarrollo de la red SCI integrado a la red SPCC.....	137
Anexo B.2 Desarrollo de la red SCI integrado a la red SPCC.....	138
Anexo B.2 Desarrollo de la visualización de SCI en operaciones SPCC.....	139
Anexo C	140
Informe de Diseño Sistema de Detección de Humo por Aspiración	140
Anexo D.....	145
Detalles de conexionado ASD 532	145
Anexo E	147
Estudio de Análisis de Riesgo.....	147
Anexo F.....	168
Ubicación del Proyecto.....	168
Anexo G Informe de Incendios en Subestaciones Eléctricas.....	170
Anexo H Cálculo de Caída de Tensión.....	176

Lista de tablas

Tabla 4.1. <i>Selección de Central de Detección y Alarma de Incendio</i>	63
Tabla 4.2. <i>Parámetros del Panel Notifier NFS 320</i>	67
Tabla 4.3. <i>Reducción del Esparcimiento según la Altura del Cielorraso</i>	70
Tabla 4.4. <i>Zona de Cobertura de Detectores Puntuales</i>	70
Tabla 4.5. <i>Clasificación Sensores de Humo por Aspiración según Sensibilidad</i>	76
Tabla 4.6. <i>Detectores de Humo por Aspiración Securiras ASD</i>	77
Tabla 4.7. <i>Informe de simulación en ASD Pipe Flow sala eléctrica EB-01</i>	78
Tabla 4.8. <i>Espaciamiento de Aparatos de Notificación Visible</i>	85
Tabla 4.9. <i>Exposiciones al Ruido Permisible</i>	87
Tabla 4.10. <i>Elección de Nivel de Ruido</i>	87
Tabla 5.1 <i>Deficiencias en Sistemas de Detección y Alarma de Incendios</i>	89
Tabla 5.2 <i>Matriz de Evaluación de Riesgo</i>	90
Tabla 5.3. <i>Calificación de Riesgo de Incendio en Subestaciones Eléctricas</i>	91
Tabla 5.4. <i>Prácticas Inadecuadas en Proyectos SCI</i>	92
Tabla 5.5 <i>Participantes de Proyectos SCI</i>	94
Tabla 6.1. <i>Hitos del Proyecto de SCI</i>	119
Tabla 6.2. <i>Presupuesto del Proyecto de SCI</i>	120
Tabla 6.3. <i>Estimado del Costo de Producción de Concentradora Toquepala</i>	121

Lista de figuras

Figura 2.1. <i>Ubicación del Proyecto SCI de Salas y Subestaciones Eléctricas</i>	9
Figura 3.1. <i>Incendio en Subestación 375 MW 400/115 KV, Veracruz México</i>	20
Figura 3.2. <i>Suministro de Energía Eléctrica Primaria para SCI</i>	22
Figura 3.3. <i>Suministro de Energía Eléctrica Secundaria con Generador de Emergencia</i>	23
Figura 3.4. <i>Suministro de Energía Eléctrica Secundaria con Baterías para SCI</i>	24
Figura 3.5. <i>Central de Notificaciones en Sala Eléctrica Siemens</i>	26
Figura 3.6. <i>Panel de Detección y Alarma tipo Convencional</i>	27
Figura 3.7. <i>Panel de Detección y Alarma tipo Direccional</i>	28
Figura 3.8. <i>Panel de Detección y Alarma tipo Direccional Análogo.</i>	30
Figura 3.9. <i>Dispositivos de Monitoreo y Control</i>	33
Figura 3.10. <i>Detector de Humo Iónico</i>	34
Figura 3.11. <i>Detector de Humo Fotoeléctrico</i>	35
Figura 3.12. <i>Detectores de Incendio y Tiempo de Respuesta</i>	39
Figura 3.13. <i>Dispositivos de Aspiración ASD Securiton.</i>	41
Figura 3.14. <i>Software ASD Pipe Flow</i>	41
Figura 3.15. <i>Detector de Flama o Llama</i>	43
Figura 3.16. <i>Cono de Visión de Sensor de Flama</i>	44
Figura 3.17. <i>Fugas en Torreta del Buje de Transformador</i>	46
Figura 3.18. <i>Esquema de Transformador de Potencia</i>	47
Figura 3.19. <i>Hoja de Datos de Transformador de Potencia</i>	49
Figura 3.20. <i>Subestación y Sala Eléctrica EB-01</i>	50
Figura 3.21. <i>Celda de Media Tensión Aislada en Gas (GIS)</i>	51
Figura 3.22. <i>Diagrama de Transformador 34.5/4.16 KV de 7.5 MVA</i>	52
Figura 3.23. <i>Centro de Control de Motores</i>	53
Figura 3.24. <i>Sala Eléctrica</i>	54
Figura 4.1. <i>Ubicación de Salas y Subestaciones Eléctricas</i>	57
Figura 4.2. <i>Arquitectura de Red del Sistema de Detección y Alarma</i>	58
Figura 4.3. <i>Red de Sistema de Detección de Incendio Conectado a la Red SPCC</i>	60

Figura 4.4. <i>Diagrama Unifilar del Sistema de Detección y Alarma de Incendio en EB-01</i>	61
Figura 4.5. <i>Instalación de FACP Notifier NFS 320</i>	65
Figura 4.6. <i>Identificación de Conductores FACP Notifier NFS 320</i>	66
Figura 4.7. <i>Anunciador de Red NCA-2</i>	68
Figura 4.8. <i>Topología de Red con Tarjetas NCM</i>	68
Figura 4.9 <i>Recomendaciones del Detector de Humo según Fabricante Notifier</i>	71
Figura 4.10. <i>Dimensiones de Sala Eléctrica</i>	71
Figura 4.11. <i>Dimensiones de Sala Eléctrica</i>	72
Figura 4.12. <i>Disposición de Detectores de Humos</i>	73
Figura 4.13. <i>Circuito Conexionado en Estilo B</i>	74
Figura 4.14. <i>Circuito Conexionado en Estilo D</i>	74
Figura 4.15. <i>Diagrama Isométrico de Tubería CPVC Sala Eléctrica EB-01</i>	79
Figura 4.16. <i>Comparativa entre Sensores de Humo Puntuales y Sensores por Aspiración</i>	80
Figura 4.17. <i>Campo de Vista Horizontal</i>	81
Figura 4.18. <i>Campo de Vista Vertical</i>	82
Figura 4.19. <i>Ley de Cuadrado Inverso</i>	83
Figura 4.20. <i>Zona de Cobertura de Sensores de Flama en Transformadores</i>	83
Figura 4.21. <i>Instalación de Estaciones Manuales con Cobertores</i>	84
Figura 4.22. <i>Zona de Cobertura de Alarma de Estrobo de 30 Candelas</i>	85
Figura 4.23. <i>Detalle de Instalación Sirena Estrobo</i>	86
Figura 5.1. <i>Participantes en Proyectos SCI y Confiabilidad</i>	93
Figura 5.2. <i>Criterio de Diseño Detección y Alarma de Incendio en “Proyecto de Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”</i>	95
Figura 5.3. <i>Verificación de Ingeniería de Proyectos SCI</i>	96
Figura 5.4. <i>Materiales Inadecuados para la Vibración</i>	97
Figura 5.5. <i>Sketch de Conexionado</i>	98
Figura 5.6. <i>Identificación de Conductores FLP</i>	99
Figura 5.7. <i>Identificación de Sensores de Humo</i>	99
Figura 5.8. <i>Identificación de Paneles y Sensores de Humo</i>	100

Figura 5.9. <i>Proceso de Precomisionado</i>	101
Figura 5.10. <i>Proceso de Comisionado de Detección de Humo Aspiración</i>	102
Figura 5.11. <i>Prueba de Sensores de Humo Convencionales</i>	102
Figura 5.12. <i>Distribución de Probabilidad de termino para un Proyecto</i>	106
Figura 5.13. <i>Planificación de la Gestión de los Costos: Diagrama de Flujo de Datos</i> .	108

Capítulo 1

1. Curriculum Vitae

1.1. Datos Personales

- Nombre : Elman Oscar Mamani Rodrigo
- Documentos : DNI N° 46512399
- Estado Civil : Casado
- Teléfono : 913008814
- E- mail : elmanoscar@gmail.com

1.2. Estudios Realizados

1.2.1. Educación pregrado

Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – UNSA.

1.3. Perfil Profesional

Soy un profesional responsable, diligente, proactivo con capacidad para trabajar en equipo y tomar decisiones en situaciones críticas o bajo presión. Tengo más de 4 años de experiencia en construcción de proyectos eléctricos.

He participado desde las fases de ingeniería conceptual procesos de licitación, adjudicación, ejecución, pre-comisionamiento y puesta en marcha, de instalaciones eléctricas e instrumentación en planta industriales, Subestaciones y líneas eléctricas hasta de 500KV, Sistemas contra incendios, etc., tengo experiencia como supervisor de operaciones, construcción y mantenimiento para el sector industrial y minero. Mi objetivo es gestionar y supervisar proyectos de tal manera que se cumpla el cronograma y

presupuesto acordado, para lo cual tengo conocimientos de herramientas como: SAP ERP PM, Project, Excel, S10, Primavera P6, AutoCAD.

1.4. Experiencia Profesional

La experiencia profesional fue adquirida en las diferentes empresas que labore.

Empresa: Hidrosistemas Baja del Perú S.A.C.

Área: Electricidad e instrumentación.

Periodo: desde el 23 de enero del 2019, hasta el 15 de marzo del 2020.

Proyectos Relevantes:

“Proyecto: Sistema Contra Incendios para el Proyecto de Ampliación Toquepala (SCI PAT) Southern Perú”.

Lugar: Mina Toquepala.

Funciones: Supervisor electricista.

Empresa: Montelcon Ingenieros S.R.L.

Área: Proyectos.

Periodo: Desde el 10 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2018.

Proyecto: “FLM-Mantenimiento eléctrico de planta Telefónica del Perú S.A.A. en la zona sur del Perú”.

Funciones: Elaboración de expedientes técnicos y presupuestos para el mantenimiento de toda la infraestructura eléctrica, mecánica y civil de la planta Telefónica del Perú S.A.A. en la zona sur del Perú.

1.5. Conocimientos de Informática

- Windows
- Procesadores de Texto: Microsoft Word

- Hojas de Cálculo: Excel
- PowerPoint
- Ms Project
- Costos y presupuestos por computadora S-10
- Graficador AutoCAD 2017 nivel intermedio
- SAP ERP
- Primavera P6

1.6. Idiomas

Inglés nivel intermedio (Escritura y lectura).

1.7. Descripción de la Empresa donde se Realiza el Trabajo de Suficiencia Profesional

1.7.1. Datos generales de la empresa

Nombre: Hidrosistemas Baja del Perú S.A.C. (Sucursal Perú).

RUC: 20601633061

Domicilio fiscal: General Egusquiza Nro. 956, Pueblo Libre (Magdalena Vieja) Lima, Perú.

Teléfono: (01) 6825025

1.7.2. Perfil de la empresa

Fundada en 1997, en la ciudad de Mexicali B.C.; Hidrosistemas Baja es una compañía especializada en soluciones integrales en sistemas de prevención y protección contra incendio, instalaciones mecánicas industriales, de aire comprimido, y tanques de almacenamiento de fluidos, con la filosofía profesional de exceder las expectativas de nuestros clientes por medio de un compromiso de calidad total.

Desde hace más de 19 años hemos ofrecido servicios confiables e integrales para diversos mercados en México y Perú. Trabajamos de la mano con contratistas, desarrolladores industriales y usuarios finales en los segmentos: industrial, comercial, minero, energético, petrolero y de gobierno. Nuestro objetivo es construir relaciones a largo plazo basadas en la confianza, compromiso y un amplio enfoque en la protección de vidas y reducción de riesgos.

Somos líderes mundiales en ventas de AC Fire Pump y de CST Storage (Columbian Storage Tank) en Latinoamérica.

Como parte de nuestra Infraestructura; Hidrosistemas Baja cuenta con su propio centro de entrenamiento y desarrollo profesional denominado Universidad HB, el cual funge como Centro de entrenamiento y desarrollo con la finalidad de gestionar e impulsar el conocimiento y la mejora continua ofreciendo consultoría, capacitación y coaching a través de certificaciones técnicas, cursos y talleres para nuestros colaboradores, socios de negocios, instituciones y comunidad estudiantil, en los que se desarrollan conocimientos sobre la industria, aplicaciones, productos y servicios de trascendencia para nuestra organización.

Misión:

Desarrollar con talento y orgullo soluciones integrales.

Visión:

Ser socio aliado de nuestros clientes.

Clientes:

- BIMBO.
- Fábrica de papel San Francisco.

- CHRYSLER.
- IRON MOUNTAIN.
- Grupo México.

Servicios brindados:

- Desarrollo de Ingeniería de Sistemas Contra Incendio.
- Construcción de Sistemas Contra Incendio.
- Mantenimiento de Sistemas Contra Incendio.
- Formación y Capacitación en Sistemas Contra Incendio.

Capítulo 2

Generalidades

2.1. Título

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS EN SALAS ELÉCTRICAS Y SUBESTACIONES DE 7.5 MVA, 34.5/4.16 KV”.

2.2. Alcances del Trabajo

2.2.1. Introducción

El servicio de detección y alarma de incendios tiene como objetivo detectar inicios de incendio para notificar a las “personas dentro de los lugares donde se encuentran los inicios de incendio a evacuar”, “iniciar la activación de los dispositivos de supresión de incendios” e “informar a personal calificado para el control de incendios”.

Los detectores de incendio en transformadores y salas eléctricas deben ser capaces de hacer frente a estos desafíos y, además, deben responder extremadamente rápido a un incidente para mantener el daño lo más bajo posible.

El presente informe describe la instalación de sistemas de detección y alarma de incendios independientes en salas y subestaciones eléctricas con la capacidad de implementar en la parte de supresión de incendios los dispositivos iniciadores o activadores de los dispositivos mecánicos necesarios para suprimir los incendios tanto en salas eléctricas y subestaciones eléctricas pertenecientes al sistema de bombeo implementado de quebrada honda hacia concentradora Toquepala.

Todo el sistema esta monitoreado desde un anunciador de control de red (NCA) instalado en el centro integrado de operaciones (CIO) y a la vez que toda señal de alarma y/o supervisión deberá ser mostrada en la pantalla del panel que controla el área del evento.

En general, la notificación sonora y visual de alarma de incendios en las diferentes áreas se basa en estrobos, sirenas de altos tonos y sirenas estroboscópicas según sea el nivel de ruido base del área. en algunos casos donde haya alto contenido de polvo en el ambiente se ha considerado la colocación de estrobos de altas candelas, los cuales, están normados en la NFPA 72 en su capítulo 18 Aparatos de Notificación, sirven como ayuda visual para distinguir una alarma en áreas de alto contenido de polvo.

2.3. Planteamiento del Problema

Para evitar incendios en gran escala en salas y subestaciones eléctricas es necesario detectar los inicios de incendio, para lo cual se realiza un estudio de análisis de riesgo de incendio para determinar que dispositivos de alerta temprana son los adecuados para su implementación, además de realizar un análisis de la ubicación en las salas y subestaciones eléctricas para que pueda monitorear los inicios de incendio.

- Los dispositivos convencionales como sensores de humo y temperatura tienen tiempo de respuesta a la alarma de incendio no óptima para salas eléctricas y transformadores a la intemperie.
- Los ambientes donde generalmente se instalan los transformadores son a la intemperie pudiendo tener problemas de polución y lluvia.
- La operación centralizada de monitoreo de incendios no está implementada en la mayoría de salas y subestaciones eléctricas como parte de un sistema de detección y

alarma de incendios implementado para monitorear salas y subestaciones eléctricas que están separados por una gran distancia.

2.4. Objetivos de la Investigación

2.4.1. Objetivo general

Implementar un sistema de detección y alarma de incendios para salas eléctricas y subestaciones de 7.5 MVA, 34.5/4.16 KV.

2.4.2. Objetivos específicos

- Estudiar los materiales y dispositivos que puedan generar incendios en salas y subestaciones eléctricas.
- Realizar una lista de dispositivos adecuados para la detección de incendio en salas eléctricas y transformadores eléctricos a la intemperie.
- Implementar la detección de incendios en transformadores eléctricos a la intemperie con dispositivos sensores de flama.
- Implementar la detección de incendios en salas eléctricas con dispositivos de aspiración y sus ventajas sobre los sensores de humo puntuales.

2.5. Localización

El área del proyecto se encuentra ubicado en las salas y subestaciones eléctricas pertenecientes al sistema de bombeo Quebrada Honda a Concentradora Toquepala, específicamente en las estaciones de bombeo EB-01, EB-02, EB-03 y EB-04 repartidas entre Quebrada Honda y Concentradora Toquepala pertenecientes a Southern Perú Copper Corporation, ubicados entre las regiones Tacna y Moquegua.

Geográficamente el área de estudio se ubica en las siguientes coordenadas UTM-sistema WGS 84:

EB-01: (E) 307912.40 y (N) 8071687.64, a una altitud de 1250 m.s.n.m

EB-02: (E) 311969.25 y (N) 8076880.62, a una altitud de 1748 m.s.n.m

EB-03: (E) 318716.71 y (N) 8085959.98, a una altitud de 2186 m.s.n.m

EB-04: (E) 325695.12 y (N) 8086839.58, a una altitud de 2685 m.s.n.m

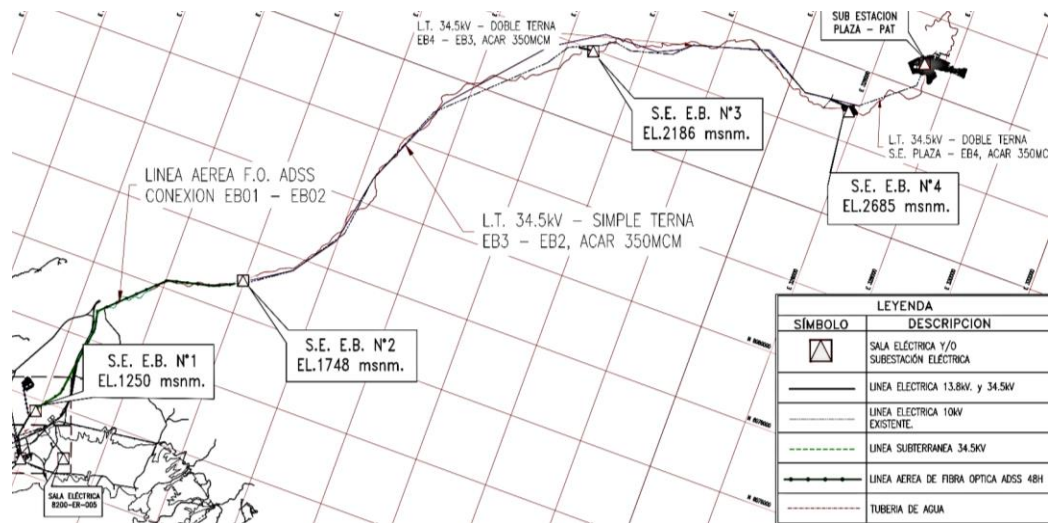


Figura 2.1. Ubicación del Proyecto SCI de Salas y Subestaciones Eléctricas

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019. Nota para mayor detalle de plano de ubicación escalado ver Anexo F.

En la Figura 2.1. se muestra para mayor ilustración la ubicación de las subestaciones eléctricas a lo largo del tramo Quebrada Honda a Toquepala.

2.6. Descripción del Proyecto

2.6.1. Introducción

El presente proyecto se realizó para detectar posibles inicios de incendios en las salas y subestaciones eléctricas de las estaciones de bombeo para la recuperación de agua

de quebrada honda a concentradora Toquepala cumpliendo las normas de la NFPA 72 Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización.

2.6.2. Alcance del proyecto

El proyecto de sistema de detección de incendios es para salas y subestaciones eléctricas ubicados en las estaciones de bombeo a lo largo del sistema de recuperación de agua de Quebrada Honda a Concentradora Toquepala.

2.6.3. Descripción del proyecto

En general, el proyecto está compuesto por sistemas de detección y alarmas de incendio para salas y subestaciones eléctricas independientes repartidas en las salas y subestaciones eléctricas pertenecientes a las estaciones de bombeo para la recuperación de agua, las cuales para efectos de protección se consideran de manera independiente, integrando los paneles de control de incendios entre sí.

Se instalaron paneles de detección y alarma independientes en las diferentes áreas, controlando cada panel, las áreas adyacentes a su ubicación física, según mejor criterio y facilidad de interconexión a puntos de data , que permitan su integración al resto de paneles en una configuración de red del tipo Notifier NET con un anunciador de control de red con display LCD llamado NCA (Network Control Annunciator) a ubicarse en Centro Integrado de Operaciones (CIO), donde existe personal de operaciones, donde se puede controlar / administrar la red y procesar las señales de alarma y supervisión.

Las instalaciones fijas de detección de incendios incorporados al proyecto permiten la detección y localización y automática del incendio, así como la puesta en marcha automática de aquellas secuencias del plan de alarma, incorporado a la central de detección.

Todas las salas y subestaciones eléctricas serán protegidas de acuerdo a la normativa referida en el presente documento siguiendo el criterio de cumplir con los requerimientos mínimos necesarios para asegurar la integridad del personal que trabaja en dichas áreas, así como para asegurar en la medida de lo posible la continuidad del proceso de producción con un criterio de costo beneficio.

2.6.4. Bases

El presente proyecto se ha considerado las siguientes bases:

- Detección de incendios en salas eléctricas con sensores de humo por aspiración y sensores de humo convencionales ópticos.
- Detección de incendios en transformadores de 34.5/4.16 KV y 4.16/0.48 KV ubicados en la intemperie, diseñado con sensores de flama.
- Sistema de alimentación eléctrica para sistemas de detección y alarma de incendios.
- Estándares constructivos según las normas vigentes nacionales e internacionales para que el sistema sea funcional y confiable.
- Pruebas de pre-comisionamiento y comisionamiento.
- Gestión de la construcción del sistema de detección y alarma de incendios.

2.7. Normativa Aplicada

Debido al peligro intrínseco de incendio en los ambientes industriales los organismos prevención se encuentran constantemente implementando y actualizando normas, con la finalidad de reducir los riesgos de incendio.

Las normas nacionales tienden a realizar los requerimientos obligatorios de implementación de sistemas de protección de incendios según el área y la ubicación de los

locales donde se requiere su implementación. Entre estas normas nacionales de mayor relevancia encontramos las siguientes:

- Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.
- Código Nacional de Electricidad - Suministro 2001.
- Reglamento Nacional de Edificaciones – (RNE - 2006)
- Reglamento Nacional de Construcción – (RNC-1970)

Las normas internacionales tienen en su contenido las especificaciones técnicas y requerimientos de ingeniería que se debe de utilizar para el diseño, construcción y puesta en marcha de los sistemas de protección de incendios. Entre las normas de mayor relevancia tenemos las siguientes:

- NFPA 72 – National Fire Alarm Code.
- NFPA 70 - National Electrical Code.
- NFPA 850: Práctica Recomendada para la Protección contra Incendios de Plantas de Generación de Energía Eléctrica y Estaciones de Conversión de Corriente Directa de Alto Voltaje (2015).
- EN 54 Sistema de Detección y Alarma de Incendios.
- UL 864 Standard for Control Units and Accessories for Fire Alarm Systems.

Las normas nacionales en su contenido referencian a las normas NFPA como base de diseño, construcción, puesta en funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de protección de incendios. Se tiene que considerar que las normas NFPA se actualizan con mayor frecuencia que las normas nacionales.

Los sistemas de detección y alarma de incendios en salas y subestaciones eléctricas deben ser de calidad y de alta confiabilidad, por lo que se debe de cumplir con los estándares constructivos de las normas especificadas anteriormente.

2.8. Justificación

La justificación, está dada porque es importante en primer punto proteger la integridad del personal que trabaja en los ambientes de salas y subestaciones eléctricas, en segundo punto es reducir el riesgo intrínseco de incendio y minimizar las pérdidas patrimoniales en las instalaciones y equipos que se encuentren en la zona de protección. Los proyectos de sistemas de detección y alarma en la protección de incendios son de exigencia por la autoridad competente (INDECI, OSINERGMIN) por lo que necesario implementarlos.

Por ello es menester de los Ingenieros Electricistas, el tener herramientas y guías necesarias para la correcta implementación de proyectos de detección y alarma de incendios, de manera que mejoren la competitividad de las compañías y profesionales que desarrollan los proyectos de manera confiable.

2.8.1 Justificación académica

La justificación académica del trabajo de suficiencia profesional contribuye a la solución y/o mitigación de los problemas que afectan a la población en el ámbito personal, familiar, social, comunitario y laboral.

También el trabajo de suficiencia profesional tiene relevancia académica porque contribuye con la ampliación de conocimientos sobre la aplicación de procedimientos y métodos para mejorar la eficiencia, calidad y confiabilidad de los sistemas de detección y

alarma en la protección de incendios en la formación profesional de Ingenieros Electricistas.

2.8.2 Justificación practica

El trabajo de suficiencia profesional tiene justificación practica ya que va a servir para desarrollar la implementación y desarrollo de proyectos de detección y alarma en la protección de incendios en salas y subestaciones eléctricas, porque el trabajo de suficiencia profesional describe la implementación de un sistema de detección y alarma en salas y subestaciones eléctrica separadas por una gran distancia que buscan la protección de incendios con eficiencia, calidad, funcionabilidad y confiabilidad de sus operaciones cotidianas.

2.8.3 Justificación económica

La justificación económica se da porque el trabajo de suficiencia profesional puede ayudar a los profesionales del ramo a cumplir con los objetivos de manera eficiente, funcional y confiable al tener el control de los procesos en cada uno de sus fases de implementación de proyectos para la protección de incendios en salas y subestaciones eléctricas.

2.9. Antecedentes y Trabajos Previos

En el presente informe trabajo de suficiencia profesional al revisar el material bibliográfico encontramos los siguientes trabajos referidos al tema:

- Manssur Congrains, D. F. (2018). “Diseño y Presupuesto Para la Implementación de un Sistema de Protección Contra Incendios en la Subestación de 69 KV de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil”, Universidad Católica de Santiago

de Guayaquil, Ecuador. En esta investigación se realiza la implementación de sistemas de protección de incendios en la subestación eléctrica de 69 KV con conceptos de extinción por sistema de agua presurizada y pulverizada mas no menciona los medios de detección de los inicios de incendio.

- Rodríguez Palacios, J. L. (2017). “Diseño de un Sistema Contra Incendio Para una Subestación Eléctrica con Transformador de Potencia”, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. En esta investigación se realiza las posibles causas de incendio y características de materiales propensos a inflamación que pueden provocar explosión y principios de incendio para un transformador de 10 MVA, mas no toma en cuenta que se debe tener un resguardo independiente que sería el sistema de detección y alarma de incendios en la protección de los incendios.
- Revista Contra Incendio (2018). “La Anticipación y Coordinación para la Instalación de los Elementos Contra el Fuego son Fundamentales Durante el Proceso Constructivo”, México. En este artículo se menciona la importancia de coordinar en el proceso de construcción de sistemas de detección de incendios. Para evitar deficiencias en alguna de ellas, las deficiencias de los proyectos de protección de incendios se dan cuando no se toman con la importancia requerida a la disciplina de Ingeniería de Protección de Incendios, de este artículo podemos verificar si los sistemas de detección de incendio convencionales como sensores de humo y temperatura pueden ser no adecuados para ambientes en la intemperie.
- Trung Luong (2019). “Detección de Incendio y de Alarma”, Häme University of Applied Sciences (HAMK), Finlandia. En esta investigación el autor diseña un sistema de detección y alarma de incendios con Arduino.

- Asociación de Ingenieros Técnicos Industriales en Barcelona (2016). “Sistemas de Detección y Alarma”, España. Esta revista de diseño de sistemas de detección y alarma de incendios nos presenta de una manera resumida el diseño según las normas aplicadas en España.
- Mantilla Ordoñez J. C. (2019). “Diseño de un Sistema de Detección de Incendios en una Empresa de Hidrocarburos” Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. En esta investigación se aplica los métodos de Firense y Meseri de medición de peligro potencial de incendio en una planta de hidrocarburos lo que nos ayuda a dimensionar las áreas donde se instalaran los detectores de flama.

En los artículos de revistas especializadas y paper´s encontramos las siguientes aportaciones de estudio:

- “El uso de un sistema de extinción automático, correctamente diseñado y mantenido, incrementa los tiempos disponibles para la evacuación, puesto que detiene el crecimiento del incendio, baja la emisión de humo y disminuye la temperatura del sitio”. (Sebastián Norambuena, 2019).
- La misión principal de un sistema automático de detección de incendios es la de identificar de manera fiable un incendio en la etapa más precoz posible, dar la alarma y activar las funciones de control pre-programadas. El sistema de detección de incendio está vigilado, controlado y operado por la central, que evalúa los mensajes y activa las instalaciones de alarma y de control de incendios que incluso pueden derivarse a los bomberos. (Tecnifuego, 2015).

- Se recomienda realizar procedimientos de pruebas y funcionalidad de los detectores de incendio apegado a las normas NFPA 72, que regula las pruebas de los sensores de incendios. (Mantilla Ordoñez C., 2019)
- Los sistemas de alarma son indispensables para poder detectar los inicios de incendios a tiempo y así salvaguardar las vidas humanas y reducir las pérdidas económicas que se puedan ocasionar en caso de que el incendio se salga de control, ante este concepto es importante que se cumplan con las normas de construcción y pruebas de funcionalidad. (Chuga Oswaldo, 2019)
- Detectar un incendio en su fase inicial es crucial para evitar cualquier tipo de daño, disponer de un buen sistema de prevención de incendios es, por lo tanto, imprescindible para cualquier hogar, empresa o local sea del tamaño que sea para descubrir y avisar de la aparición de un incendio. (Starfire, 2016)
- Los incendios son uno de los riesgos más comunes en comercios. Si bien la mayoría de los casos no pasa de conato, que se apaga con los sistemas disponibles y cuyo coste asume sin problemas la compañía de seguros, en otros las graves consecuencias, incluidas muertes, hacen mantener activa la preocupación y ejecución correcta del diseño, la instalación y los mantenimientos de Sistemas Contra Incendios (SCI). Precisamente, debido a los defectos que se encontraron en las instalaciones, recordamos estos dos grandes y terribles incendios de los últimos años: Kemerovo (Siberia), con 64 muertos (41 niños), el 25 marzo de 2018, en un cine situado en la cuarta planta de un centro comercial; o el incendio en un centro comercial de Doha, Qatar, en 2012, que se cobró la vida de 19 personas, 13 de ellas menores de edad.

En ambos casos hubo irregularidades en las instalaciones del Sistema de Contra Incendios (SCI). En las investigaciones se detectaron graves fallos en la seguridad: no funcionaron los sistemas de detección de incendios ni las alarmas (se dice que se habían desactivado tras dar repetidas falsas alarmas), ni se había realizado el mantenimiento de los equipos contra incendios, ni se siguieron los protocolos de evacuación, no funcionaron los rociadores automáticos, las salidas de emergencia estaban bloqueadas. (Adrián Gómez, 2019)

Capítulo 3

Marco Teórico

3.1. Sistema de Detección y Alarma de Incendios

3.1.1. Aspectos generales

La prevención de incendios se ha convertido en una necesidad importante para la seguridad personal y patrimonial, por el peligro potencial de incendio en las diferentes actividades. Por lo tanto, tener un sistema de detección y alarma contra incendio funcional y confiable desempeña un papel importante en la seguridad, porque nos permite prevenir los inicios de incendio en tiempo real, proporcionando información y señales de evacuación a las personas dentro del establecimiento en emergencia, además de proporcionar la ubicación de incendio al personal calificado para las emergencias de incendio.

Dentro de un sistema de detección y alarma contra incendios se tiene un conjunto de componentes que desempeñan diferentes funciones para asegurar la confiabilidad del sistema, como son el suministro eléctrico, central de notificaciones, detección, alarma, supresión.

Cada uno estos componentes cumplen una función para que el sistema de detección y alarma en la protección de incendios no tenga problemas de funcionabilidad y confiabilidad.

Las autoridades de fiscalización OSINERGMIN tienen la obligación de fiscalizar por DS-043-2007-EM título V, capítulo 3. Tienen la labor de velar que las industrias mineras cuenten sistemas contra incendio adecuados para reducir los riesgos de pérdidas de vidas, patrimoniales, contaminación. En la Figura 3.1 se observa el incendio de

subestación eléctrica con una capacidad de 375 MW 400/115 KV ubicada en Veracruz, México.



Figura 3.1. *Incendio en Subestación 375 MW 400/115 KV, Veracruz México*

Fuente: Recuperado de www.sectorelectricidad.com, “México: Incendio en subestación 375 MW 400/115 KV”.2015.

3.1.2. Suministro Eléctrico

La energía que se debe de suministrarse a un sistema de detección y alarma de incendios debe de cumplir con estándares de construcción del Código Nacional de

Electricidad y la norma de la NFPA 72 “Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización” de manera que se cumpla con el suministro adecuado de energía y no tengamos los problemas siguientes:

- falta de suministro de energía eléctrica.
- sobrecarga.
- cortocircuito.
- aislamiento.
- interrupciones.

Para el sistema de detección y alarma de incendios según la norma NFPA 72 se deben proveer al menos dos suministros de energía independientes y confiables, uno primario y uno secundario.

3.1.3. Suministro de energía eléctrica primario:

El circuito de alimentación de energía eléctrica primario según la norma NFPA 72 en su título 10.6.3 fuentes del suministro de energía nos menciona que los suministros de energía eléctrica para los sistemas de detección y alarma de incendios deben ser exclusivo y tener la capacidad adecuada para alimentar la central de notificaciones y fuentes remotas necesarias.

fuentes que pueden abastecer el sistema de detección y alarma de incendios:

- Suministro de energía comercial graficado en la Figura 3.2.
- Suministro de energía por fuente UPS (Sistema de Alimentación Ininterrumpida).

- Un generador de uso exclusivo para el sistema de detección y alarma de incendios que este en operación continuamente y que cuente con la presencia de un personal capacitado para su operación en todo momento.
- Un generador de uso conjunto para usos comunes y sistema de detección y alarma de incendios que este en operación continuamente y que cuente con la presencia de un personal capacitado para su operación en todo momento.

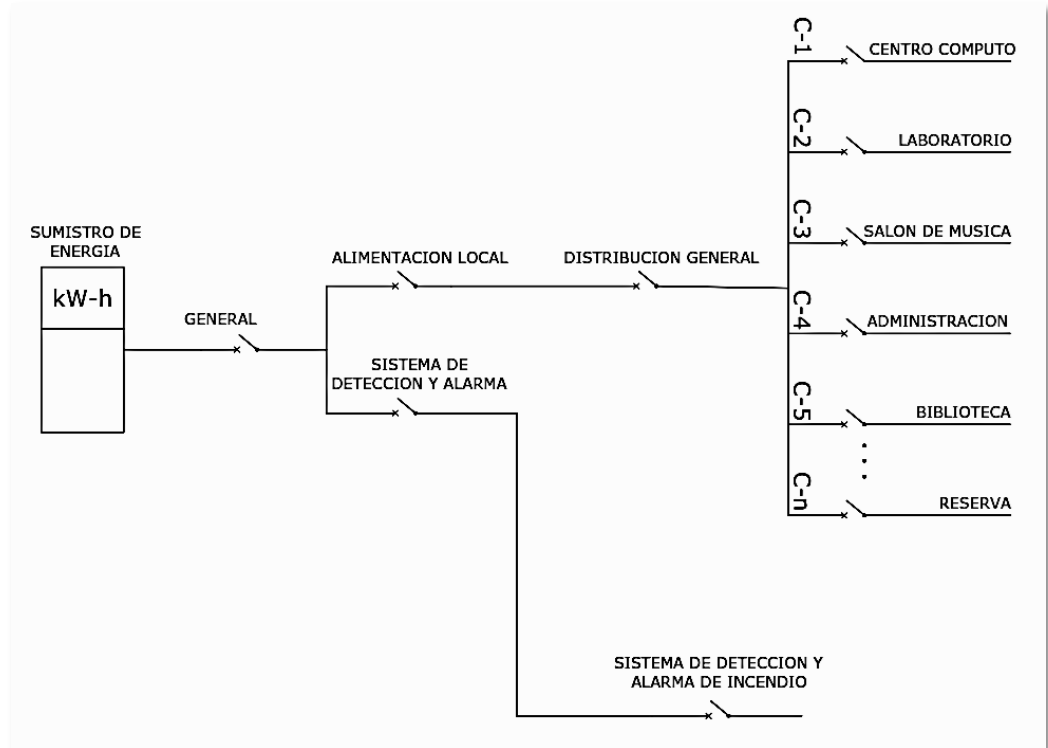


Figura 3.2. *Suministro de Energía Eléctrica Primaria para SCI*

Fuente: Elaboración propia para el informe.

3.1.4. Suministro de energía eléctrica secundario

El circuito de alimentación de energía eléctrica secundaria según la norma NFPA 72 en su título 10.6.7 fuente de alimentación secundaria. Debe automáticamente suministrar energía a los dispositivos involucrados en el sistema de detección y alarma de incendios cuando el suministro primario quede fuera de servicio.

los suministros pueden ser:

- Baterías de almacenamiento dispuesto solo para el uso del sistema de detección y alarma de incendio, representado en la Figura 3.4.
- Un generador de accionado automático que esté conectado al circuito ramal de alimentación primario y este operado por una persona calificado a toda hora, representado en la Figura 3.3.

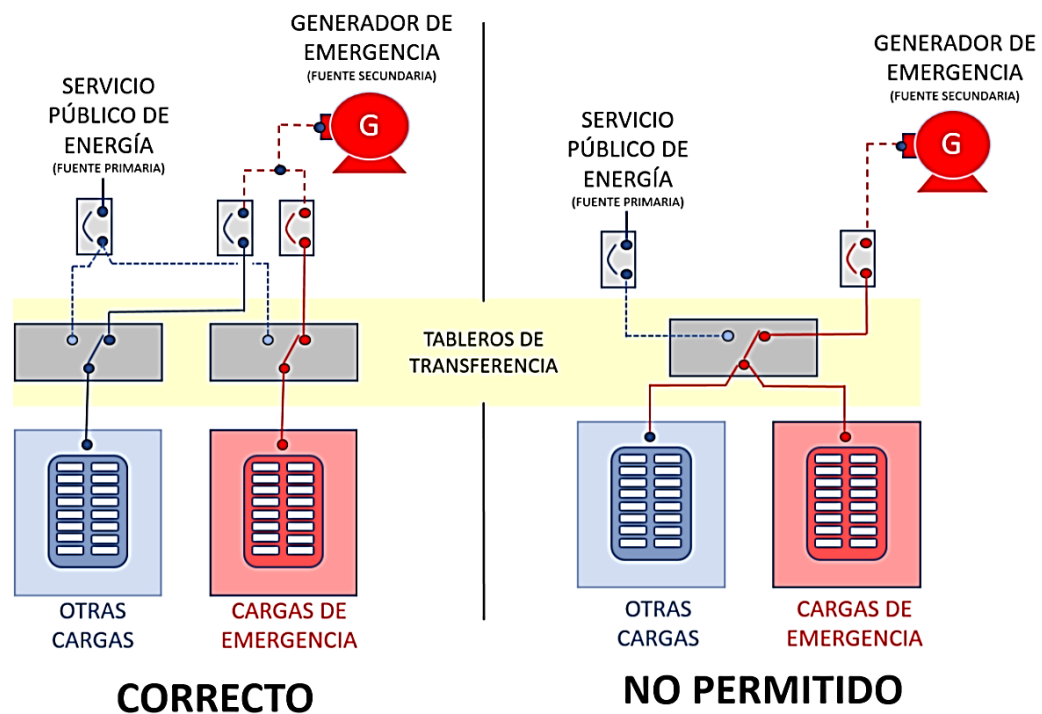


Figura 3.3. Suministro de Energía Eléctrica Secundaria con Generador de Emergencia
Fuente: Sociedad Nacional de Protección Contra Incendios, “Propuesta de modificación Norma A.130 del Reglamento Nacional de Edificaciones”. 2017

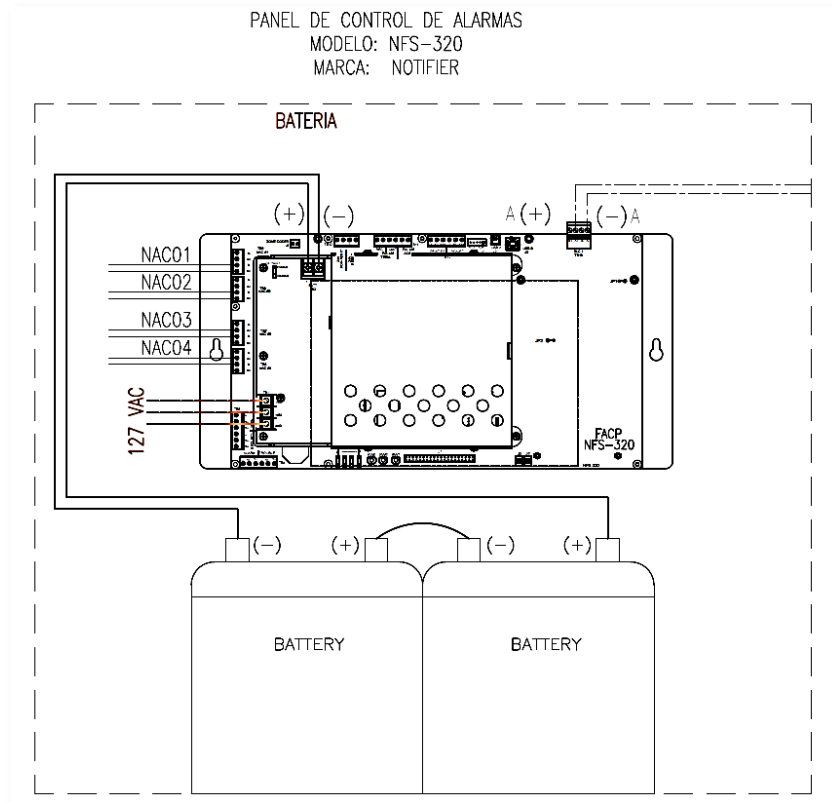


Figura 3.4. Suministro de Energía Eléctrica Secundaria con Baterías para SCI

Fuente de elaboración propia para el informe.

La capacidad de suministro de energía secundaria debe cumplir con las especificaciones según la norma NFPA 72, las baterías tendrán una duración en funcionamiento de 24 horas en funcionamiento de monitoreo o no alarma y después de ese tiempo podrán funcionar en condición de alarma por 5 minutos para la evacuación, excepto cuando se tenga especificaciones siguientes:

- Los cálculos de baterías deben incluir un margen de seguridad del 20 por ciento de la capacidad nominal en amperios-horas calculada.
- El suministro de energía secundaria para el servicio de comunicaciones de emergencia de incendio por voz/alarma en el edificio debe tener la capacidad de hacer funcionar el sistema con una carga quiescente por un mínimo de 24 horas y

luego debe tener la capacidad de hacer funcionar el sistema durante un incendio u otra condición de emergencia por un período de 15 minutos a la carga máxima conectada.

- La capacidad del suministro de energía secundaria para centros de comando de emergencias de sistemas de notificación masiva para grandes áreas debe poder dar soporte a las operaciones por un mínimo de 24 horas.
- El suministro de energía secundaria para sistemas de notificación masiva en edificios debe tener la capacidad de hacer funcionar el sistema con una carga quiescente por un mínimo de 24 horas y luego debe tener la capacidad de hacer funcionar durante una condición de emergencia por un período de 15 minutos a la carga máxima conectada.

Todos los suministros de energía primaria y secundaria deben ser monitoreados con el fin de verificar la presencia de voltaje en el punto de conexión con el sistema.

3.1.5. Central de notificaciones

Las centrales de notificación son dispositivos que supervisan, monitorean, detectan controlan y notifican los dispositivos instalados en sistema de detección y alarma de incendios. Como se puede extraer de la NFPA 72 titulo 26.3 Sistemas de alarma del servicio de la estación central. En la Figura 3.5 se representa un FACP de la marca Siemens para salas eléctricas del PAT, actualmente los paneles siemens no están integradas a la red por lo tanto no pueden ser monitoreadas por el CIO. Las centrales tienen como función:

- Iniciar acciones de alarma y evacuación.
- Mostrar información del estado del sistema.

- Informar al personal de respuesta a emergencia donde es el inicio de conato de incendio.
- Supervisar la integridad de las fuentes de energía primaria y secundario en centrales de notificaciones, fuentes remotas y equipos de comunicación parte del sistema de detección y alarma de incendios.



Figura 3.5. Central de Notificaciones en Sala Eléctrica Siemens

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

3.1.6. Centrales de detección y alarma convencionales

Los paneles de este tipo tienen aplicaciones limitadas, están diseñadas para ambientes medianos y reducidos. En la Figura 3.6 se muestra el diagrama de conexionado del FACP convencional. Las características son las siguientes:

- Bajo costo inicial de equipos.
- Amplia gama de dispositivos compatibles.
- Programación simple.
- Solamente es de uso de detección y alarma.
- Cubren espacios de medianos a reducidos.

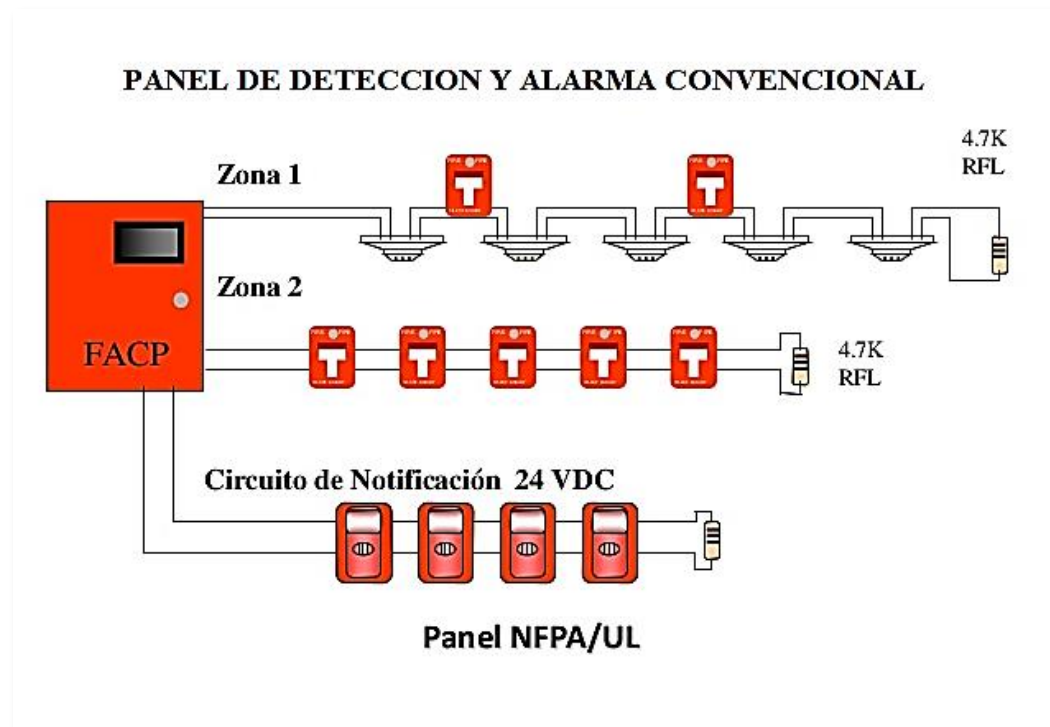


Figura 3.6. *Panel de Detección y Alarma tipo Convencional*

Fuente: Recuperado de <https://es.slideshare.net>, José Prada, “Preingeniería Sistema Contra Incendios”. 2018

3.1.7. Centrales de detección y alarma direccionable

Los paneles de este tipo tienen aplicaciones expandibles, están diseñadas para ambientes de mediano a extenso, en la Figura 3.7 se muestra el conexionado de los FACP direccionables es necesario revisar las características de la marca y su hoja de datos al momento de realizar el desarrollo de la ingeniería y construcción.

- Variedad de costos.
- Amplia gama de dispositivos compatibles.
- Programación simple en panel a computadora especializado.
- Uso para detección, alarma, monitoreo y supervisión de los dispositivos conectados.
- Tienen mayor alcance en cuanto al diseño de control y alarma de descarga en sistemas de supresión de incendios.
- Pueden integrar a la detección más de un panel según al fabricante.
- Algunos fabricantes tienen la posibilidad de integrar el sistema a un SCADA exclusivo del sistema de detección y alarma de incendios.
- Pueden cubrir espacios extensos.

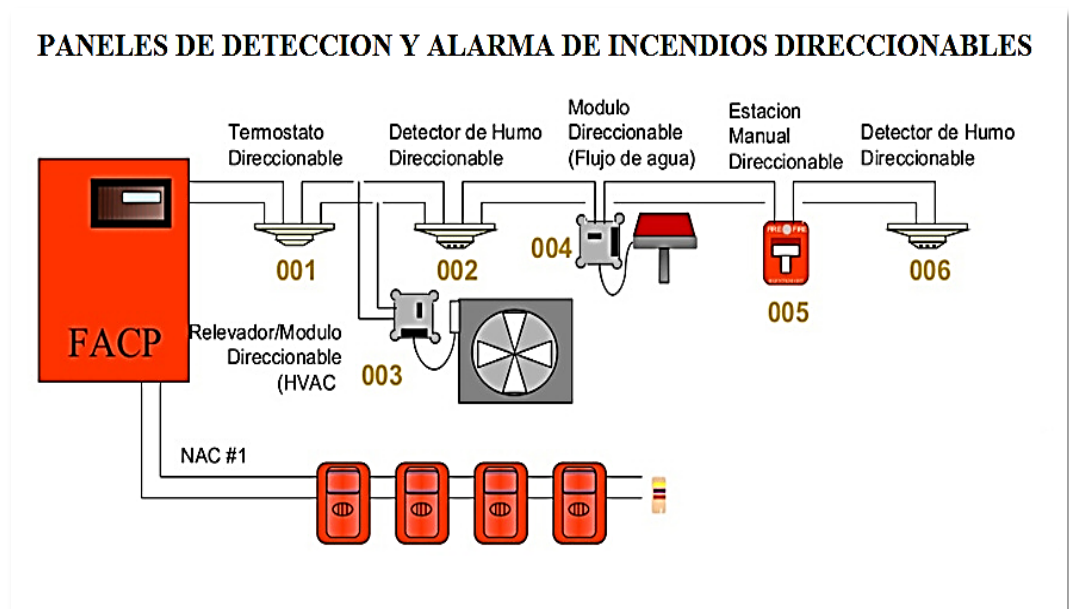


Figura 3.7. *Panel de Detección y Alarma tipo Direccionable*

Fuente: Recuperado de <https://es.slideshare.net>, José Prada, “Preingeniería Sistema Contra Incendios”.2018

3.1.8. Centrales de detección y alarma direccionable análogo

Los paneles de este tipo tienen aplicaciones expandibles, están diseñadas para ambientes de mediano a extenso, en la Figura 3.8 se muestra un esquema de las funcionalidades que pueden desarrollar este tipo de FACP.

- Variedad de costos.
- Amplia gama de dispositivos compatibles.
- Programación simple a especializado.
- Uso para detección, alarma, monitoreo y supervisión de los dispositivos conectados.
- Tienen mayor alcance en cuanto al diseño de control y alarma de descarga en sistemas de supresión de incendios.
- Pueden integrar a la detección más de un panel según al fabricante.
- Algunos fabricantes tienen la posibilidad de integrar el sistema a un SCADA exclusivo del sistema de detección y alarma de incendios.
- Pueden cubrir espacios extensos.
- Tienen la capacidad de monitorear señales analógicas de temperatura, concentración de humo, etc.
- Su programación es especializada.
- Su aplicación es en cintas transportadoras, túneles extensos y otros lugares donde sea necesario el monitoreo analógico de temperatura.

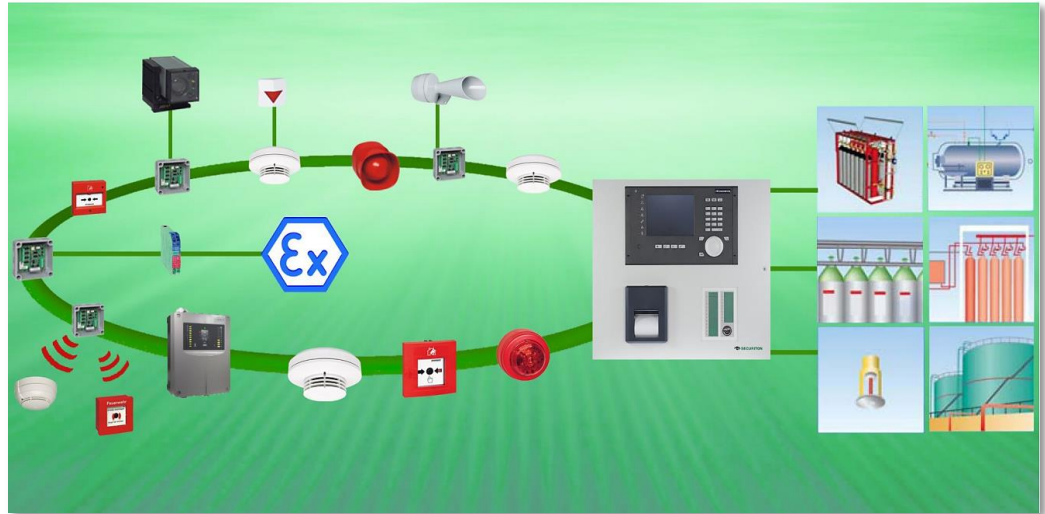


Figura 3.8. *Panel de Detección y Alarma tipo Direccional Analógico.*

Fuente: Recuperado de <https://www.securiton.com/> Securifire 1000/2000 fire detection systems, Securiton. 2016

3.1.9. Dispositivos iniciadores y detectores

En los sistemas de protección de incendios es necesario dispositivos que envíen señales iniciación de fallas, supervisión y detección hacia las centrales de detección y alarma. Es recomendable que estos dispositivos estén contruidos bajo la certificación que prueba su funcionamiento y los estándares del Perú.

Los dispositivos se pueden clasificar en:

- Detectores de humo.
- Detectores de temperatura.
- Detectores de aspiración.
- Detectores de llama.
- Detectores de chispas.
- Módulos de control y supervisión

- Estaciones manuales.
- Sistemas de control y monitoreo analógico.
- Detección lineal de temperatura.

Los dispositivos iniciadores y detectores deben ser compatibles con la central de detección y alarma, generalmente cuando son de la misma marca y gama de funciones su manejo es funcional y amigable, en caso sean de distintas marcas en algunos casos la adaptación de un dispositivo diferente puede llegar a ser bastante complicado, por lo usual se suele trabajar solo con una marca en específico.

Todos los dispositivos deben de ser conectados para su supervisión y control por la central de detección y alarma. Los dispositivos están preparados para notificar los eventos y averías a la central de alarma.

3.1.10. Dispositivos de alarma

La función de los dispositivos de alarma es notificar posibles inicios de incendio enviando señales audibles y visibles a las personas en el interior del local donde se produce el incendio, también se pueden programar los dispositivos para que reporten señales cuando un equipo este en estado anormal de funcionamiento y el personal especializado podrá verificar las causas de la falla.

Para evacuar personas de un conato de incendio los dispositivos de alarma deben de ser instalados de acuerdo a las recomendaciones establecidas en estándares nacionales e internacionales.

Es importante en el diseño verificar la potencia nominal máxima de uso para poder dimensionar las fuentes de alimentación adecuadamente.

Existen variedad de dispositivos en el mercado, pero como una condición de confiabilidad debemos de instalar equipos que tengan una certificación de construcción y pruebas. algunos dispositivos:

- Sirenas.
- Estrobos.
- Sirena – estrobos.
- Faros.
- Campana.
- Altavoces.
- Notificación de información de alarma en central de detección y alarma de incendio.
- Dispositivos integrados a la central de alarmas.

Las señales que envían los dispositivos no siempre son de alarma pueden ser de supervisión, avería o falla del sistema en las instalaciones debe de estar un personal calificado o el usuario capacitado para verificar continuamente el estado del funcionamiento del sistema de detección de incendios.

3.1.11. Supresión y dispositivos de inicio y monitoreo

En los sistemas de protección de incendios tenemos diferentes tipos de supresión de incendio dependiendo del lugar en donde estén instalados. Estos dispositivos están diseñados y programados para suprimir incendios en la Figura 3.9 podemos ver el conexionado de un accionamiento de diluvio. En el sistema de detección y alarma de incendios tenemos la necesidad de monitorear y controlar dispositivos que activan dispositivos que pueden suprimir un incendio, como ejemplo tenemos:

- Dispositivos que monitorean flujos de agua.

- Módulos que activan o abren una válvula de diluvio.
- Módulos que monitorean el estado de los dispositivos de supresión de incendios.

Es importante diseñar y construir de tal manera que los dispositivos respondan de una manera adecuada en inicios de incendios.

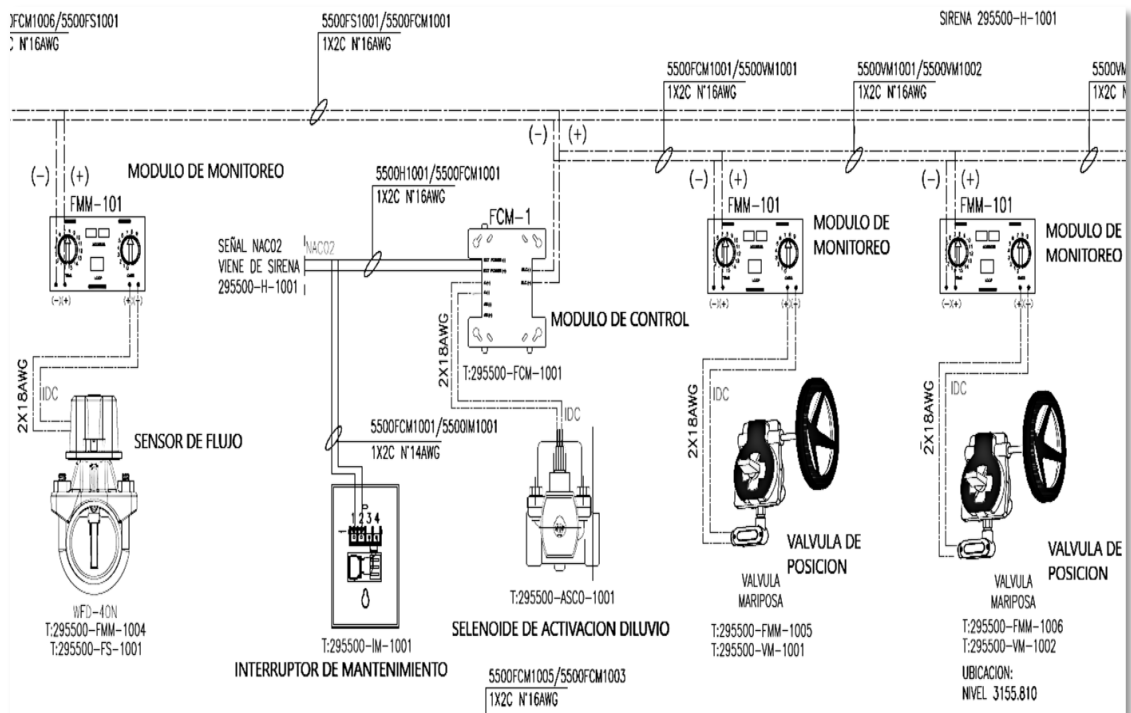


Figura 3.9. Dispositivos de Monitoreo y Control

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

3.2. Dispositivos de Detección de Incendio

Son los dispositivos que tienen la función de iniciar estado de alarma en un conato de incendio, estos dispositivos se encuentran disponibles en el mercado en una gran variedad de formas de detección y funcionamiento según sea el requerimiento que se necesite en la ubicación donde se implementara los sistemas de detección.

Entre los sensores de incendio con mayor relevancia se desarrolla a continuación.

3.2.1. Detectores de humo puntuales iónicos

Son detectores que tienen una pequeña cantidad de material radioactivo Americium-241 dentro de la cámara de detección convirtiéndolo en conductor y permitiendo que circule una corriente de dos electrodos cargados. Esto proporciona a la cámara una conductividad eléctrica bastante efectiva. Cuando las partículas de humo entran en la zona de ionización, disminuyen la conductividad del aire, adhiriéndose a los iones y causando una reducción en su movilidad. El detector responde cuando la conductividad baja de un nivel prefijado, en la Figura 3.10 visualizar gráficamente el detector de ionización.

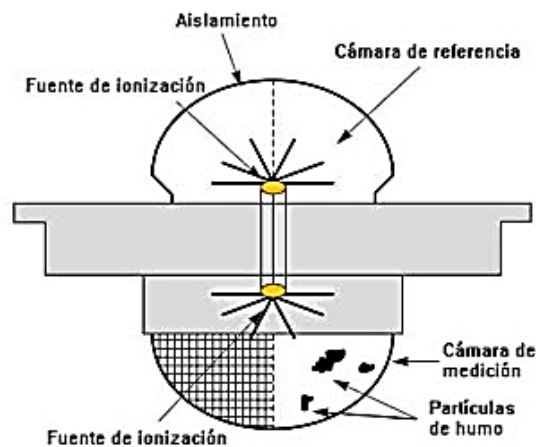


Figura 3.10. *Detector de Humo Iónico*

Fuente: Recuperado de www.tecnosinergia.zendesk.com, “Dispositivos iniciadores automáticos”. 2019

3.2.2. Detectores de humo puntuales fotoeléctricos

El principio utilizado en este tipo de detectores es aquel que se da cuando la presencia de partículas de humo en suspensión, generadas durante el proceso de combustión afecta la propagación de un haz luminoso a través del aire. Esto permite

detectar la presencia de fuego de dos formas: por el oscurecimiento o atenuación de la intensidad luminosa y por dispersión del haz.

Cuando las partículas de humo ingresan a la cámara oscura del dispositivo, atraviesan el haz produciendo su dispersión. Los detectores que operan este principio son generalmente, puntuales. Contienen una fuente luminosa y un dispositivo fotosensible, dispuestos de tal forma que los rayos luminosos no inciden normalmente, en el segundo. Cuando las partículas entran en la luz, esta se dispersa sobre el dispositivo fotosensible, provocando la respuesta del detector como se ilustra en la Figura 3.11.

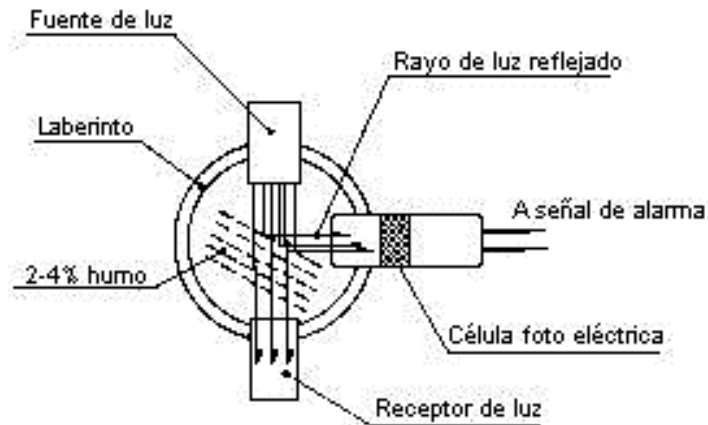


Figura 3.11. *Detector de Humo Fotoeléctrico*

Fuente: Recuperado de www.tecnosinergia.zendesk.com, "Dispositivos iniciadores automáticos". 2019

3.2.3. Detectores de temperatura puntuales

La aplicación ideal de estos detectores es donde puede producirse fuegos con alto rendimiento de calor y rápido desarrollo en zonas donde las condiciones ambientales no permitan el empleo de otro dispositivo o donde la velocidad de detección y la protección de la vida no sea el objetivo prioritario.

Los detectores responden a la energía calorífica transportada por convección.

Los detectores de temperatura no inician la alarma hasta que la temperatura fijada en el sensor sea alcanzada.

3.2.4. Detectores de humo por aspiración

Los dispositivos de aspiración analizan el aire que recogen mediante sistemas de tuberías instalado en recintos a proteger. Utilizan para ello, ventiladores incorporados en la unidad central, el análisis se realiza con detección por láser.

Son dispositivos de detección temprana de incendio, su aplicación se realiza en centros de procesamiento de datos, salas eléctricas. Se conecta al lazo SLC mediante módulos pudiendo algunos modelos la opción de conectarlos a red.

3.2.5. Detectores de flama

Son un tipo de detectores contra incendios que se utilizan cuando existe riesgo de incendios en ambientes a la intemperie con presencia de polución, humedad y lluvia. Su uso está más orientado al ámbito industrial.

Las llamas emiten radiación infrarroja y rayos ultravioleta. Sirviéndose de esta propiedad, encontramos tres tipos de detectores de flama, detectores infrarrojos (IR): incorporan un sensor de radiación infrarroja que activa una alarma ante un cierto nivel de este tipo de radiación, detectores ultravioletas (UV): incorporan un sensor de radiación ultravioleta, detectores combinados (IR/UV): incorporan ambos sensores con la finalidad de aumentar la sensibilidad, además de reducir el riesgo de falsas alarmas.

3.2.6. Detectores lineales infrarrojos

Los detectores de humo lineales infrarrojos constan básicamente de dos componentes transmisor y receptor. El transmisor envía un haz infrarrojo al receptor y este

evalúa los valores normales de las longitudes onda emitidas, y emite una señal cuando no está dentro de los rangos establecidos.

Los detectores lineales son sensibles al valor medio de la densidad del humo a lo largo de la totalidad de la línea infrarroja. Por esto son especialmente apropiados para aplicar bajo techos altos o en aquellos lugares en los que el humo pueda difuminarse en un gran volumen antes de poder ser detectado. Algunos ejemplos de aplicación pueden ser iglesias, edificios monumentales, teatros, palacios de deporte, edificios industriales, naves de almacenamiento, etc., en cuyo caso los detectores puntuales pueden ser menos eficientes.

3.2.7. Detección por cable lineal

El detector de cable lineal es un cable que detecta el calor en cualquier punto de su longitud.

El cable sensor se compone de dos conductores aislados individualmente con un polímero sensible a la Temperatura. Los conductores aislados están trenzados entre sí para crear una presión de muelle, entonces se les envuelve con una funda exterior apropiada para el ambiente en el cual se ha de instalar el detector.

En la temperatura calibrada, el polímero aislador sensible al calor cede contra la presión generada por la radiación del calor, permitiendo que los conductores interiores se pongan en contacto entre sí y activen una señal de alarma. Esta acción ocurre en cualquier punto calentado dentro de la longitud del cable detector. No se requiere que se caliente una longitud específica para activar la alarma, ni se necesita calibrar el sistema para compensar los cambios en la temperatura ambiental donde está instalado.

3.2.8. Detección por cable sensor de temperatura

La detección por cable sensor de temperatura se realiza por sensores ubicados embutidos dentro del cable distanciados de manera equivalente entre sí, la distancia entre sensores depende de la necesidad del ambiente, equipo a proteger en cintas transportadoras se recomienda ubicar a dos metros de distancia entre sensores, en túneles se recomienda ubicar a cinco metros de distancia entre sensores.

El cable sensor de temperatura está diseñado para reportar continuamente la temperatura en los diferentes sensores ubicados a lo largo del cable.

Este sistema debe ser implementado mediante software y equipos especializados en la adquisición de datos de manera continua.

3.2.9. Detección por cámaras de seguridad con análisis de video

La detección de incendios automática mediante cámara es la tecnología más reciente usada para identificar con eficacia la presencia de humo o fuego en áreas consideradas poco prácticas para los sistemas típicos de detección de humo. Los métodos tradicionales de detección requieren que los indicios de fuego, como son el humo o el calor, lleguen hasta el dispositivo mismo, mientras que la video detección de humo descubre el fuego en su primer origen.

3.2.10. Elección de sensores de incendios en salas y subestaciones eléctricas

La detección de incendios automática en salas y subestaciones eléctricas se realiza de manera que cumplan los requisitos de la norma NFPA 72. Debemos de considerar también la valoración del estudio de riesgo de incendio y sus afectaciones en la operación de la planta concentradora.

Detectores de incendio y tiempo de respuesta

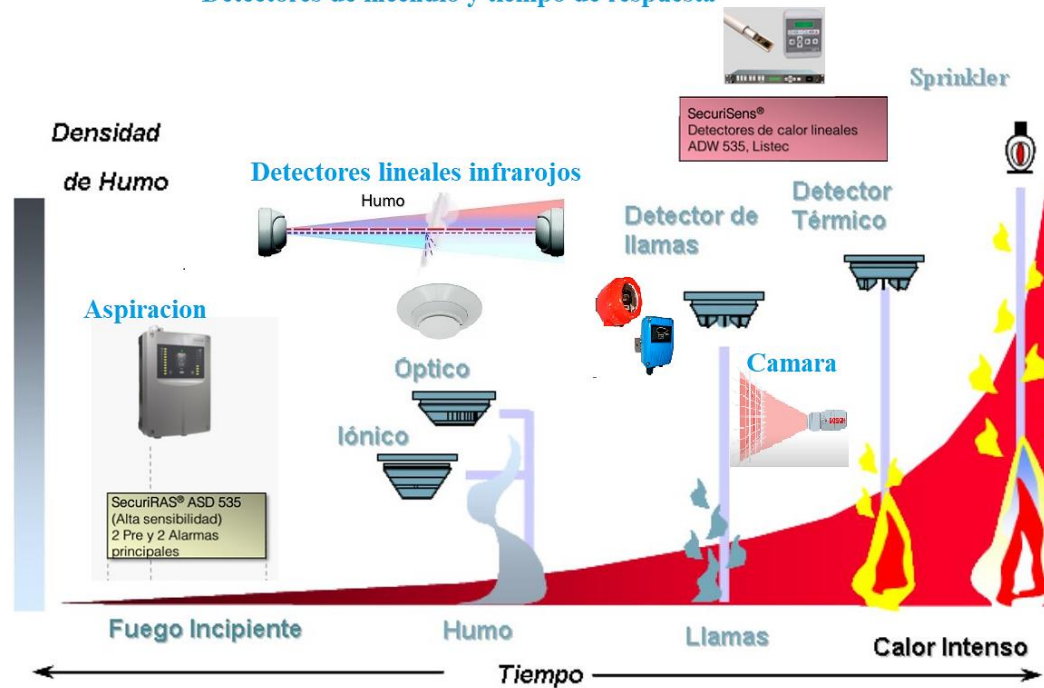


Figura 3.12. Detectores de Incendio y Tiempo de Respuesta

Fuente: Elaboración propia para el informe.

Para la elección de detectores de incendio para salas eléctricas se tiene que tener en cuenta el tiempo de respuesta, ilustrados en la Figura 3.12 y costo económico, en salas eléctricas se encuentra equipos de control eléctrico, equipos de comunicación que son prioritarios en la operación de la Planta Concentradora Toquepala. Es por esta razón que se eligen detectores de humo por aspiración como detectores de primera acción frente a inicios de incendio y detectores ópticos como detección de resguardo (fotoeléctricos).

En la elección de detectores para los transformadores a la intemperie se elige detectores adecuados para ser instalados en ambientes externos con presencia de polución, humedad y lluvia por lo que las opciones se reducen a dos opciones, los detectores de flama y detectores por cámaras de seguridad, se elige la opción de detectores de flama por ser un tipo de detectores compatibles de instalar con módulos de monitoreo y control al sistema

de la central de detección y alarma de incendio, el tiempo de respuesta es también coherente con la detección temprana que se necesita en los inicios de incendio.

3.3. Dispositivos de Detección de Incendio por Aspiración

3.3.1. Detección de humo por aspiración

Los sistemas de detección por aspiración se basan en el análisis del aire aspirado de la zona protegida mediante una red de tuberías. Estos sistemas son ideales para la protección de lugares donde los detectores puntuales son de difícil instalación, acceso o mantenimiento, como en interiores de máquinas, salas eléctricas, cámaras frigoríficas y también en instalaciones en las que, debido a su complejidad o valor histórico, no permiten la instalación de detectores puntuales. Los sistemas de aspiración incorporan sensores láser de alta sensibilidad y un potente software de control que permite ajustar, desde la central y/o desde el propio equipo los valores de sensibilidad, por lo que son idóneos para la detección de humo en áreas donde se requiere una sensibilidad muy alta (salas limpias, centros de procesos de datos o salas de conmutación), en las que los sistemas de ventilación, ante un incendio, producen dilución del humo. En este tipo de instalaciones, los sensores convencionales de tecnología iónica u óptica no tienen una respuesta adecuada ya que ofrecen un nivel de detección muy por debajo de lo necesario. Existen soluciones técnicas que permiten adecuar el sistema de aspiración a cualquier tipo de ambiente: Cámaras frigoríficas, ambientes húmedos y con partículas de polvo o suciedad en suspensión, etc. Conforme a la norma NFPA 72.

En la Figura 3.13 se muestran los detectores de humos por aspiración SecuriSmoke ASD de la marca Securiton que se usaron en las salas eléctricas de las estaciones de bombeo con sus características y aplicaciones.



Figura 3.13. Dispositivos de Aspiración ASD Securiton.

Fuente: Recuperado de <https://www.securiton.com>, Detectores de humos por aspiración SecuriSmoke ASD.

3.3.2. Software de diseño en sistemas de detección por aspiración

Para el diseño de la implementación de los sistemas de detección de humo por aspiración se usa el software ASD Pipe Flow ver Figura 3.14, este software de cálculo está diseñado para realizar el cálculo de la cantidad de tuberías CPVC, accesorios de tuberías CPVC, soportes y dimensionamiento de orificios de aspiración, optimizando los tiempos de detección de incendio.

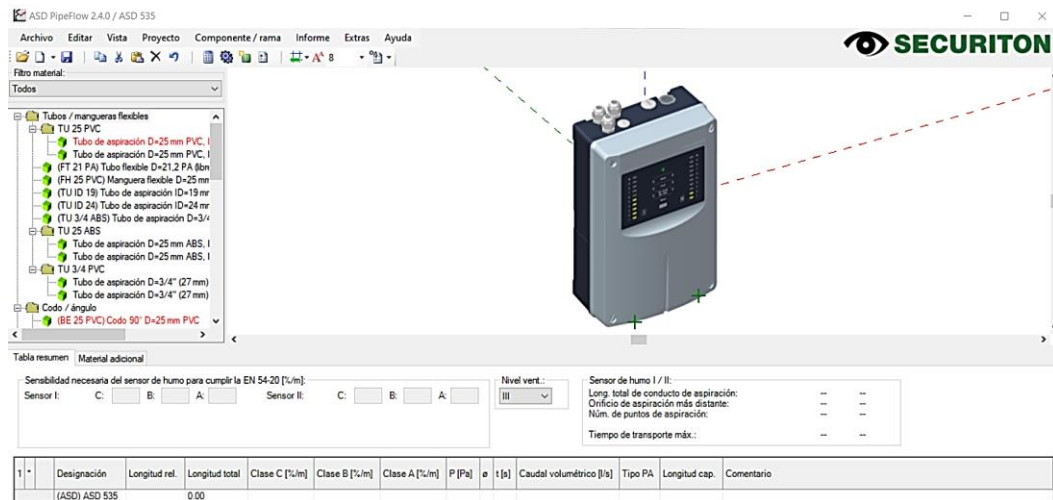


Figura 3.14. Software ASD Pipe Flow

Fuente: Recuperado de <https://www.securiton.com>, Detectores de humos por aspiración SecuriSmoke ASD.

3.4. Dispositivos de Detección de Incendio por Sensor de Flama

3.4.1. Detección de flama

Los sensores de flama, son elementos de monitoreo y control que se encargan de monitorear inicios de llama de un incendio en ambientes externos con presencia de polución, lluvia, viento.

Este tipo de detector tiene una gran variedad de usos entre las áreas de aplicación típicas son grandes almacenes industriales, hangares, instalaciones químicas, refinerías de petróleo, salas de máquinas, barcos de mercancías, centrales eléctricas, plantas de impresión, almacenes de maderas o túneles subterráneos, donde sensores de humo convencionales y aspiración (ASD) no garanticen la detección temprana de incendio de manera confiable.

EL rango de detección de cualquier detector de llama depende de cómo ha sido instalado. Trate de ponerse en la posición del detector y sienta lo que “ve” el detector. El detector debe ubicarse a una altura equivalente al doble del objeto más alto de la zona. Un detector óptico necesita una visión clara y cubrir los objetos y la zona que necesita protección con fácil acceso para poder realizar el mantenimiento periódico. Preste atención a las “zonas muertas”, puede cubrirlas ubicando otro detector en un rincón opuesto. Esto también proporciona un nivel de cobertura redundante si los demás detectores quedan bloqueados. En la Figura 3.15 tenemos las especificaciones del detector 016589 de Bosch.

016589 Detector llama, IR3

www.boschsecurity.com

 **BOSCH**
Innovación para tu vida



- ▶ Sensibilidad de acuerdo con EN 54-10 Clase 1: 0.1 m² a 25 m.
- ▶ Riesgo de falsas alarmas bajo debido a diferentes longitudes de onda IR y a una combinación de filtros y técnicas de procesamiento de señales.
- ▶ Funcionamiento fiable, incluso aunque la lente esté contaminada por una capa de aceite, polvo, vapor de agua o hielo.
- ▶ Tiempo de respuesta seleccionable.
- ▶ Configuración de dos o cuatro cables mediante ajustes del conmutador DIP.

Figura 3.15. *Detector de Flama o Llama*

Fuente: Recuperado de https://resources-boschsecurity-cdn.azureedge.net/public/documents/IR3_Data_sheet_esES_11803977227.pdf. 2019

3.4.2 Zona de protección

Para el diseño de los sistemas de detección de flama de fuego es importante realizar el posicionamiento del sensor de manera que corresponda a la cobertura que indica el fabricante, por lo general el fabricante nos envía en el manual un cono donde el sensor está cubriendo el área de protección, cabe precisar que el tiempo de detección varia con la distancia y el tamaño de la flama. En la Figura 3.16 se muestra el campo de protección detector 016589 de Bosch.

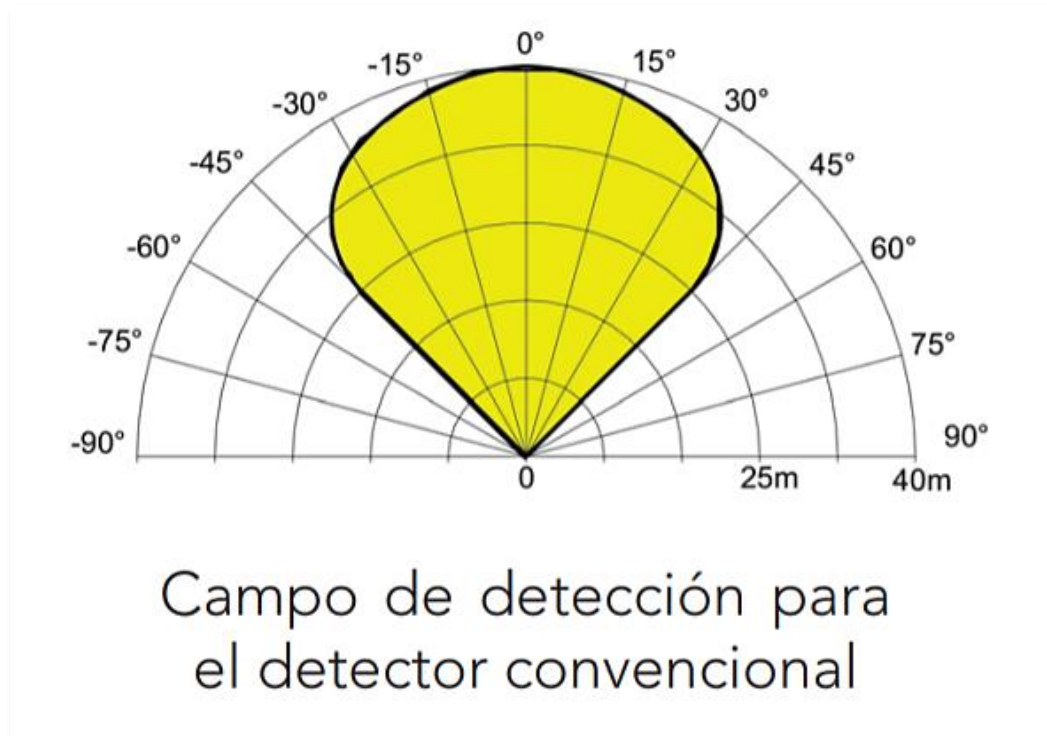


Figura 3.16. *Cono de Visión de Sensor de Flama*

Fuente: Recuperado de https://resources-boschsecurity-cdn.azureedge.net/public/documents/IR3_Data_sheet_esES_11803977227.pdf. 2019

3.5. Subestaciones Eléctricas

3.5.1. Descripción general y causas comunes de incendio

Las subestaciones eléctricas del sistema de bombeo de agua de Quebrada Honda hacia concentradora Toquepala son parte de un sistema eléctrico, cuya función es la de transformar la energía a niveles de tensión adecuados para su distribución y utilización. Este conjunto de equipos controla el flujo de energía y garantiza la seguridad del sistema con la implementación de dispositivos de protección.

Los transformadores de potencia contienen grandes cantidades de aceite mineral para propósitos de aislamiento y enfriamiento. para evitar fallas y minimizar el daño en caso de una falla, están equipados con relés de protección y monitores. Sin embargo,

aproximadamente la mitad de los incidentes de incendio están relacionados con los casquillos, que no están cubiertos por ningún dispositivo de protección. Los bujes están hechos de porcelana rellena con papel impregnado con aceite (OIP). Simplemente no hay manera de conectar equipos de detección en un cuerpo de porcelana de este tipo sin destruir sus propiedades de aislamiento.

Los bujes pueden desarrollar grietas, perder el aceite y prenderse fuego debido al arco eléctrico. Los bujes también pueden perder sus propiedades de aislamiento debido al envejecimiento (ver Figura 3.17), acumular gas y explotar como resultado del arco eléctrico. El resultado es una película de aceite quemado en todo el tanque de aceite del transformador. En tal caso, desconectar el transformador instantáneamente y extinguir el fuego es esencial para salvar el transformador. Esto solo se puede lograr aplicando detectores de llama o calor de respuesta ultra rápida. Por lo tanto, estos detectores son importantes para reducir el daño de un incidente de incendio y, por lo tanto, son muy valiosos para fines de protección de activos.

Si bien la probabilidad de un fallo del transformador debido a una explosión es baja, no puede considerarse insignificante. En el caso de que ocurra un incendio explosivo en un buje, en una caja de cable o dentro del transformador lleno de aceite, existe una alta probabilidad de que se convierta en un desastre grave, causando la pérdida del transformador, la pérdida de suministro y, en el peor de los casos, la pérdida de la vida. Por lo tanto, un incendio es un riesgo grave y la consecuencia entre los operadores de los transformadores de potencia es generalmente alta.



Figura 3.17. *Fugas en Torreta del Buje de Transformador*

Fuente: Recuperado de <https://www.secureweek.com/2019/01/31/deteccion-rapida-de-calor-para-incendios-en-transformadores/>. 2019

La probabilidad de una falla del transformador varía considerablemente entre los tipos de transformadores, pero por lo general está en el rango del 1% por año de servicio del transformador. En la práctica, esto significa que el 3% de todos los transformadores provocará un incendio durante una vida útil de 40 años, es por esta razón por lo que se deben programar mantenimientos preventivos y correctivos en tiempos de operación de los equipos de transformación de energía eléctrica.

Las principales causas de los incendios iniciados por la falla de los bujes OIP son:

- Fuga del 80% (juntas defectuosas).
- Deterioro del aislamiento 13% (envejecimiento).
- Daño mecánico 7% (grietas en el cuerpo de porcelana)

Los bujes con fugas pueden esparcir aceite sobre el cuerpo principal del transformador. Este aceite se evaporará parcialmente y puede ser encendido por el arco creado por un proceso de conmutación. En la Figura 3.18 se muestra el esquema del transformador de potencia y sus componentes.

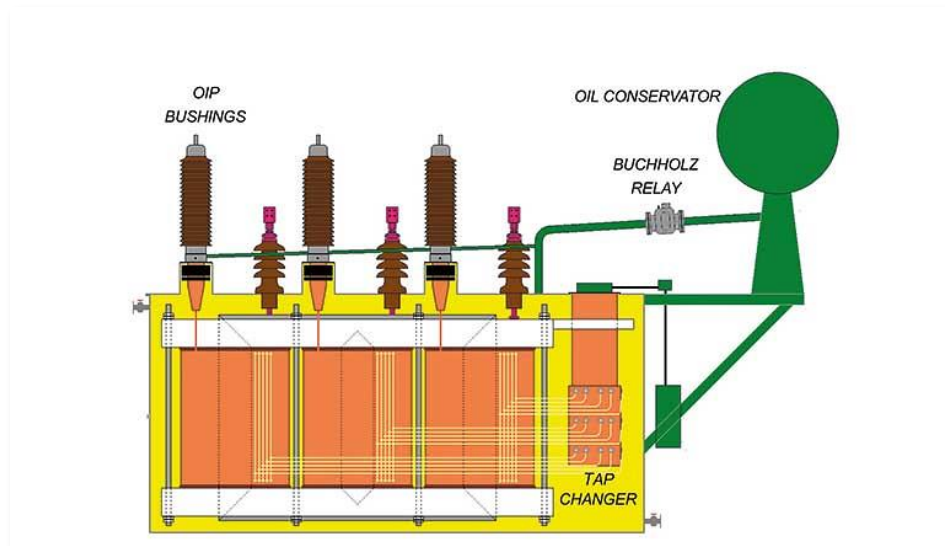


Figura 3.18. Esquema de Transformador de Potencia

Fuente: Recuperado de <https://www.secureweek.com/2019/01/31/deteccion-rapida-de-calor-para-incendios-en-transformadores/>. 2019

Las fallas eléctricas dentro del tanque del transformador y el cambiador de tomas son detectadas por un relé de gas (conocido como el relé Buchholz). Detecta fallas eléctricas en transformadores inmersos en aceite.

La protección Buchholz es un detector de fallas de advertencia temprana rápida y sensible, ya que acumula gases producidos por fallas menores que se elevan desde la ubicación de la falla hasta la parte superior del transformador. Una acumulación de burbujas de gas dentro de la carcasa del relé finalmente activa los relés (interruptores de mercurio).

El relé Buchholz tiene un segundo dispositivo de disparo que consiste en una paleta de pivote. esta paleta activa el apagado del transformador en caso de una fuerte acumulación de presión (típica de fallas importantes) debido a cortocircuitos a tierra o entre fases o devanados. tales fallas producen rápidamente grandes volúmenes de gas y vapor de

aceite, que no pueden escapar. esto establece un flujo rápido de aceite desde el transformador hacia el conservador. La paleta de Buchholz responde a este alto flujo de aceite cerrando un interruptor de mercurio. Tanto el interruptor Buchholz de advertencia temprana para fallas menores como el interruptor de paleta para fallas mayores se pueden usar para liberar agentes de extinción. En la Figura 3.19 se muestra las características y especificaciones de los transformadores instalados en las estaciones de bombeo.

El incendio iniciado por la falla de los bujes OIP tiene un impacto limitado si un agente extintor de incendios se libera instantáneamente. detectar el fuego lo más cerca posible de la zona de ignición es, por lo tanto, imperativo para activar el sistema de extinción. sin embargo, es muy probable que este no sea el caso de los cabezales de rociadores activados con bombilla de calor estándar, ya que estos componentes forman parte de los tubos del extintor, que se colocan a unos pocos metros de distancia alrededor del transformador. En un escenario al aire libre, la lluvia y el viento pueden retrasar la acumulación de suficiente energía calorífica para causar la explosión del dispositivo de iniciación hasta tal punto, que el disparador esté desactivado de hecho.

La misma detección de calor comparativamente lenta se aplica a los detectores de calor tipo punto estándar, que enfrentan desafíos adicionales, como el rango de temperatura de operación (día, noche, invierno, verano), cambios de humedad (lluvia, nieve, niebla), rayos, polvo, suciedad.

Un sistema de pulverización de agua (a menudo una mezcla de agua y espuma) usualmente involucra detectores accionados por calor que operan una válvula de inundación mecánica automática que suministra el agente de extinción a las boquillas de pulverización. en forma general, una subestación está compuesta de un número

determinado de circuitos de entrada y salida, cada uno de estos conectados a su respectivo punto común denominado barraje, tiene también equipos de alta y media tensión como son, el transformador de potencia, seccionadores, pararrayos, sistemas de control, sistemas de protección, comunicaciones y servicios auxiliares.

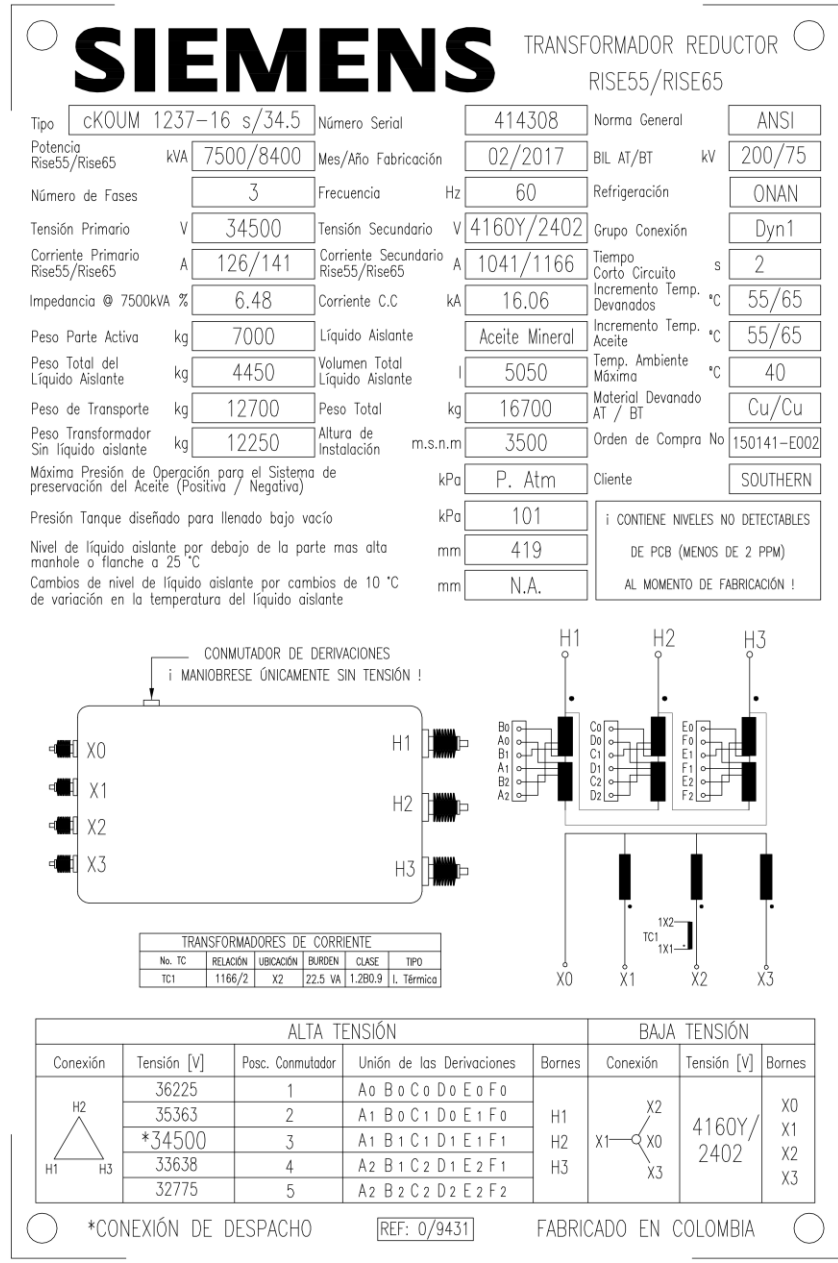


Figura 3.19. Hoja de Datos de Transformador de Potencia

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

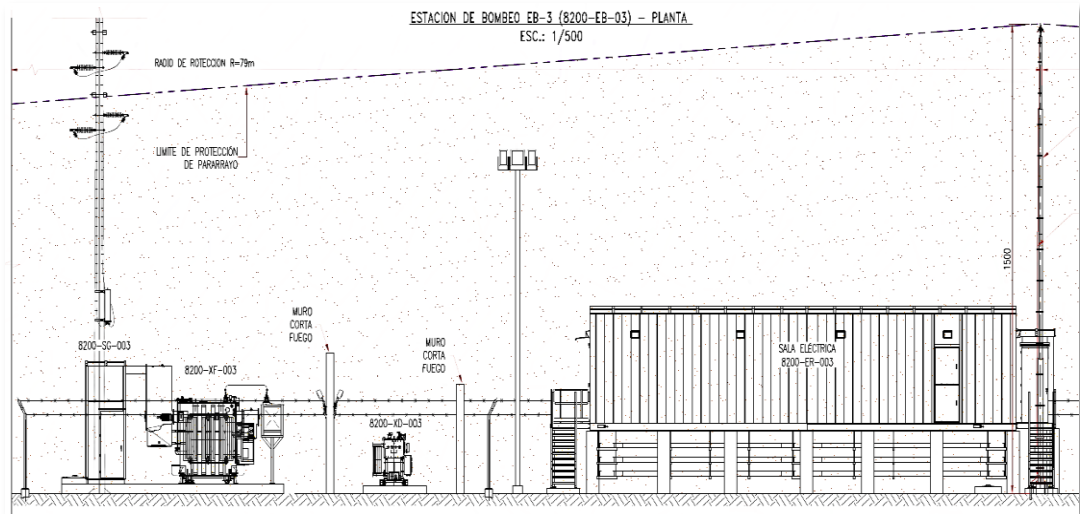


Figura 3.20. *Subestación y Sala Eléctrica EB-01*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

Estas subestaciones son las que reciben la tensión de la transmisión en 34.5 KV transformándola en tensiones de 4.16 KV, que permite entregar el servicio de energía eléctrica para los motores de las bombas de recuperación de agua en la Figura 3.20 se muestra la ubicación de la sala y transformadores eléctricos a la intemperie.

3.5.2. Celda de media tensión aislada en gas

Las subestaciones eléctricas aisladas en gas usan SF6, este fluido para el aislamiento eléctrico de sus distintos componentes maniobra, medición, barra de media tensión. todas las EB-01, EB-02, EB-03 y EB-04 cuentan con celdas de media tensión para la conexión y protección del transformador de 7.5 MVA a la tensión de 34.5 KV. En la Figura 3.21 tenemos el diagrama unifilar del equipamiento que se encuentra en las celdas GIS.

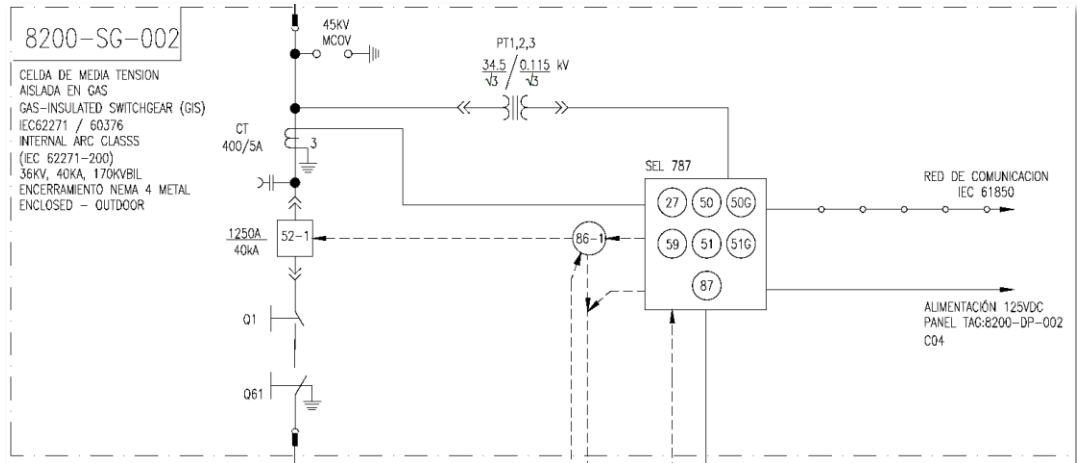


Figura 3.21. Celda de Media Tensión Aislada en Gas (GIS)

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

3.5.3. Transformador eléctrico

Es el transformador diseñado para suministrar la tensión adecuada a los equipos, motores eléctricos, dispositivos de medición, auxiliares, comunicación, etc.

En la Figura 3.22 tenemos las especificaciones y características eléctricas del transformador de las estaciones de bombeo.

Los transformadores tienen como funciones:

- Aislar los equipos de baja tensión con los circuitos de alta tensión.
- Adaptar las tensiones elevadas a valores compatibles con los que trabajan los instrumentos de medición y los relés de protección.
- Proveer aislación a los instrumentos de medición y relés de protección con respecto a la alta tensión del circuito de potencia.

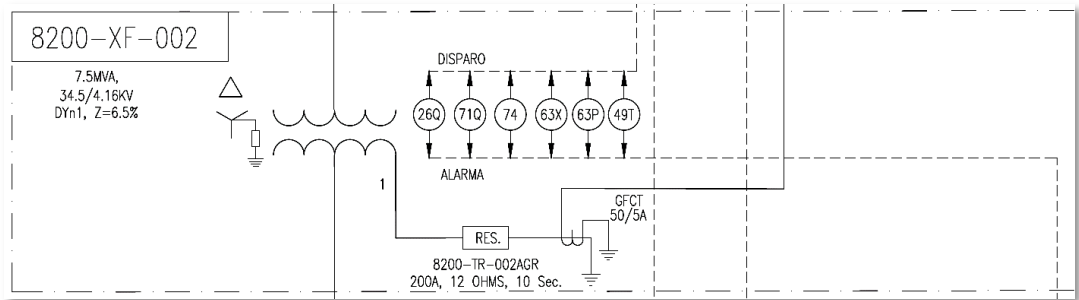


Figura 3.22. Diagrama de Transformador 34.5/4.16 KV de 7.5 MVA

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

3.5.4. Centro de control de motores media tensión

Los CCM (Centro de Control de Motores), se encuentran ubicados en las salas eléctricas de las estaciones de bombeo, su función es controlar los motores de las bombas de recuperación de agua. Están implementados por variadores de frecuencia de media tensión. Aunque son compactas y silenciosas, los variadores de media tensión tienen la potencia necesaria para mantener las operaciones en marcha de manera segura y eficiente, las posibles causas de incendio en estos equipos son fallas en dispositivos de protección que no respondan adecuadamente en caso se tuviera alguna falla en el motor. También puede ser causa de incendio prácticas inadecuadas en los dispositivos. En la Figura 3.23 se observa los CCM de los motores de bombeo para la recuperación de agua de Quebrada Honda a Concentradora Toquepala.



Figura 3.23. *Centro de Control de Motores*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

3.5.5 Salas eléctricas

Las salas eléctricas se emplean como subestaciones transportables para distribuir la energía eléctrica en media tensión y baja tensión; en lugares donde no es conveniente instalar subestaciones de obra civil como minas de tajo abierto, refinerías, instalaciones con ambientes con alto contenido de contaminación ambiental. En la Figura 3.24 tenemos una sala eléctrica ABB.



Figura 3.24. *Sala Eléctrica*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

Las salas eléctricas se construyen completamente equipadas en fábrica, preparadas para instalarlas sobre columnas de concreto o bases de concreto, facilitando una rápida puesta en servicio.

Su construcción se efectúa cumpliendo las normas ANSI/NEMA/IEEE.

Base de perfiles y canales de fierro estructural, cubierto con planchas de fierro de alta resistencia para posibilitar el desplazamiento de cargas pesadas en el interior de la sala eléctrica. el piso queda preparado para el anclaje de celdas de media tensión y tableros de baja tensión y cualquier otro equipamiento necesario; así como también permite el paso de los cables de fuerza y control hacia el exterior de la sala eléctrica.

Las paredes y techo disponen de aislamiento térmico y acústico y están construidas con planchas de fierro con dobleces para resistir los altos esfuerzos producidos durante el transporte, instalación y operación.

El equipamiento típico considerado en la mayoría de las salas eléctricas es:

- Celdas de media tensión.
- Tableros de fuerza de baja tensión.
- Bancos de baterías y rectificador-cargador.
- Tableros de control, PLCs, computadoras de sistemas SCADA.
- Transformadores de distribución.
- Sistema de iluminación interior
- Sistemas de iluminación exterior.
- Canaletas, tuberías conduit y cableado de fuerza y control.
- Sistema de aire acondicionado con o sin presión positiva.
- Equipos de protección personal y de maniobras.

Todas las partes metálicas disponen de conexión a tierra y la base de la sala eléctrica dispone de varios puntos para su conexión al sistema de puesta a tierra exterior.

Capítulo 4

Implementación del Sistema de Detección y Alarma de Incendios en Subestaciones y Salas Eléctricas

4.1. Sistemas de Detección y Alarma de Incendios

4.1.1. Descripción del sistema de detección y alarma de incendio

El objetivo es describir las características del sistema de detección y alarma de incendio propuesto e implementado para la protección de las áreas conformadas por las salas y subestaciones eléctricas pertenecientes a las estaciones de bombeo para la recuperación de agua Quebrada Honda a la concentradora de la mina Toquepala, de propiedad de Southern Peru Copper Corporation (SPCC).

Los requerimientos mínimos del sistema de protección contra incendio se basan en el estudio de análisis de riesgo presentado para estas áreas, en abril 2018 (ver Anexo E “Estudio de Análisis de Riesgo”), así como en las normas de la legislación nacional y normas internacionales como la NFPA 551 “Guía para la Evaluación de Valoraciones de Riesgos de Incendio” (Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments. 2019).

El objetivo del sistema contra incendios es otorgar un grado de protección a la vida como primera prioridad y a la propiedad como segundo objetivo para las áreas involucradas en este alcance. Se implementó detección en salas eléctricas por detectores de humo ópticos y detectores de humo por aspiración para un menor tiempo de respuesta formando así un sistema respaldo para un servicio de mayor confiabilidad. En los transformadores eléctricos se diseñó con sensores de flama que son los adecuados para la protección de incendios en áreas exteriores.

Las salas y subestaciones eléctricas se encuentran separadas como se muestra:

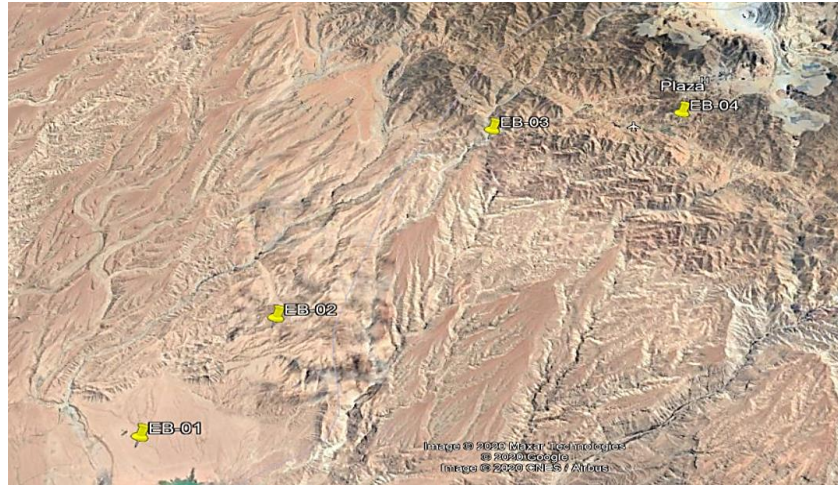


Figura 4.1. *Ubicación de Salas y Subestaciones Eléctricas*

Fuente: Recuperado de Google maps, 2019

Por tanto, se monitorean desde un Centro Integrado de Operaciones ubicado tanto en Quebrada Honda como en concentradora Toquepala, las estaciones de bombeo no disponen la presencia de operadores de forma continua. Por tanto, es necesario el monitoreo de las centrales de detección y alarma de incendio, las distancias entre estaciones de bombeo y la presencia no continua de operadores, hace necesaria el monitoreo constante desde CIO (ver Figura 4.1). El sistema de detección y alarma de incendio necesariamente se comunica por medio de fibra óptica que pasan por las estaciones de bombeo y llegan al Centro Integrado de Operaciones pudiendo realizar los reportes de los incidentes que ocurren en la totalidad de las subestaciones eléctricas pertenecientes a las estaciones de bombeo continuamente.

4.1.2. Descripción del sistema de integración a la red Notifier

Para cumplir con las comunicaciones continuamente se desarrolló una arquitectura de red Notifier con la capacidad de reportar la información en el tiempo que establece la norma NFPA 72 (Capítulo 26 Sistemas de alarma de estación de supervisión).

Implementando la arquitectura de la red Notifier se pueden comunicar los paneles independientes en cada estación de bombeo a un anunciador de red NCA-2 de la siguiente manera la conexión que se desarrolla es del estilo N° 7 con realimentación para no dejar fuera de servicio todo el sistema si fallase algún panel de incendio. En la Figura 4.2 se puede observar la arquitectura de red en estilo 7 en las estaciones de bombeo por la distancia que se encuentran.

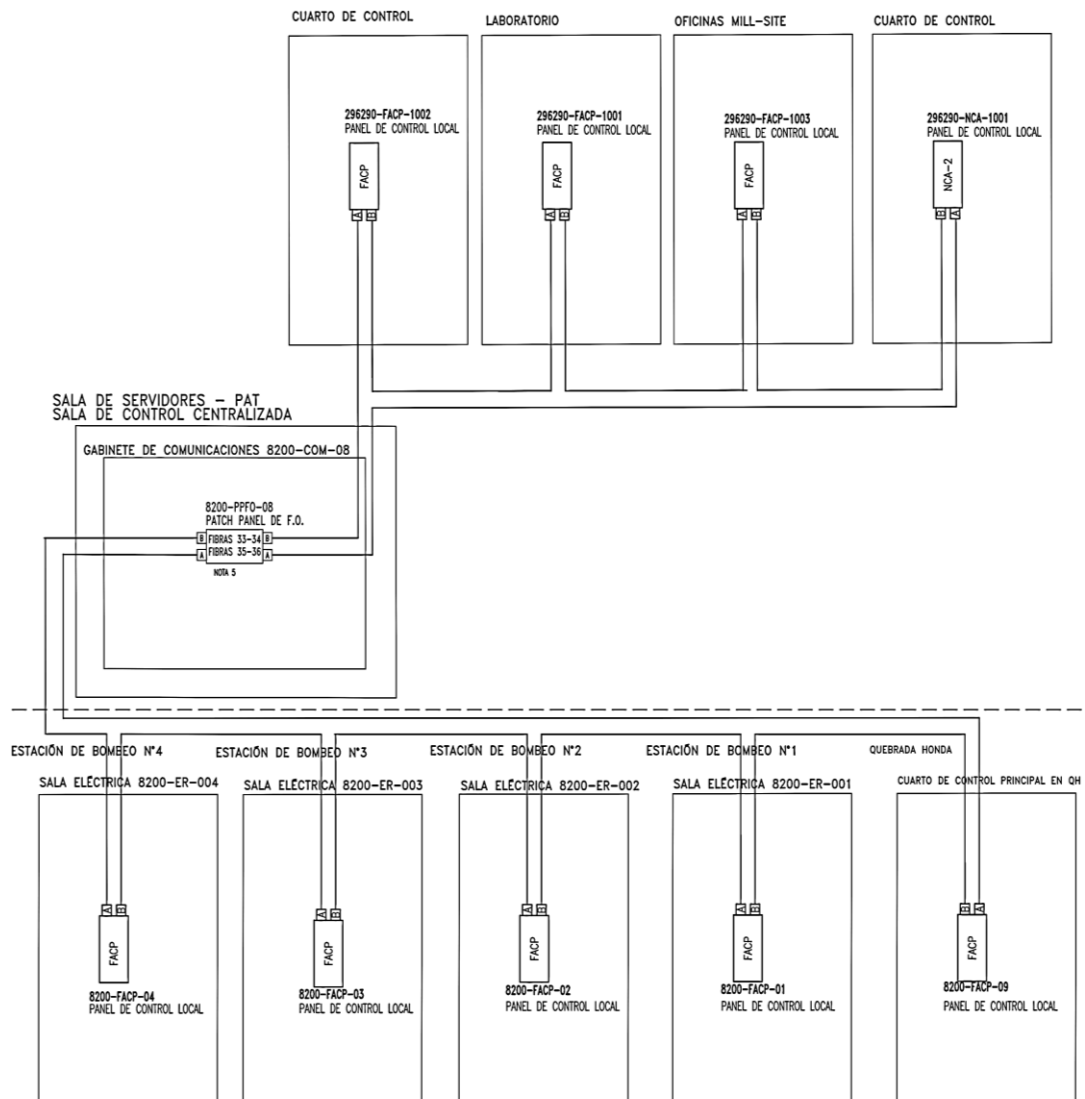


Figura 4.2. Arquitectura de Red del Sistema de Detección y Alarma

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019. Nota para mayor detalle ver Anexo A.5

El proceso de integración de los paneles de detección y alarma de las salas y subestaciones eléctricas al Centro Integrado de Operaciones se realiza de manera que el panel NFS-320 que es modular dispone de una tarjeta NCM-F que adapta la comunicación de paneles por fibra óptica, es por medio de estas tarjetas y la conversión de señales eléctricas a señales de luz por fibra óptica que se transmite la información a los centros de operaciones. El anunciador de red NCA está implementado para notificar las señales de todos los paneles en conexión a este equipo, reportando de manera conjunta las señales de alarma y monitoreo del sistema ubicado en el Centro Integrado de Operaciones.

Para lograr integrar las señales al DCS-SCADA del centro de operaciones se necesita las tarjetas UDACT e IPDACT que tiene la función de hacer un puente conversor en la red del sistema de detección y alarma de incendios y la red SPCC (ver Anexo 02) , para poder lograr la visualización de señales en el monitor de computadora es necesario tener un visualizador de alarmas que es un equipo que reporta todos las señales de monitoreo y alarma del sistema de detección y alarma de las estaciones de bombeo pertenecientes al sistema de recuperación de agua de Quebrada Honda a concentradora Toquepala (ver Figura 4.3).

Teniendo un software especializado y el apoyo de un programador se realizan todas las configuraciones de los paneles de detección de incendio conectados.

SPCC proporciona y habilita puertos en su red para realizar las conexiones necesarias en la red SPCC, conectando el visualizador de alarmas se logra observar las señales en el monitor de la computadora del sistema de detección y alarma de incendio.

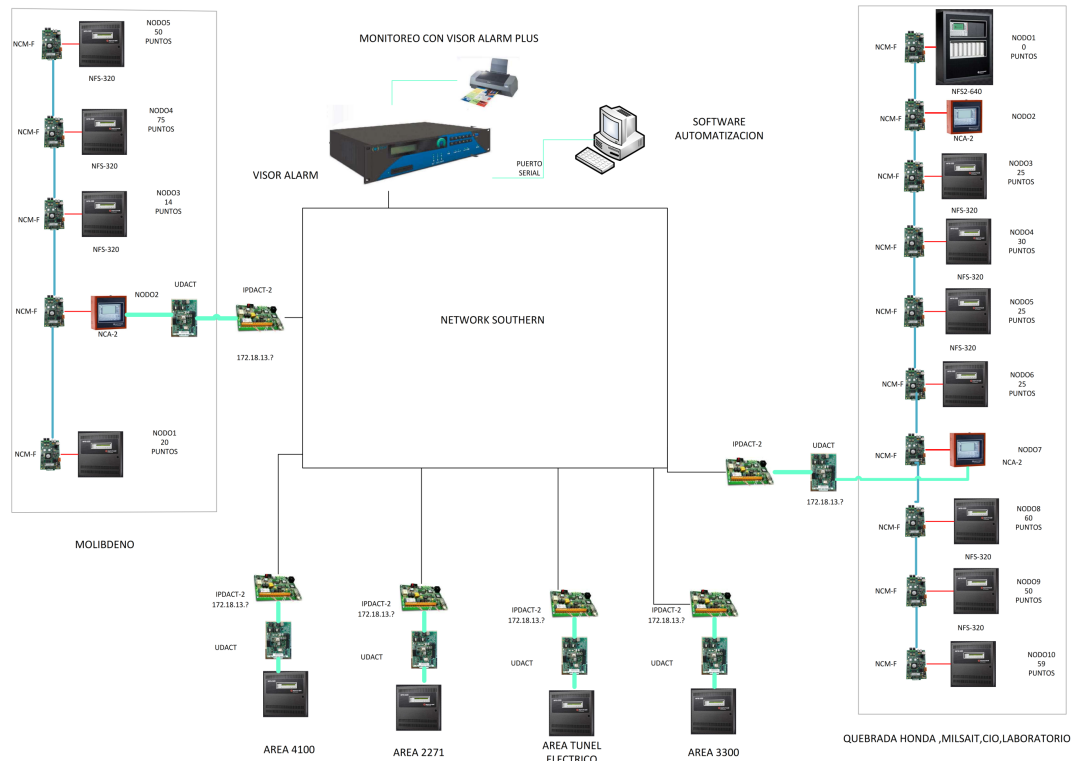


Figura 4.3. Red de Sistema de Detección de Incendio Conectado a la Red SPCC

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019. Nota figura a mayor claridad en Anexo B.2

La tensión de alimentación de los paneles tendrá una tensión de entrada de 120 voltios alterna que vienen de la tensión estabilizada de los UPS ubicados en cada sala eléctrica teniendo un respaldo las baterías del UPS y las baterías propias del panel de alarma NFS 320.

Se utilizarán fuentes de poder NAC para interconectar, alimentar y controlar los dispositivos sonoros y visuales de alarma de incendios que se ubicarán en las distintas áreas del proyecto.

Las estaciones de bombeo en general contarán con sirenas estroboscópicas, estaciones manuales de alarma de incendios ubicadas por áreas o en vías de evacuación. el recorrido de un ocupante para llegar a una estación manual de alarma no deberá exceder

de los 60 metros. La ubicación de las estaciones será de manera adosada a las paredes o a estructuras de metal, a una altura entre 1.10 y 1.40 metros sobre el nivel del piso terminado según norma NFPA 72.

En general, la notificación sonora y visual de alarma de incendios en las diferentes áreas se basará en estrobos, sirenas de altos tonos y sirenas estroboscópicas según sea el nivel de ruido base del área. en algunos casos donde haya alto contenido de polvo en el ambiente se ha considerado la colocación de estrobos de altas candelas, los están normados en la NFPA 72, sirven como ayuda visual para distinguir una alarma en áreas de alto contenido de polvo. En la Figura 4.4 tenemos el diagrama unifilar del sistema de detección y alarma de incendio en la EB-01

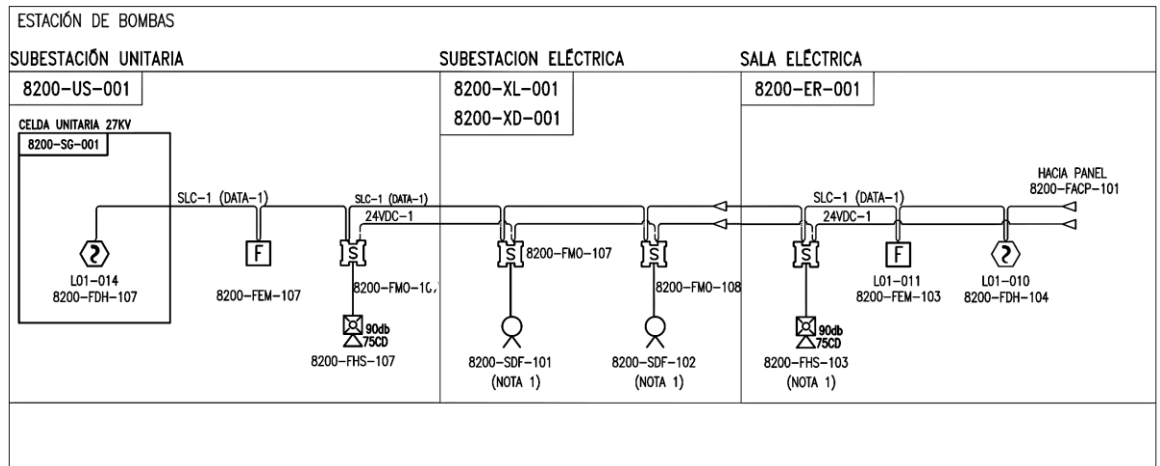


Figura 4.4. Diagrama Unifilar del Sistema de Detección y Alarma de Incendio en EB-01
Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

4.1.3. Selección de la central alarma para salas y subestaciones eléctricas

En la elección de las centrales de alarma para las estaciones de bombeo deben de cumplir con las siguientes consideraciones:

- Las estaciones de bombeo se encuentran separadas a lo largo de las tuberías de recuperación de agua ilustradas en la Figura 2.1. Las centrales FACP deben tener la posibilidad de integrar un adaptador conversor de señal eléctrica a fibra óptica (modulo NCM) para transmitir la señal al anunciador de red NCA que está ubicado en Centro Integrado de Operaciones, Toquepala (CIO) y en sala de control ubicado en Quebrada Honda.
- Se requiere que las señales de los dispositivos iniciadores de alarma y monitoreo sean independientes según su ubicación en salas y subestaciones eléctricas. Los dispositivos como sensores de humo, flama, temperatura y módulos de control deben ser específicos en su ubicación e identificación al enviar de señal de alarma y monitoreo a la central de alarma.
- Las centrales FACP deben de realizar control y monitoreo sobre los dispositivos que realicen función de extinción de incendios.
- Las centrales FACP deben de ser compatibles con un anunciador de red para el monitoreo y control de todos las centrales de detección y alarma instalados en cada una de las instalaciones de las estaciones de bombeo.

Para el análisis técnico realizaremos un cuadro comparativo de las centrales de detección y alarma de incendio convencional, direccionable, direccionable analógico para verificar cuál de estas opciones es viable técnicamente para su implementación en salas y subestaciones eléctricas pertenecientes a las cuatro estaciones de bombeo, tomaremos como referencias los puntos mencionados anteriormente en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1.*Selección de Central de Detección y Alarma de Incendio*

Factor de relevancia	Central convencional	Central direccionable	Central direccionable análogo
Transmite o integra un adaptador de señal por fibra óptica.	Cumple	Cumple	Cumple
Los dispositivos son programados independientemente.	No cumple	Cumple	Cumple
Realizan control sobre los dispositivos que realicen función de extinción de incendio.	No cumple	Cumple	Cumple
Deben ser compatibles con un anunciador de red NCA.	Cumple	Cumple	Cumple
Valoración	No recomendado	Recomendado	Recomendado

Nota. En esta tabla se realiza una comparativa entre las alternativas de central detección y alarma de incendio para las estaciones de bombeo. Fuente de elaboración propia.

El análisis económico de las propuestas se realiza con las opciones que técnicamente son adecuadas, entre las opciones adecuadas tenemos central de detección y alarma direccionable y central de detección y alarma direccionable análogo.

Para selección de central de detección y alarma de incendio entre ambas opciones, debemos de tener en cuenta las recomendaciones del fabricante, el fabricante recomienda implementar centrales de detección y alarma analógicas de incendios en cintas transportadoras, túneles, lugares extensos donde se necesite saber la ubicación exacta del

conato de incendio. Además de cumplir con los requerimientos de una central direccionable, son por estas razones que su costo es mayor.

En las salas y subestaciones eléctricas no amerita el uso de una central de detección y alarma analógica por no ser extensos. Entonces se elige la opción de la central de detección y alarma de incendios direccionable, esta opción se adapta a las necesidades que se requieren en las estaciones de bombeo, su costo es menor que la opción de central direccionable analógica.

Dentro de las opciones de fabricantes se elige Notifier por ser un proveedor que cumple con las especificaciones y estándares de la norma NFPA 72, cumple con los requisitos necesarios descritos en la Tabla 4.1.

4.1.4. Implementación de paneles de detección y alarma de incendio

Los paneles que se instalaron son Notifier NFS-320 listadas por la UL. En todas las estaciones de bombeo y un anunciador de red NCA-2 en el centro integrado de operaciones de la mina Toquepala. La instalación de los FACP se tiene que realizar en ambientes donde se pueda observar fácilmente y con frecuencia, generalmente es ubicado estaciones de control y monitoreo de accesos de edificios, en la industria se ubica en ambientes donde un operador de seguridad este permanente, a una altura adecuada para su visualización, si el FACP tiene dimensiones mayores se debe de ubicar a una altura no mayor a 1.80 metros en el extremo más elevado del panel según el CNE - Utilización, en la Figura 4.5 se muestra una panel instalado 1.50 metros de altura al eje del FACP.



Figura 4.5. *Instalación de FACP Notifier NFS 320*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

Antes de la instalación los paneles NFS 320 de Notifier es necesario tener el manual de las especificaciones y características del FACP (ver tabla 4.2) se realizaron las pruebas de operatividad correspondientes, verificando que todas sus funciones estén operativas, es importante que el conexionado de los paneles lo realice un personal capacitado ya que es un equipo de alto valor económico para el proyecto. Los conductores que llegan al panel deben de tener las pruebas aislamiento y continuidad correspondientes además deben de contar con la identificación tanto en el inicio como en el final del conductor (ver Figura 4.6). La alimentación primaria del panel es 120 voltios en corriente alterna, conexionado al tablero de servicios esenciales que esta alimentado desde de un equipo de alimentación ininterrumpida UPS. La alimentación secundaria se realiza mediante baterías instaladas y

calculadas cumpliendo con la norma NFPA 72. En el proceso de conexión a la alimentación primaria 120 voltios alterna se deben gestionar los permisos y autorizaciones correspondientes del área encargado del mantenimiento y operaciones de la mina Toquepala, además de contar con los protocolos y documentos exigidos por el departamento de seguridad y salud ocupacional. Las contingencias que se generan luego de una mala maniobra y/o mala gestión de autorizaciones pueden ocasionar pérdidas en seguridad personal y pérdidas económicas dependiendo de la falla ocasionada.



Figura 4.6. Identificación de Conductores FACP Notifier NFS 320

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

Los paneles NFS 320 Notifier tienen las siguientes características destacadas mostradas en la Tabla4.2:

Tabla 4.2.*Parámetros del Panel Notifier NFS 320*

Características	Especificaciones
Totalmente programable.	Circuitos de línea de señalización (SLC).
Diseño de chasis extraíble para una fácil instalación y servicio.	Dispositivos inteligentes: 318: (159 detectores / 159 módulos).
Conexión directa a NOTIFIER FirstCommand™ Sistema de comunicaciones de emergencia. Conectable en red con NOTI-FIRE-NET y ONYXWorks compatible hasta con 200 nodos.	Circuitos del dispositivo de notificación (NAC): 4 (incorporado): 1.5 amperios. Evacuación de voz disponible: Sí, integración directa con FirstCommand 50/100.
Comunicador IP o GSM opcional Listados: Liberación, Notificación masiva, Certificación sísmica, Marina aprobada.	Potencia: 6 amperios de potencia total del sistema Compatible con anunciadores LCD
Incluido en la lista de la norma UL 864	NOTI-FIRE-NET o de alta velocidad NOTI-FIRE-NET

Fuente: Hoja de datos NFS-320 Notifier.

El anunciador de red NCA-2 (ver Figura 4.7) tiene la función mostrar avisos de monitoreo, falla, avería y alarma de los paneles que estén conectados a la red NOTI-FIRE-NET, admite hasta 32 nodos remotos.

Cuando se tiene grandes distancias entre paneles a integrar a una red es necesario usar los módulos o tarjetas NCM-F (módulos para fibra óptica).



Figura 4.7. Anunciador de Red NCA-2

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019.

Para cumplir con la norma NFPA 72 para sistemas de comunicación y aviso de supervisión y alarmas, con un máximo de 90 segundos para avisos alarmas y 4 minutos para avisos de supervisión, en la Figura 4.8 se muestra la topología de red que pueden desarrollar con los módulos NCM.

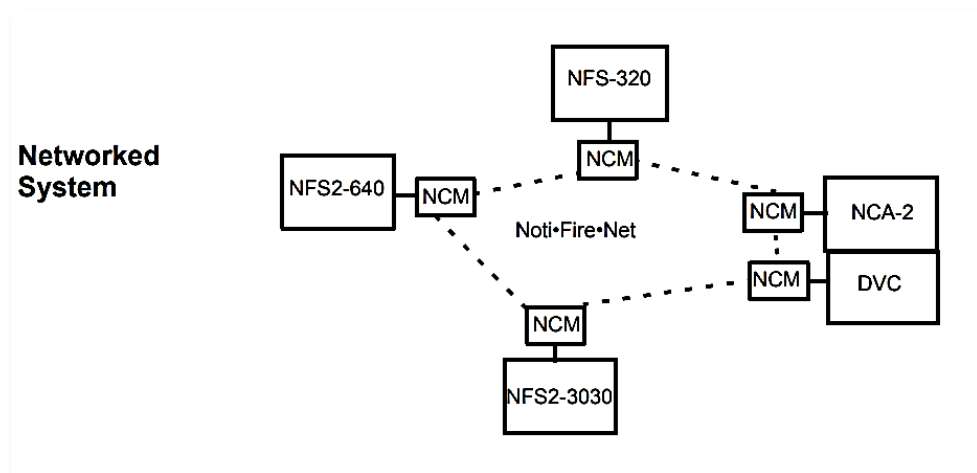


Figura 4.8. Topología de Red con Tarjetas NCM

Fuente: Recuperado de <https://www.notifier.es/>, “NCM-W, NCM-F”.

4.1.5. Implementación de detectores de humo puntuales en salas eléctricas

El cálculo realizado para la cantidad de sensores de humo debe de ser complementado con el diseñador especialista certificado por el organismo competente, quien recomendará la cantidad de sensores de humo adecuado para las salas eléctricas.

para que el detector de humo realice su función debe reconocerse la ruta que recorre el humo desde el punto de origen hasta el detector.

Según la norma NFPA 72 en el punto 17.7.3.2.3.1*(1) para sensores de humo el espaciamiento nominal no debe exceder 30 pies (9.1 metros) y debe de haber detectores a la mitad del espacio nominal.

Los procedimientos de espaciamiento nominal entre sensores de humo deben cumplir con el rango de altura menores iguales a 3 metros. Todos los puntos sobre el cielorraso deben tener un detector dentro de una distancia equivalente a o menor de 0.7 veces el espaciamiento de 30 pies (9.1 m) nominal. mayores a la altura se deben realizar estudios adicionales que comprenderán la implicancia del ambiente a instalarse los sensores de humo.

En la norma NFPA 72 en el acápite 17.6.3.5.1 para el criterio de diseño para sensores de calor según la altura se deben tener en cuenta el factor de reducción de la Tabla 4.3.

La zona de cobertura de los sensores puntuales está definida por la Tabla 4.4 donde se observa el acomodo de la cobertura que pueden llegar a tener según el espacio listado en sus especificaciones, en la instalación de los sensores de humo en las salas eléctrica se usa las recomendaciones listadas en la hoja de especificaciones del sensor FSP-851 de Notifier (ver Figura 4.9).

Tabla 4.3.

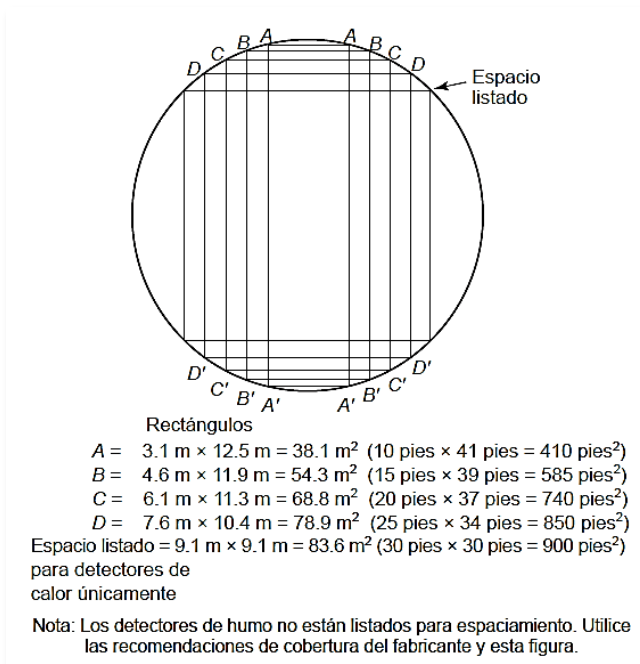
Reducción del Esparcimiento según la Altura del Cielorraso

Tabla 17.6.3.5.1 Reducción del espaciamiento de los detectores de calor según la altura del cielorraso				
Altura del cielorraso mayor de (>)		Hasta e inclusive		Multiplicar espaciamiento listado por
En pies	En m	En pies	En m	
0	0	10	3.0	1.00
10	3.0	12	3.7	0.91
12	3.7	14	4.3	0.84
14	4.3	16	4.9	0.77
16	4.9	18	5.5	0.71
18	5.5	20	6.1	0.64
20	6.1	22	6.7	0.58
22	6.7	24	7.3	0.52
24	7.3	26	7.9	0.46
26	7.9	28	8.5	0.40
28	8.5	30	9.1	0.34

Fuente: NFPA 72 - código nacional de alarmas de incendio y señalización.

Tabla 4.4.

Zona de Cobertura de Detectores Puntuales



Fuente: NFPA 72 - código nacional de alarmas de incendio y señalización.

ESPACIADO Y APLICACIONES DEL DETECTOR

Notifier recomienda espaciar los detectores en cumplimiento con la NFPA 72. En aplicaciones con flujo de aire bajo con cielorraso liso, separe los detectores unos 30 pies (9,144 m) para alturas de cielorraso de 10 pies (3,148 m) y superiores. Para obtener información específica acerca del espaciado, la ubicación y las aplicaciones especiales de los detectores consulte la NFPA 72. La Guía de aplicaciones de detectores de humo del sistema, documento A05-1003, está disponible en systemsensor.com

Figura 4.9 Recomendaciones del Detector de Humo según Fabricante Notifier

Fuente: Recuperado de <https://www.notifier.es/>, manual de detector de humo FSP-851.

Teniendo las dimensiones de las salas eléctricas en la Figura 4.10 y Figura 4.11 podemos calcular la cantidad de sensores de humo necesarios la detección de incendio adecuado.

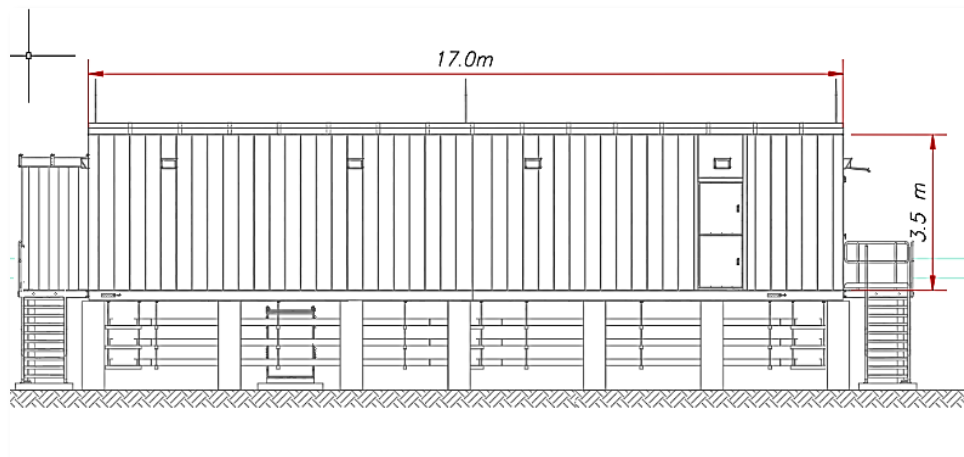


Figura 4.10. Dimensiones de Sala Eléctrica

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

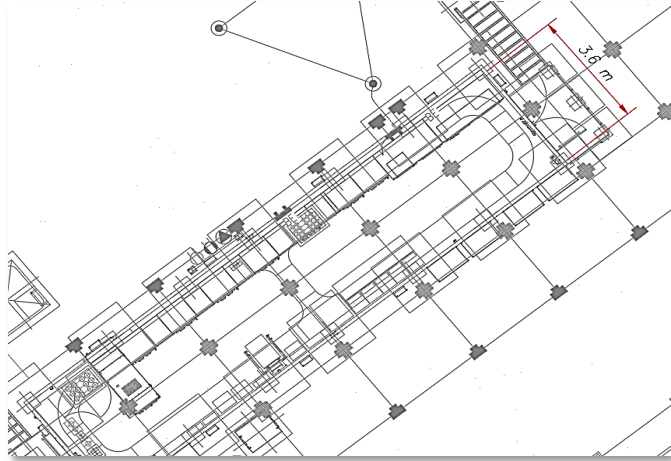


Figura 4.11. Dimensiones de Sala Eléctrica

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019.

$$N^{\circ} \text{ de sensores mínimo} = \frac{\text{Area de la sala}}{(\text{Area de sensor}) \times (\% \text{ de reducción por altura}) \times 0.7}$$

$$\text{Area de la sala} = 3.6 \text{ m} \times 17.0 \text{ m}$$

$$\text{Area de la sala} = 61.2 \text{ m}^2$$

$$\text{Area de sensor} = \text{se obtiene de Tabla 4.4} = 54.3 \text{ m}^2$$

$$\% \text{ de reducción por altura} = \text{se obtiene de la Tabla 4.3} = 0.91$$

$$0.7 \text{ se obtiene en Ref. a la Norma NFPA 72 17.7.3.2.3.1 * (1)}$$

$$N^{\circ} \text{ de sensores mínimo} = \left(\frac{61.2 \text{ m}^2}{54.3 \text{ m}^2 \times 0.91 \times 0.7} \right)$$

$$N^{\circ} \text{ de sensores mínimo} = 1.76 \text{ unidades}$$

$$N^{\circ} \text{ de sensores mínimo} = 2 \text{ sensores de humo}$$

La recomendación y diseño del especialista certificado por la NFPA 72 indica que, por la forma y disposición de los equipos en el interior de la sala eléctrica, además de la presencia de ventilación forzada se duplicara la cantidad de sensores instalados.

$$N^{\circ} \text{ de sensores aplicado por el diseñador} = 4 \text{ sensores de humo}$$

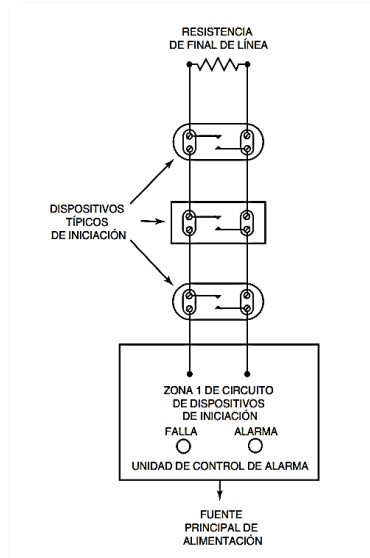


Figura 4.13. *Circuito Conexionado en Estilo B*

Fuente: Recuperado de <https://www.notifier.es>.

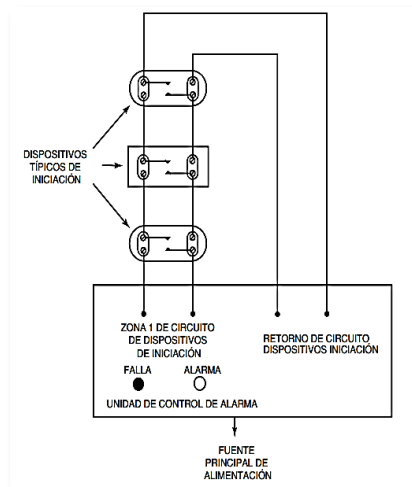


Figura 4.14. *Circuito Conexionado en Estilo D*

Fuente: Recuperado de <https://www.notifier.es>.

Para el proyecto se utilizó el circuito estilo B (ver Figura 4.13), tiene 2 cables por circuito, pudiendo diferenciar entre un cortocircuito, una apertura de circuito (condición de falla) y estados de alarma. Este circuito se supervisa haciendo circular una corriente baja e

instalando una resistencia en el extremo de línea, una apertura de circuito en estilo B anula eléctricamente todos los dispositivos conectados.

El estilo D, tienen 4 conductores por circuito, pudiendo diferenciar entre cortocircuitos y aperturas de circuitos, la supervisión de alimentación eléctrica se efectúa mediante la medición de corriente y una resistencia de final de línea que se encuentra en el panel.

Un estilo D debe originarse en el panel de control y debe retornar al panel de control, por lo cual en el panel habrá cuatro conductores por circuito, y además el panel debe estar preparado y equipado específicamente para circuitos estilo D. Los conductores adicionales que en este caso se requieren, permiten al panel supervisar el circuito de iniciación de señal desde ambos lados del mismo en caso de que se produjera una apertura del circuito. Así, todos los dispositivos pueden seguir respondiendo en caso de una condición de alarma, aunque exista una apertura de circuito o un cortocircuito a tierra en uno de los conductores.

4.1.6. Implementación de detectores de humo por aspiración en salas eléctricas

Detector que consiste en una red de distribución de tuberías que se extiende desde el detector hasta el/las áreas(s) a ser protegidas. Un ventilador de aspiración en la caja del detector toma aire del área protegida y lo lleva al detector a través de puertos y tuberías de muestreo de aire. En el detector, el aire es analizado para verificar si existen productos de incendio.

El Securiras ASD 532 es el adecuado para las salas eléctricas pequeñas y medianas ya que puede cubrir un área de 1280 metros cuadrados además tiene la opción de monitoreo

continuo en red lo que garantiza su funcionabilidad. El detector ASD 532, cuenta con un conducto de aspiración y un ventilador más compacto. La vigilancia complementaria con el ASD 532 es muy sencilla, pues la configuración y el mantenimiento de los detectores se llevan a cabo fácilmente del mismo modo.

En la Tabla 4.4 tenemos la clasificación de los sensores de humo por aspiración según la norma EN-54 sobre la detección de incendios de manera temprana. Los sensores ASD 532, se encuentran dentro de la categoría A y B de sensibilidad. En la Tabla 4.5 tenemos las especificaciones de la gama de sensores de humo por aspiración Securiras ASD.

Tabla 4.5.

Clasificación Sensores de Humo por Aspiración según Sensibilidad

Categoría	A	B	C
Sensibilidad DHA	Clase A	Clase B	Clase C
Definición	Humo no visible debido a su escasa proporción o a una elevada disolución en grandes volúmenes de aire.	Humo visible pero en proporción insuficiente para ser detectado por otras tecnologías.	Humo visible y en proporción suficiente para ser detectable por otras tecnologías.
Aplicación	Detección precoz en grandes espacios abiertos o áreas hiperventiladas	Detección precoz en espacios reducidos. Detección de incendios estándar en ambientes con necesidad de compensación de sensibilidad debida al uso de dispositivos de acondicionamiento de muestras en ambientes hostiles o a su altura.	Detección de incendios estándar.

Fuente: Código practico 2º edición - asociación española de sociedades de protección contra incendios. 2018.

Tabla 4.6.*Detectores de Humo por Aspiración Securiras ASD*

Los detectores de humos por aspiración SecuriRAS ASD.				
Modelo	ASD 535	ASD 533	ASD 532	ASD 531
Canales	1/2	1	1	1
Sensor de humo	Sensor de humo de alta sensibilidad con HighPower LED, cámara de humo LVSC y filtro antipolvo patentado			
Superficie vigilada	5760 m ²	1920 m ²	1280 m ²	720 m ²
Integración directa en el sistema de detección de incendios SecuriFire	Sí, con módulo XLM-35 (alarma, preseñales, fallos, conmutación de sensibilidad día-noche, reset, etc.)			
Indicación del nivel de humo	Opcional (versión -3 y -4)	No	Serie	No
Programación (herramienta de PC)	ASD Config	ASD Config	ASD Config	No disponible
Configuración	EasyConfig	EasyConfig	EasyConfig	BasiConfig
Cálculo de los conductos de aspiración	ASD PipeFlow	ASD PipeFlow	ASD PipeFlow	ASD PipeFlow
Homologaciones	VdS, DIBt, UL, FM, ActivFire, CCCF	VdS, UL, FM, ActivFire	VdS, UL, FM, ActivFire, CCCF	VdS, UL, FM, ActivFire, CCCF
Aplicaciones	Depósitos de estanterías elevadas, almacenes de ultra-congelación, edificios históricos, pabellones de gran tamaño, etc.	Cajas de ascensores, museos, bienes culturales, pabellones, centros de cálculo, cines	Cajas de ascensores, celdas de prisión, salas asépticas, laboratorios, racks de equipos informáticos, instalaciones de telecomunicaciones, etc.	Racks de equipos informáticos individuales, pequeños contenedores Telco, cajas de ascensores, salas asépticas, canales de ventilación, falsos techos, etc.

Fuente: Hoja de datos detectores de humo por aspiración ASD-531, ASD-532, ASD-533 y ASD 535.

Las aplicaciones para las salas eléctricas son para la configuración clase A y clase B, en instalaciones de servidores y salas de telecomunicaciones, centros de control de energía eléctrica, dispositivos de baja y media tensión.

Las dimensiones de la sala eléctrica son de 17 metros de largo, 3.6 metros de ancho y 3.5 metros de altura por lo que se realiza el cálculo de tubería, accesorios y dimensiones de las perforaciones que tendrá la tubería CPVC con el software ASD Pipe Flow que tiene

certificación EN 54, el sistema de aspiración en teoría y en la práctica tiene un tiempo de detección de humo de hasta diez veces menor al que tardaría un sensor óptico de humo, es necesario también mencionar que la detección de humo es menor concentración de la que necesita un sensor óptico de humo, teniendo los siguiente datos generados en el informe (ver Tabla 4.7) del programa para la sala eléctrica de la estación de bombeo EB-0, el programa también genera los diagrama isométricos para la instalación ajustándose a las necesidades del ambiente a ubicarse, en la Figura 4.15 tenemos el diagrama isométrico de la instalación de la tubería CPVC en la sala eléctrica EB-01:

Tabla 4.7.

Informe de simulación en ASD Pipe Flow sala eléctrica EB-01

Empresa:	Proveedor del sistema: HIDROSISTEMAS BAJA DEL PERU	Cliente: SOUTHERN
Dirección:	Gral. Jose maria Egusquiza # 956	SISTEMA DE BOMBEO QUEBRADA HONDA
Población:	Pueblo Libre -Lima	ILABAYA-TACNA
Teléfono:	+51 913044046	
Comentario:		
EN 54-20 clase	Conforme a EN 54-20	razones posibles
C	Sí	
B	Sí	
A	Sí	
Nombre del proyecto:	SALA ELECTRICA 8200-ER-001	
Fecha de creación del proyecto:	8/01/2020 07:43:34	
Nivel de ventilador:	II	
Temperatura ambiente [°C]	20	
Presión ambiente [hPa]	970.0	
	Tubería I	Tubería II
Máxima sensibilidad permitida del sensor de humo conforme a EN 54-20 clase C	1.621	--
Máxima sensibilidad permitida del sensor de humo conforme a EN 54-20 clase B	0.282	--
Máxima sensibilidad permitida del sensor de humo conforme a EN 54-20 clase A	0.096	--
Máximo tiempo de transporte [s]	37	--
Longitud total del conducto de aspiración [m]	18.67	--
Cantidad de puntos de aspiración	4	--

Fuente: Informe de simulación de detección de humo por aspiración EB-01 (ver Anexo C)

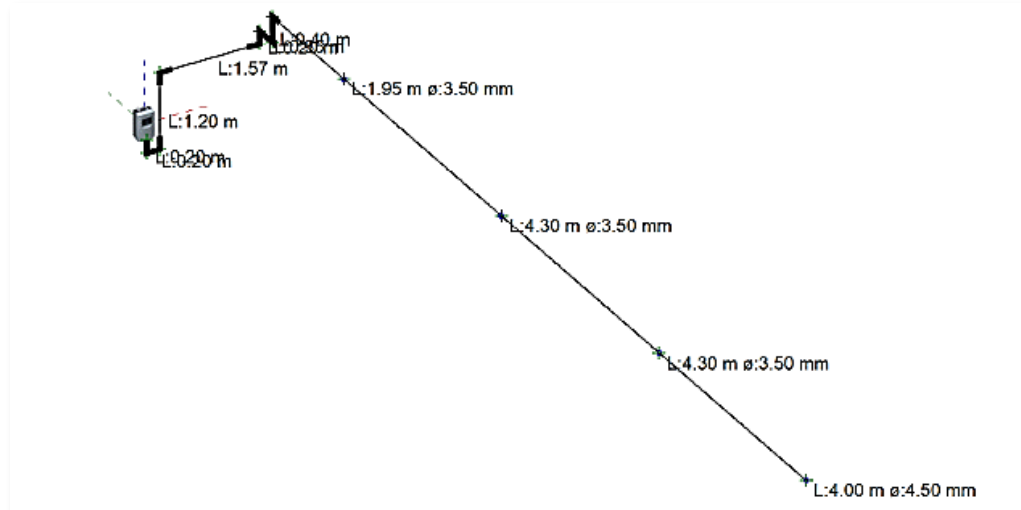


Figura 4.15. *Diagrama Isométrico de Tubería CPVC Sala Eléctrica EB-01*

Fuente: Informe de simulación de detección de humo por aspiración EB-01 (ver Anexo C)

Con los reportes obtenidos se realiza el diagrama isométrico de las tuberías y la implementación en las salas eléctricas, las aberturas de las perforaciones se realizaron con brocas milimétricas.

Cuando se realiza la comparativa entre el desempeño de un sensor de humo puntual y un sensor de humo por aspiración según el fabricante de sistemas VESDA de Xtralis tenemos la Figura 4.16 y la siguiente comparativa:

<p>Prueba 1</p>		<p>La prueba 1 fue un incendio pequeño de madera con una tasa de liberación de calor de 1 a 2 kilovatios. Las pruebas se realizaron con las puertas del almacén cerradas y abiertas.</p> <p>Al principio la madera produjo un fuego humeante sin llama seguido por una combustión de humo blanco y luego flama, con mínimo humo visible.</p>	<p>Tiempo requerido para detectar el humo desde el punto de ignición:</p> <p>Puerta cerrada VESDA = Pre-Alerta @ 180 segundos, Alarma de incendio @ 192 segundos HAZ DE LUZ = Sin respuesta después de 8 minutos PUNTO = Sin respuesta después de 8 minutos</p> <p>Puerta abierta VESDA = Pre-Alerta @ 180 segundos, Alarma de incendio @ 300 segundos HAZ DE LUZ = Sin respuesta después de 8 minutos PUNTO = Sin respuesta después de 8 minutos</p>
<p>Prueba 2</p>		<p>La prueba 2 fue un fuego llameante de líquido de heptano con una tasa de liberación de calor de 10-20 kilovatios que produjo humo negro.</p>	<p>Tiempo requerido para detectar el humo desde el punto de inicio:</p> <p>Puerta cerrada VESDA = Pre-Alerta @ 78 segundos, Alarma de incendio @ 155 segundos HAZ DE LUZ = Sin respuesta después de 8 minutos PUNTO = Sin respuesta después de 8 minutos</p>
<p>Prueba 3</p>		<p>La prueba 3 fue un fuego humeante de una perdigon de humo, asistido por un calentador radiante con una liberación de calor constante de 5 - 6 kilovatios.</p>	<p>Tiempo requerido para detectar el humo desde el punto de inicio:</p> <p>Puerta abierta VESDA = Pre-Alerta @ 97 segundos, Alarma de incendio @ 150 segundos HAZ DE LUZ = Sin respuesta después de 8 minutos PUNTO = Sin respuesta después de 8 minutos</p>

Figura 4.16. Comparativa entre Sensores de Humo Puntuales y Sensores por Aspiración

Fuente <https://xtralis.com/page/1068/spanish>

Las pruebas se realizaron a una altura de 8 metros al techo es entonces el desempeño de los sensores de humo por aspiración tienen menor tiempo de respuesta, además de estar diseñados para una cobertura mayor en altura con respecto a los sensores de humo puntuales, para el diseño hay que tomar en cuenta el ambiente donde se instala el sistema de detección.

Los sistemas de aire acondicionado (HVAC), los ambientes que tienen flujo de aire del exterior influyen de manera directa en el tiempo de alarma de los dispositivos de iniciación de alarma.

4.1.7. Implementación de detectores de flama en las subestaciones eléctricas

Los detectores de incendio de transformadores deben ser capaces de hacer frente a estos desafíos y, además, deben responder extremadamente rápido a un incidente para mantener el daño lo más bajo posible. esto se puede lograr utilizando detectores de llama

o calor de grado industrial. sin embargo, debido a que los detectores deben montarse lo más cerca posible de la zona de la llama potencial, el elemento sensor debe poder soportar condiciones severas.

El rango de detección de cualquier detector de flama depende de cómo ha sido instalado. Trate de ponerse en la posición del detector y sienta lo que “ve” el detector.

El detector debe ubicarse a una altura equivalente al doble del objeto más alto de la zona. Tenga en cuenta que el detector necesita una visión clara y cubrir los objetos y la zona que necesita protección con fácil acceso para poder realizar el mantenimiento periódico.

En la Figura 4.17 y Figura 4.18 se tiene la zona de cobertura de protección del sensor de flama, y los detalles que se tiene que considerar en el diseño y construcción en los sensores de flama, ya que estan diseñadas para ambientes exteriores y sus condiciones ambientales.

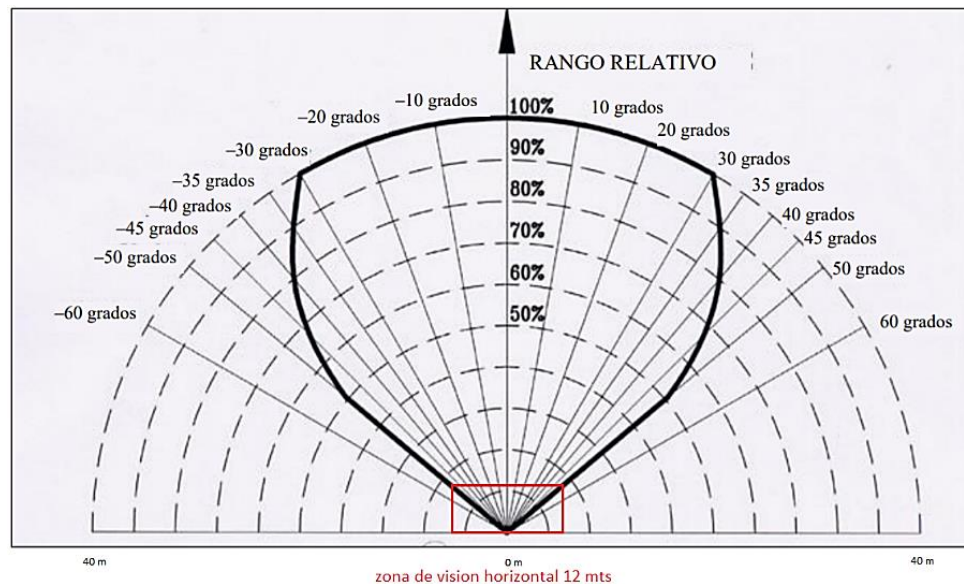


Figura 4.17. *Campo de Vista Horizontal*

Fuente: Manual del usuario detector de flama UV/IR 975UR

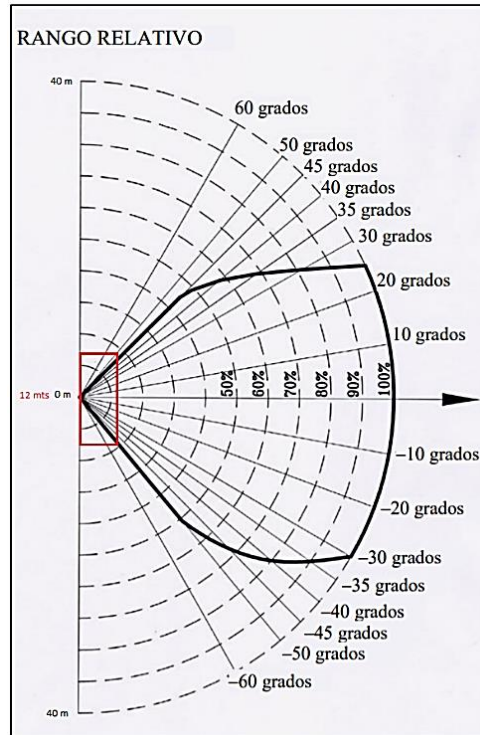


Figura 4.18. *Campo de Vista Vertical*

Fuente: Manual del usuario detector de flama UV/IR 975UR

Tanto la sensibilidad como el rango se relacionan con el tamaño del incendio, si los detectores son emplazados lejos (o cerca de) la fuente del fuego, el tamaño del fuego detectable variará de acuerdo con la ley del cuadrado inverso. Así, la duplicación de la distancia de detección es sólo de la energía radiante que llega al detector; o a la inversa, para el mismo tiempo de respuesta, la zona de superficie del incendio necesita ser cuatro veces mayor. Por ejemplo, si se ubica un detector UV/IR estándar, capaz de detectar un incendio de 0,1 metros cuadrados a 15 metros, a una distancia de detección de 30 metros, el incendio mínimo debe ser de 0,4 metros cuadrados. igualmente, a la inversa, a un rango de 5 metros, un incendio de apenas 0,01 metros cuadrados activará una alarma (ver Figura 4.19).

En la Figura 4.20 se realiza la instalación propuesta de los sensores de flama en las subestaciones ubicados en ambientes a la intemperie.

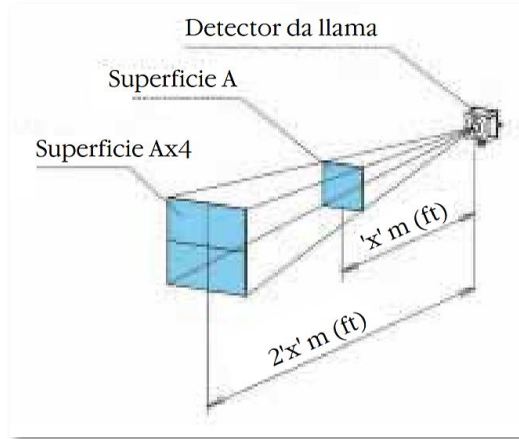


Figura 4.19. Ley de Cuadrado Inverso

Fuente: Manual del usuario detector de flama UV/IR 975UR

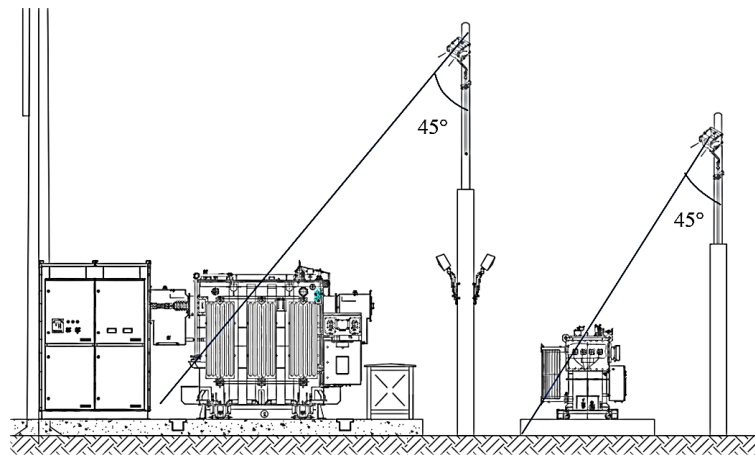


Figura 4.20. Zona de Cobertura de Sensores de Flama en Transformadores

Fuente: Elaboración propia para el informe

4.1.8. Implementación de Estaciones Manuales

La ubicación de estaciones manuales debe estar ubicadas en áreas o vías de evacuación, la separación entre estaciones manuales en un ambiente a un mismo nivel no debe exceder los 60 metros de separación según la NFPA72, debe estar instalado entre 1.10

metros a 1.40 metros de altura para facilitar el acceso a niños y personas con discapacidad, deben ubicarse dentro del vano de 1.5 metros de puertas, en áreas de contaminación debe ser colocado con protectores, deben estar señalizadas. En la Figura 4.21 se visualiza la implementación de estaciones manuales en ambientes a la intemperie.



Figura 4.21. *Instalación de Estaciones Manuales con Cobertores*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

4.1.9. Implementación de Estrobos y Sirenas

La ubicación de estrobos como dispositivos de notificación visuales deben estar en un rango de 2.03 a 2.44 metros de altura en zonas de evacuación y salida de emergencia, cuando no se tenga la posibilidad de instalar dentro del rango de altura el diseñador calificado deberá justificar los cálculos realizados con la autoridad competente, la intensidad de luz define el área de cobertura de cada estrobo instalado de acuerdo a las siguientes consideraciones tomar en cuenta la Figura 3.22 del Anexo A de la NFPA 72 y la Tabla 4.7 referenciadas en la norma NFPA 72 en Tabla 18.5.5.4.1(a) :

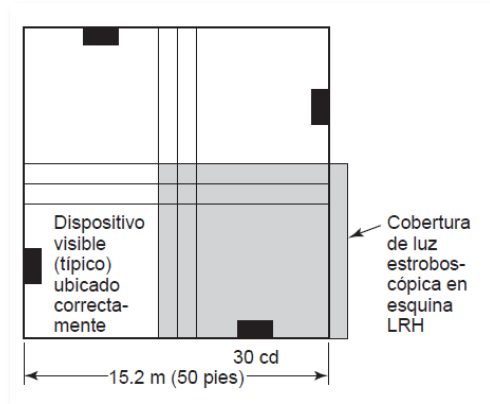


Figura 4.22.

Fuente: NFPA 72 - Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización.

Tabla 4.8.

Espaciamiento de Aparatos de Notificación Visible

Tamaño máximo de la sala		Salida lumínica mínima requerida [intensidad efectiva (en CD)]	
En pies	En m	Una luz por sala	Cuatro luces por sala (una luz por muro)
20 × 20	6.10 × 6.10	15	NA
28 × 28	8.53 × 8.53	30	NA
30 × 30	9.14 × 9.14	34	NA
40 × 40	12.2 × 12.2	60	15
45 × 45	13.7 × 13.7	75	19
50 × 50	15.2 × 15.2	94	30
54 × 54	16.5 × 16.5	110	30
55 × 55	16.8 × 16.8	115	30
60 × 60	18.3 × 18.3	135	30
63 × 63	19.2 × 19.2	150	37
68 × 68	20.7 × 20.7	177	43
70 × 70	21.3 × 21.3	184	60
80 × 80	24.4 × 24.4	240	60
90 × 90	27.4 × 27.4	304	95
100 × 100	30.5 × 30.5	375	95
110 × 110	33.5 × 33.5	455	135
120 × 120	36.6 × 36.6	540	135
130 × 130	39.6 × 39.6	635	185

NA: No aceptable

Fuente: NFPA 72 - Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización



Figura 4.23. *Detalle de Instalación Sirena Estrobo*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

A fin de garantizar que las señales audibles en modo público se escuchen con claridad, el nivel sonoro debe ser al menos 15 decibelios sobre el nivel sonoro ambiental promedio o de 5 decibelios sobre el nivel sonoro máximo con una duración de al menos 60 segundos, el que fuera mayor, medido a 1.5 metros por encima del piso en el área requerida en la que el sistema va a brindar el servicio aplicando la escala de ponderación a decibelios ponderados (dBa). En la Figura 4.23 tenemos un estrobo – sirena controlado por un modulo de activacion.

En la Tabla 4.8 referenciado en la norma NFPA 72 (ver tabla A.18.4.1.2 pag.72-246), y Tabla 4.9 y Tabla 4.10 donde se encuentran las especificaciones del fabricante del estrobo sirena P2RHK tenemos el nivel de ruido permisible y el nivel de ruido que emite el dispositivo P2RHK.

Tabla 4.9.

Exposiciones al Ruido Permissible

Tabla A.18.4.1.2 Exposiciones al ruido permisibles

Duración (en horas)	L_A (en dBA)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25	115
0.125 (7.5 minutos)	120

Fuente: OSHA, 29 CFR 1910.5, Tabla G-16, Exposición ocupacional al ruido.

Fuente: NFPA 72 - Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización

Tabla 4.10.

Elección de Nivel de Ruido

Horn and Horn/Strobe Output (dBA)

Switch Position	Sound Pattern	dB	8 – 17.5 V		16 – 33 V	
			DC	FW R	DC	FW R
1	Temporal	High	78	78	84	84
2	Temporal	Medium	74	74	80	80
3	Temporal	Low	71	73	76	76
4	Non-temporal	High	82	82	88	88
5	Non-temporal	Medium	78	78	85	85
6	Non-temporal	Low	75	75	81	81
7*	Coded	High	82	82	88	88
8*	Coded	Medium	78	78	85	85
9*	Coded	Low	75	75	81	81

**NOTE: Settings 7, 8, and 9 are not available on 2-wire horn/strobe.*

Fuente: Hoja de datos sirena/estrobe P2RHK System Sensor

Capítulo 5

Gestión de la Construcción del Sistema de Detección y Alarma de Incendios

5.1. Personal Especialista Calificado

Para la construcción del sistema de detección y alarma de incendios el personal debe de estar calificado o ser supervisado por personas que estén calificadas para la inspección y prueba de los sistemas.

La norma NFPA 72 (ver Capitulo 10.5 Calificaciones del Personal) indica que las personas calificadas son:

- Personal registrado, licenciado o certificado por una autoridad competente.
- Persona certificada por una organización de certificación reconocida a nivel nacional, aceptada por la autoridad competente.
- Persona capacitada en fábrica y certificado para la instalación de sistemas de alarmas de incendio y para la instalación.

Para la construcción de proyectos de detección y alarma incendios se desarrollan diferentes disciplinas entre las más resaltantes tenemos la eléctrica, mecánica e instrumentación.

El sistema de detección debe de ser un sistema robusto y confiable ya que involucra la seguridad de vidas humanas y patrimonio en los lugares donde se instala, es por esta razón que se siguen los lineamientos definidos por las normas correspondientes tanto nacionales como internacionales, en la definición de la ingeniería básica se requiere la participación de especialistas en sistemas de protección contra incendios de distintas disciplinas que tendrán como objetivo complementar el sistema de protección de incendios y no generar trabajos adicionales.

Entre las principales deficiencias encontradas en sistemas de detección y alarma tenemos a continuación la Tabla 5.1:

Tabla 5.1

Deficiencias en Sistemas de Detección y Alarma de Incendios

Principales deficiencias encontradas en sistemas de detección y alarma de incendio

- Centrales de alarma no encendidas
- Centrales de alarma en avería
- Centrales de alarma no listadas en UL, EN 54
- Dispositivos no configurados
- Materiales no listados por UL, FM, en 54
- Equipos no listados por UL, FM, EN 54
- Conexiones en mal estado
- Canalización de ductería inadecuado
- Ubicación de equipos en lugares no normados
- Conductores eléctricos no adecuados

Fuente: Elaboración propia del autor para el informe.

5.2. Proceso Constructivo de un Sistema de Detección y Alarma de Incendio

En el diseño de la ingeniería para la detección y alarma de incendios se debe realizar un análisis de riesgo de incendio para determinar los elementos propensos a iniciar un incendio.

Los criterios para la elaboración de la matriz de evaluación del riesgo utilizan los niveles de probabilidad vs las categorías de gravedad para representar el eje de una matriz de riesgos de dos dimensiones (ver NFPA 551, ed.2016, fig.A.5.2.5) este método se basa en asignar a cada riesgo un nivel de probabilidad y una categoría de gravedad.

Para efectos de este estudio vamos a tomar como referencia la matriz de evaluación de riesgo que se encuentra en el Anexo 7 del D.S. 024-16 EM (ver Tabla 5.2), la cual tiene los mismos conceptos de la matriz que se halla en la norma NFPA 551.

5.2.1. Diseño de la ingeniería

Tabla 5.2

Matriz de Evaluación de Riesgo

SEVERIDAD	Catastrófico	1	1	2	4	7	11
	Mortalidad	2	3	5	8	12	16
	Permanente	3	6	9	13	17	20
	Temporal	4	10	14	18	21	23
	Menor	5	15	19	22	24	25
			A	B	C	D	E
			Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
			FRECUENCIA				

Fuente: D.S. 024-16 EM: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.

En el caso de las subestaciones y salas eléctricas el estudio que se realizó determino un riesgo medio de incendio en Tabla 5.3 se tiene la valoración del riesgo de incendio en el proyecto PAT donde se encuentran las subestaciones eléctricas.

Tabla 5.3.

Calificación de Riesgo de Incendio en Subestaciones Eléctricas

Instalacion	Riesgo	Riesgo	Riesgo
	Alto	Medio	Bajo
Sistema de Recuperacion de Agua 4300			X
Planta de Floculantes 4500			X
Espesador de Relaves 3x1 , 2271			X
Planta de Filtros de Cobre 5200			X
Planta de Molibdeno 5300			X
Almacen de Concentrado y Carguio 5400			X
Planta de Reactivos y Combustibles 5500	X		
Planta de NASH 5600			X
Planta de Nitrogeno 5700			X
Planta de Cal 6220			X
Planta de Reactivos (Flotacion) 6230	X		
Tanque Diesel 2		X	
Sub Estacion Electrica Transformacion		X	
Cuarto de Control		X	
Laboratorio		X	
Oficinas			X

Fuente: Análisis de riesgo de incendio, Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

Con el análisis de riesgo de incendio realizaremos los cálculos adecuados para la implementación de los dispositivos de detección y alarma de incendios.

En este caso el especialista certificado determino que en subestaciones y salas eléctricas se implementen dispositivos de alerta temprana como los detectores de humo por aspiración en salas eléctricas y sensores de flama o llama de incendio en subestaciones eléctricas exteriores.

Cuando se inicia con los procesos de licitación y cotización para los proyectos de diseño e implementación de sistemas de protección contra incendios en industrias, centros

comerciales, almacenes, estaciones eléctricas. Existentes, que no cuentan con un sistema ya implementado se observan las siguientes malas prácticas indicadas en la Tabla 5.4:

Tabla 5.4.

Prácticas Inadecuadas en Proyectos SCI

Prácticas inadecuadas que se realizan para el diseño e implementación de sistemas de detección y alarma de incendios

- Las personas que realizan las inspecciones para los diseños son personas no calificadas
- no realizan estudio de análisis de riesgo
- no tienen criterio de diseño
- realizan la propuesta de instalación solo para realizar el trabajo
- no implementan filosofía de control
- no cuentan con las especificaciones técnicas de los equipos
- el usuario no conoce las normas y estándares de construcción
- la ejecución de los trabajos se realiza con deficiencias
- no se realizan protocolos de inspecciones de calidad y operatividad
- no se entregan planes de mantenimiento de equipos
- etc.

Fuente: Elaboración propia del autor para el informe

Realizar estas malas prácticas puede traer problemas a mediano y largo plazo, y el factor económico de los usuarios podría verse perjudicado si las inspecciones por parte de la autoridad competente así lo requieran. En Figura 5.1 se tiene un gráfico que describe la confiabilidad según los participantes involucrados en los proyectos de sistemas contra incendios (ver Tabla 5.5).

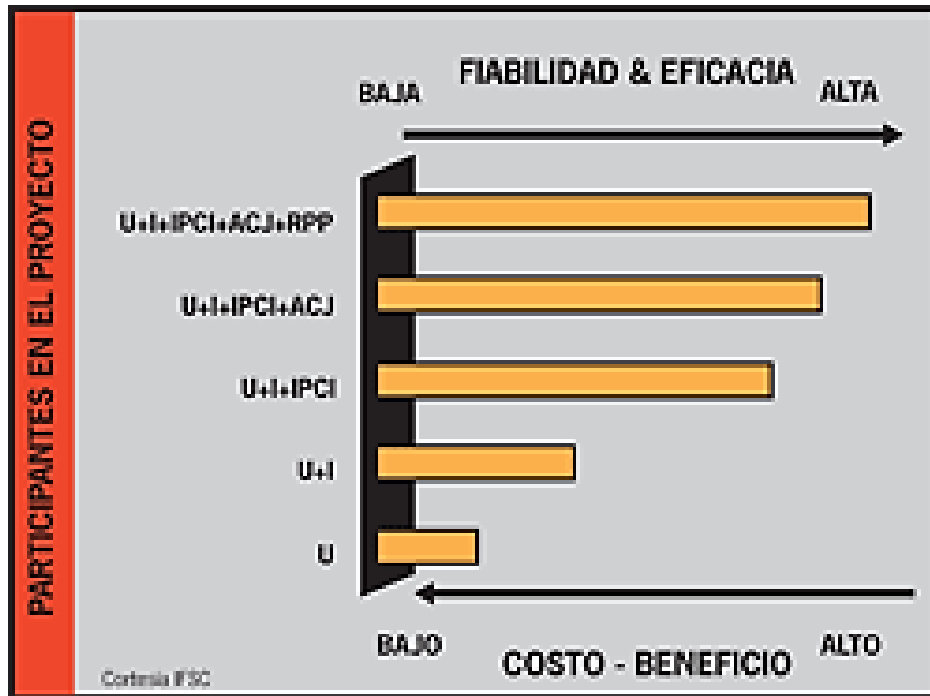


Figura 5.1. *Participantes en Proyectos SCI y Confiabilidad*

Fuente: NFPA Org. Latinoamérica, Jaime A. Mocada “Fiabilidad, eficacia y costo-beneficio en sistemas contra incendios”

La fiabilidad de los sistemas de protección de incendios está directamente relacionada al número de participantes, representando intereses independientes, que participan en el proyecto. Esto de manera describe cómo funciona la implementación de sistemas de protección incendios en los EE.UU., donde la industria es altamente regulada, sigue cánones de ética claros y donde sus principales actores son certificados por diversas entidades. La seguridad contra incendios en ese país la ha conformado a pilares para su desarrollo en la Tabla 5.5 tenemos los participantes que están involucrados en los proyectos SCI.

Tabla 5.5

Participantes de Proyectos SCI

Participantes del diseño e implementación de proyectos de sistemas de protección de incendios

- *Autoridad Competente*
 - *Ingeniero de Protección Contra Incendios*
 - *Instalador calificado*
 - *Usuario*
 - *Revisión Por Pares*
-

Fuente: Elaboración propia del autor para el informe

En general los sistemas de seguridad humana y protección contra incendios tienden a ser mucho más fiables y eficaces cuando los representantes de los diferentes pilares de la seguridad contra incendios están presentes en el proyecto. de la misma forma, entre más pilares estén presentes de manera independiente, el proyecto tiende a tener un mayor costo-beneficio. sin embargo, es importante que estos participantes sean calificados además de independientes, es decir que el usuario, el instalador calificado, el ingeniero de protección contra incendios y la autoridad competente no deben tener relación ninguna entre sí, y deben tener experiencia y experticia en lo que hacen.

En la Figura 5.2 se tiene la imagen del documento previo al diseño de sistemas de detección y alarma de incendio.



Figura 5.2. *Criterio de Diseño Detección y Alarma de Incendio en “Proyecto de Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

5.2.2 Verificación de la ingeniería

Una verificación técnica, con imparcialidad, garantiza a los proyectos se desarrollen con fiabilidad.

Verificar la ingeniería realizada en un proyecto de sistemas de detección y alarma de incendio nos asegura que cumpla con las principales referencias técnicas de los proyectos, el cumplimiento de los estudios previos. este servicio está indicado principalmente para las fases de diseño y construcción, y puede solicitarse como auditoría técnico documental en proyectos. En la Figura 5.3 se muestra la verificación técnica del proyecto en el lugar de aplicación.



Figura 5.3. *Verificación de Ingeniería de Proyectos SCI*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

5.2.3 Verificación de equipos y materiales

En la verificación de los equipos y materiales se deben de verificar que cumplan con los estándares ANSI, IEC, NEMA, UL, FM es muy importante porque podremos verificar si los materiales y equipos se encuentran certificados.

En el proceso de ingeniería se detalla los requerimientos mínimos que deben de cumplir los materiales y equipos, además se debe verificar el buen estado y funcionamiento, tenemos que tener en cuenta que un material no apropiado genera trabajos adicionales en la Figura 5.4 se observa la rotura de una caja condulet IMC cuando se debió usar una caja condulet RMC.



Figura 5.4. *Materiales Inadecuados para la Vibración*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

5.2.4 Instalación de equipos y materiales

En la construcción debemos verificar si estamos cumpliendo con los estándares constructivos de ANSI, IEC, NEMA, UL, FM además de los estándares nacionales referidos en el Código Nacional Electricidad de instalación de materiales y equipos.

- Verificar el adecuado almacenamiento y transporte.
- Cuando se realice la instalación de los materiales no deben de presentar roturas ni golpes, eso puede producir una avería.
- Identificar adecuadamente los equipos y materiales instalados.
- Realizar el conexionado teniendo los diagramas Sketch facilita el trabajo del técnico conexionista (ejemplo ver Figura 5.5).
- Realizar las pruebas calidad por construcción correspondientes a los materiales y equipos.

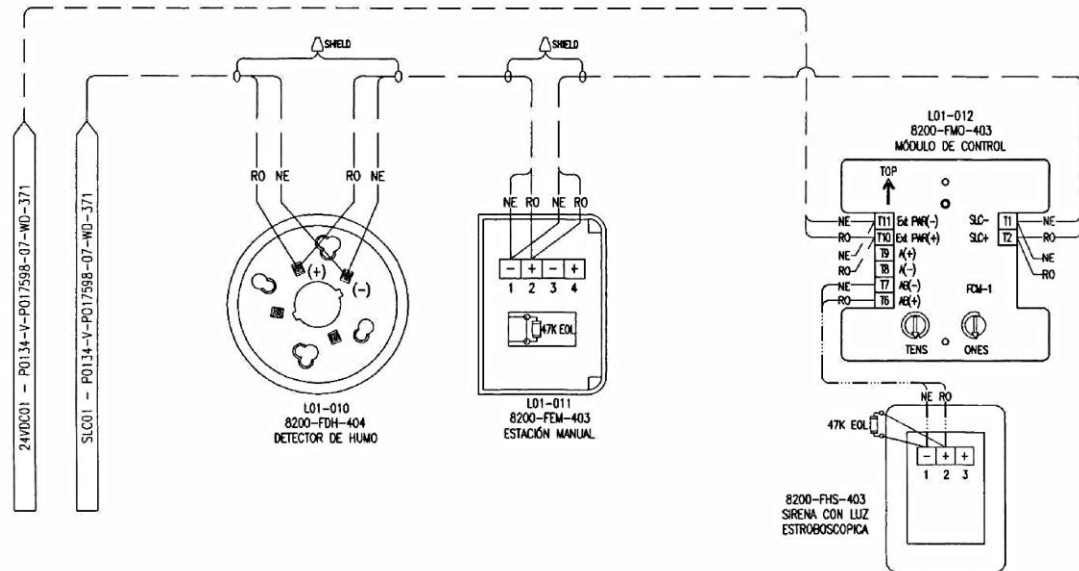


Figura 5.5. *Sketch de Conexionado*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

En general, los conductores (cables) de instrumentación para sistemas de detección y alarma contra incendios deberán ser de cobre, con aislamiento retardante al fuego, certificados UL para incendio.

El calibre mínimo de los cables que alimentan los detectores y elementos conectados al circuito SLC y NAC del panel será de 18 AWG.

Los cables de comunicación para interconectar equipos en redes internas deberán ser calibre 22 AWG o mayor.

- El tendido de cable debe ser limpio sin originar daños.
- Los conductores deben estar señalizados.
- Se debe realizar el conexionado a los bornes de conexión del sensor.
- La dirección del sensor de humo debe ser ubicado en la parte posterior del sensor.

- Los dispositivos deben contener una señal descriptiva que contenga la ubicación del equipo, nombre del equipo y número de esta.

En la Figura 5.6 se muestra la identificación de conductor, en la Figura 5.7 y Figura 5.8 se muestra la identificación del equipo.



Figura 5.6. *Identificación de Conductores FLP*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019



Figura 5.7. *Identificación de Sensores de Humo*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019



Figura 5.8. *Identificación de Paneles y Sensores de Humo*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

5.2.5 Precomisionamiento

En el proceso del precomisionamiento se realizan pruebas en energía cero, para verificar si los materiales y equipos están adecuadamente instalados, conectados y señalizados. En la Figura 5.9 se muestra personal verificando los protocolos de calidad correspondientes.

Puede ser que en este proceso encontremos deficiencias en la instalación y se tenga que realizar un trabajo adicional y complementario. Se deben de llenar los registros y protocolos.



Figura 5.9. *Proceso de Precomisionado*

Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

5.2.6 Comisionamiento y puesta en marcha

En este proceso ya se trabaja con energía, debemos de verificar si los materiales y equipos tienen un funcionamiento correcto, realizar las programaciones correspondientes, verificar el funcionamiento de todos los equipos, y dejar en operaciones el sistema.

El proceso de comisionamiento y puesta en marcha debe dejarse los registros de las pruebas realizadas a los equipos, capacitaciones al personal que se encuentra, documentos de garantía, planos, etc. En este proceso se demostró el tiempo de detección en sensores de humo convencionales es 64 segundos, y el de sensor de aspiración fue 12 segundos.

En la Figura 5.10 y Figura 5.11 se muestra las pruebas de los equipos con energía, se realiza la descarga de la programación realizada para el panel NFS-320 de Notifier y las pruebas a los dispositivos conectados al panel de incendio.

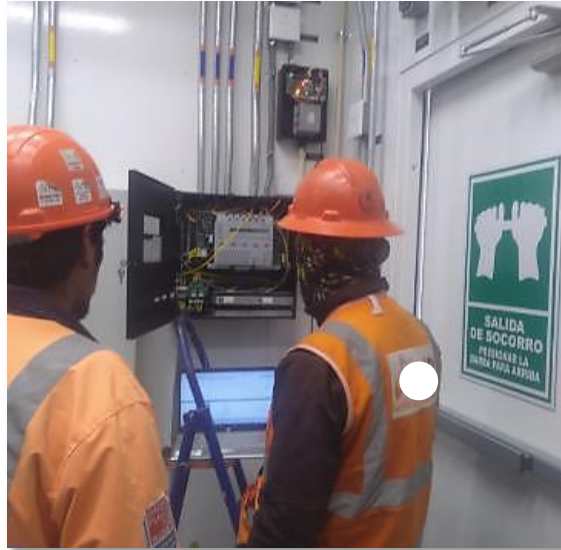


Figura 5.10. *Proceso de Comisionado de Detección de Humo Aspiración*

Nota: Tiempo de activación alarma 12 segundos en final de tubería CPVC. Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019



Figura 5.11. *Prueba de Sensores de Humo Convencionales*

Nota: tiempo de activación 64 segundos, Fuente: Hidrosistemas Baja del Perú SAC, “Proyecto Sistema Contra Incendio de la Ampliación Toquepala”. 2019

5.3 Gestión de la Construcción de Sistemas de Detección y Alarma de Incendio

Una vez validados los alcances sobre el proyecto de detección y alarma de incendios es necesario gestionar el cronograma y presupuesto del proyecto.

El proceso de acuerdos e inicio de ejecución debe ser darse entre el director del proyecto y el cliente o patrocinador del proyecto con asesoría de personal experto en ejecución de obra.

En proyectos de implementación de sistemas de detección y alarma de incendios es necesario que el director del proyecto coordine las gestiones necesarias para la comunicación entre el cliente y constructores para no crear inconvenientes en cuanto al acceso a los lugares de trabajo.

El director del proyecto con el aporte del personal experto en cada una de las áreas debe realizar los diferentes procesos involucrados en la ejecución de obra asignando responsabilidades y compromisos de cumplimiento:

- Gestión del cronograma de ejecución del proyecto.
- Gestión de los costos del proyecto.
- Gestión de la calidad del proyecto.
- Gestión de los recursos del proyecto.
- Gestión de las comunicaciones del proyecto.
- Gestión de las adquisiciones del proyecto.
- Gestión de los interesados del proyecto.

5.3.1 Gestión del cronograma de ejecución del proyecto

Previo al inicio de actividades se debe realizar un estudio de secuencia y duración de los procesos involucrados.

El cronograma de actividades depende de los recursos con los que cuenta el cliente y el proveedor de servicios.

El proveedor de servicios y el cliente deberán establecer la forma de financiar los servicios de ejecución del proyecto.

Durante este proceso se establecen las políticas, procedimientos y la documentación para planificar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma de actividades del proyecto.

Es importante secuenciar las actividades de acuerdo a las necesidades del proyecto que estemos ejecutando.

La secuencia de cronograma debe iniciar con:

- Revisión de los expedientes y documentos generados en la gestión del alcance del proyecto.
- Elaboración de la secuencia de actividades que se deberán realizar durante el proyecto.
- La procura de materiales, equipos y herramientas.
- Contratación de personal especializado.
- Plantear hitos de avance de ejecución de obra.
- Programar reuniones con el cliente referente al avance de actividades, permisos de acceso, etc.
- Liberaciones por parte de calidad.

- Pruebas de equipos con protocolos de funcionamiento.
- Integración de las diferentes disciplinas en la protección de incendios.
- Integración de centrales o paneles de alarma.
- Programación de centrales de notificación y alarma.
- Puesta en operación y mantenimiento.
- Entrega al cliente.

En la construcción de proyectos el cumplimiento de la ejecución está sujeto a la disponibilidad de materiales, herramientas, equipos, tiempo, personal de trabajo especializado. En caso de no contar con los recursos mencionados anteriormente podrían ocasionar retrasos en la ejecución del proyecto, ocasionando pérdidas económicas.

Por lo contrario, si disponemos de los recursos mencionado podremos generar ganancia de tiempo, lo que produce utilidades en la construcción.

Es importante en un proyecto de sistemas de detección y alarma inspeccionar los procesos de construcción para asegurarnos que no haya errores de canalizaciones, cableado, instalación de equipos, conexionado, integración, etc.

Es fundamental cumplir con los protocolos de calidad y funcionamiento de equipos para evitar realizar cambios por reclamos o funcionamiento incorrecto. Es importante seleccionar la calidad de los materiales ya que no todos son adecuados para el entorno de trabajo.

Existen ambientes que por diferentes factores físicos y químicos los materiales no cumplen con las características requeridas.

Es necesario elaborar diagramas sketch de conexionado y cableado para facilitar los trabajos a los técnicos.

El comportamiento normal de proyecto debe reflejar la tendencia de la campana de gauss (ver Figura 5.12) donde se establece que la mayor parte de avance de ejecucion del proyecto se debe dar en un tiempo intermedio, para detallar su informacion en “PMBOK GUIDE SIXTH EDITION”. 2017 (Capitulo 6.5 Desarrollo del Cronograma).

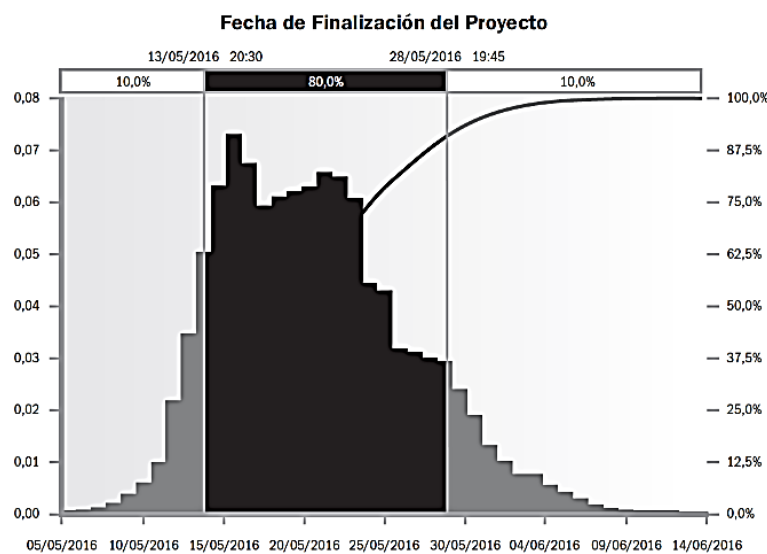


Figura 5.12. Distribución de Probabilidad de termino para un Proyecto

Fuente: Project Management Institute, “PMBOK GUIDE SIXTH EDITION”. 2017

Para desarrollar el cronograma de ejecución de obra se debe tener en la asistencia de especialistas en las diferentes áreas involucradas del proyecto. Es deseable establecer línea base de conocimientos y experiencia en la elección del personal encargado de las actividades del proyecto. Durante la ejecución de los proyectos se debe realizar los seguimientos de los trabajos de obra con hitos de cumplimiento, de forma resumida y detallada para su exposición al cliente.

5.3.2 Gestión de los costos del proyecto

En la gestión de los costos del proyecto se incluyen la planificación, inicio de obra, ejecución de obra y entrega de obra.

El proceso estimar los costos, consiste en realizar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto.

Los costos se estiman para todos los recursos asignados al proyecto, es decir, recursos de trabajo, recursos materiales, coste de servicios e instalaciones y posibles costes por contingencias.

Si no posee estimadores de costes formalmente formados, el equipo del proyecto debe de aportar los recursos y la experiencia necesarios para llevar a cabo la estimación de los costes del proyecto, este proceso estima el costo del presupuesto en toda la vida útil del proyecto.

- Planificar la gestión de los costos.
- Estimar los costos.
- Determinar el presupuesto.
- Controlar los costos.

En Perú la mayoría de proyectos de protección de incendios se realizan subestimando los costos reales, originando problemas de pago de personal, compra de materiales y equipos ocasionando pérdidas económicas y tiempo en el desarrollo de actividades.

Para realizar un estimado de los costos de construcción del proyecto se debe tener en cuenta el lugar donde se ubica el proyecto. Se necesita de personal experto para realizar

un estimado que no subvalore o sobrevalore el proyecto. En la Figura 5.13 se tiene las recomendaciones de la PMBOK en su Capítulo 7.1 para la planificación de los costos.

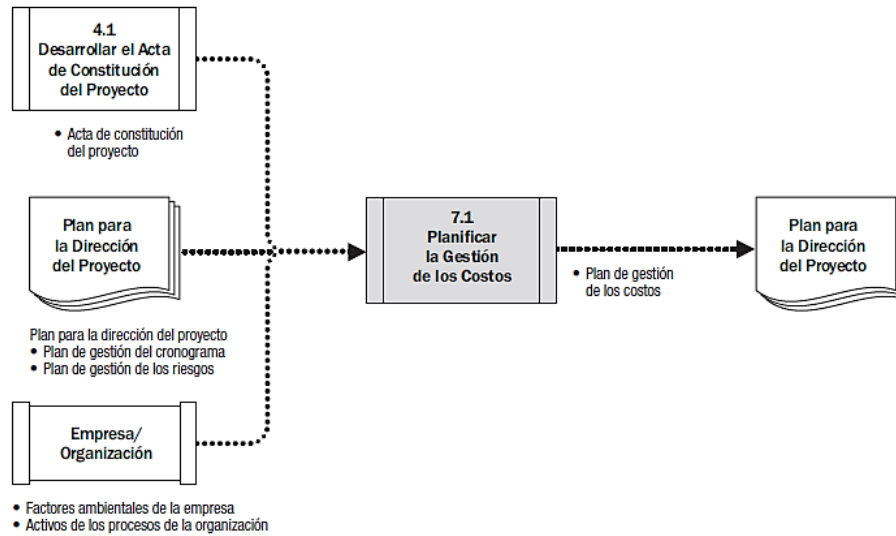


Figura 5.13. *Planificación de la Gestión de los Costos: Diagrama de Flujo de Datos*

Fuente: Project Management Institute, “PMBOK GUIDE SIXTH EDITION”. 2017

Para no cometer equivocaciones y aproximaciones dispersas a la hora de calcular las entradas del presupuesto de proyectos de sistemas de detección y alarma de incendios debemos tener en cuenta los siguientes datos:

- Estimación de costos de las actividades. calcular el costo de cada actividad de un paquete de trabajo y sumar todas.
- Base de las estimaciones. Detallar en este apartado cualquier supuesto básico que pueda afectar a la inclusión o exclusión de costos indirectos en el presupuesto.
- Línea base del alcance. Enunciado del alcance. Especifica las limitaciones periódicas de los gastos asignados al proyecto.
- Estructura de desglose del trabajo, establece las relaciones entre los entregables del proyecto y sus diversos componentes.

- Cronograma del proyecto. Con el cronograma se puede conocer las fechas de inicio y finalización para cada actividad del proyecto, los hitos del proyecto, los paquetes de trabajo, los paquetes de planificación y las cuentas de control.
- Calendario de recursos. Para conocer los recursos con los que cuentas y cuándo los vas a tener disponibles.
- Contratos. Incluir en el presupuesto la información acerca del contrato, los costos relacionados con los productos o servicios que se han comprado.
- Activos de los procesos de la organización. Influyen en la redacción del presupuesto, Algunos de estos activos son: las políticas, procedimientos y lineamientos existentes relacionados con la preparación del presupuesto.

Herramientas y técnicas para calcular el presupuesto de un proyecto

- Suma de los costos. Las estimaciones se suman por cada paquete de trabajo especificado.
- Análisis de la reserva. Calcular las reservas para las contingencias y para la gestión del proyecto.
- Juicio de expertos. Inclúyelo para tener una opinión de especialistas en un área de aplicación, de conocimiento, de una industria, etc.
- Relaciones históricas. Tener en cuenta cualquier relación histórica que dé como resultado cualquier estimación que permita el desarrollo de modelos matemáticos para predecir los costos totales del proyecto.
- Conciliación del límite de financiamiento. Ajustar el gasto de los fondos a los límites de financiamiento establecidos sobre el desembolso de fondos. Puedes hacerlo marcando restricciones de fecha para el trabajo en el cronograma del proyecto.

Línea base del desempeño de costos. Redactar un presupuesto hasta la conclusión que sea aprobado y que detalle su distribución en el tiempo. Este documento tiene que servirte para medir, monitorear y controlar el desempeño global del costo del proyecto.

5.3.3 Gestión de la calidad del proyecto

La gestión de la calidad del proyecto de protección de incendios trata sobre la gestión tanto del proyecto como del producto. Se aplica a todos los procesos pertenecientes al proyecto de protección de incendios, independientemente de las diferentes disciplinas que contribuyen a obtener un servicio funcional y garantía.

Las medidas y técnicas relativas a la calidad del servicio de protección de incendios son específicas al tipo de proceso que integran dentro del proyecto.

En cualquier caso, el incumplimiento de los requisitos de calidad del producto o del proyecto puede tener consecuencias negativas graves para algunos interesados en el proyecto e incluso para todos. En proyectos de protección de incendios el incumplimiento de los requisitos de calidad podría acarrear distintos problemas, tenemos entre los comunes:

- Realizar trabajos sin cumplir los estándares de construcción puede ocasionar pérdidas económicas por cuanto habrá que corregir y rehacer los trabajos.
- Realizar apresuradamente las inspecciones de calidad planificadas para cumplir con los objetivos del cronograma del proyecto puede generar errores no detectados, esto en un plazo podría ocasionar problemas de funcionamiento del sistema de detección y alarma de incendios.

La calidad es el nivel en el que un conjunto de características inherentes satisface los requisitos. Mientras que un nivel de calidad que no cumple con los requisitos de calidad es siempre un problema.

El director del proyecto y el equipo de dirección del proyecto son responsables de determinar las concesiones necesarias para cumplir con requisitos de calidad requeridos.

En la construcción de proyectos de detección y alarma de incendios se realizan subprocesos de control de calidad y aseguramiento de calidad en acrónimos técnicos QA/QC

- QC “control de calidad” se realiza un conjunto de técnicas operativas y actividades utilizadas para comprobar los requisitos de calidad de un producto o servicio.
- QA “aseguramiento de la calidad” es: el conjunto de actividades planificadas implementadas dentro de sistema de calidad que proporcionan la confianza de que un producto o servicio cumple los requisitos de calidad.

En proyectos de detección y alarma de incendios es indispensable controlar la calidad de construcción y funcionamiento del proyecto. El personal a cargo debe de conocer los procesos constructivos y funcionamientos de los equipos, este personal será capaz de:

- Interpretar planos.
- Conoce los estándares constructivos de tuberías, canaletas, accesorios, etc.
- Conoce los estándares constructivos de cableado e identificación de los conductores eléctricos.
- Conoce los estándares constructivos de instalación de tableros y equipos de protección eléctrica.
- Conoce los estándares constructivos de conexiónado y etiquetado de equipos.

- Conoce el funcionamiento de los equipos instalados en el proyecto.

El aseguramiento de la calidad está dirigido a las acciones planeadas y sistemáticas necesarias para generar una confianza adecuada de que un producto y servicio para satisfacer las necesidades del cliente o usuario.

Para llevar una adecuada comunicación de proveedor a cliente es necesario implementar un proceso que establezca los lineamientos básicos que aseguren la correcta ejecución del proyecto. Entre las funciones de la persona que realiza el aseguramiento de calidad es realizar toda la documentación requerida por el cliente y el proveedor de servicios.

En todos los proyectos se realizan la entrega de avances y final de los dosieres de que corresponden a un conjunto de documentos que aseguran que proyecto cumple con objetivos planteados en el acta de constitución.

5.1.5 Gestión de los recursos del proyecto

Los recursos que necesitamos tener para los proyectos son económicos, humanos, herramientas, softwares, las utilidades en general de las que hacemos uso en nuestra gestión diaria.

Para que nuestro plan de proyecto sea integral y eficaz, debe tener en cuenta todos los recursos que influyen en la capacidad de la empresa para crear y entregar sus valores principales. En general, la lista de recursos a considerar incluye los relacionados con la producción, el almacenamiento, la investigación y desarrollo de productos, desarrollo de procesos, ingeniería, compras, personal y finanzas.

Así pues, vamos a dibujar una imagen completa de un sistema de recursos, considerando los recursos clasificados en cinco categorías distintas:

- Tiempo
- Recursos físicos
- Recursos humanos
- La propiedad intelectual, software y métodos
- Relación con proveedores
- Recursos financieros.

Los recursos físicos son la propiedad tangible, e incluyen instalaciones, oficinas, almacenes, maquinaria, equipos y herramientas.

Los recursos humanos son los empleados que componen la fuerza de trabajo de las operaciones. los empleados individuales difieren en sus habilidades, el conocimiento, la formación, la capacidad, flexibilidad y condiciones de empleo. también difieren en el papel que desempeñan.

La propiedad intelectual, el software y los métodos son los recursos basados en el conocimiento de la función de operaciones. Son el conocimiento colectivo residente en la organización, no por los empleados individuales. Se incluyen en esta categoría los diseños patentados y propietarios, secretos comerciales, software, sistemas de organización, procesos, técnicas e información. El algoritmo de búsqueda de Google o el código fuente de Windows en Microsoft son dos ejemplos de este tipo de recurso tan valioso.

Las relaciones con los proveedores, distribuidores, clientes y socios, que constituyen colectivamente el ecosistema de negocios de la empresa. Démonos cuenta que

casi siempre las alianzas fuertes entre colaboradores, proveedores y clientes, son un activo muy importante para nuestro éxito, y por tanto son un “recurso” disponible.

Los recursos financieros, que son los tipos de fondos disponibles, incluyendo dinero en efectivo, dinero en efectivo generado por las operaciones, y los fondos disponibles de los mercados financieros. Estos recursos generalmente no son considerados como parte de las operaciones, sin embargo, pueden ser decisivos en habilitar o restringir la aplicación de la estrategia. Por ejemplo, una inversión de 500 millones de dólares en automatización puede ser financieramente y estratégicamente prudente, ya que puede mejorar la eficiencia y reducir los costes, pero no sucederá si operaciones no tiene los fondos para invertir.

Teniendo esta visión mucho más global y a la vez más realista, seremos capaces de armar planes de proyectos más eficientes y eficaces.

5.1.6 Gestión de las comunicaciones del proyecto

La gestión de las comunicaciones del proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar la adecuada y oportuna recopilación, distribución, almacenamiento, recuperación y disposición final de la información del proyecto.

Una comunicación eficaz, crea un puente entre los diferentes interesados involucrados en un proyecto, conectando diferentes entornos culturales y organizacionales, diferentes niveles de experiencia, así como, perspectivas e intereses diversos en la ejecución o resultado del proyecto.

La comunicación en el proyecto es necesaria para asegurar que obtenemos y suministramos la información requerida de la persona correcta, en el tiempo indicado,

utilizando siempre, los medios y formatos apropiados. Implica la aplicación de los conceptos, modelos y técnicas de la teoría de la comunicación a las necesidades específicas del proyecto, y exige también, la determinación de las necesidades de información y comunicación de los actores interesados ¿quién necesita información? ¿qué información requiere? ¿cuándo la necesitará? ¿cómo le será presentada? por lo tanto, requiere mucha dedicación y habilidad tanto al director como al equipo de del proyecto. Los cuales, deben de ser conscientes de que las comunicaciones afectan crucial y globalmente al éxito del proyecto.

La comunicación comprende todos los intercambios de información entre todos los interesados del proyecto. El que elabora y envía la información es el responsable de realizarlo con claridad, de manera completa y sin ambigüedades. de forma, que el receptor la reciba y la entienda correctamente. Por lo tanto, su gestión incluye los procesos necesarios para asegurar la generación, recolección, disseminación, almacenamiento y disposición última de la información del proyecto. Siempre en forma apropiada y en el momento oportuno.

Una comunicación eficaz crea un puente entre los diferentes interesados involucrados en un proyecto. De esta manera, conectando diferentes entornos culturales y organizacionales, diferentes niveles de experiencia y perspectivas e intereses diversos en el resultado del proyecto.

5.1.7 Gestión de las adquisiciones del proyecto

La gestión de las adquisiciones del proyecto (compras, aprovisionamiento, procuraduría, etc.) se realiza a través de procesos de contratación. Un contrato es un acuerdo establecido entre un comprador-cliente y un vendedor-proveedor que está blindado

legalmente, es vinculante para las partes en virtud del cual el vendedor se obliga a entregar los productos o servicios especificados y el comprador se obliga a proporcionar una adecuada contraprestación, generalmente de tipo monetario.

Un contrato es, además, un vínculo legal sujeto a resolución en los juzgados. Incluye términos y condiciones para establecer lo que el vendedor debe realizar o proporcionar. También puede incluir la propuesta del vendedor u oferta, así como cualquier otra documentación de apoyo.

Es responsabilidad del equipo de dirección del proyecto ayudar a adaptar todos los contratos de adquisición a las necesidades específicas del proyecto, siendo necesaria, en la mayoría de los casos, del apoyo de las áreas jurídicas, de compras y/o contratación de la organización, según las políticas de la misma en materia de adquisiciones.

5.1.8 Gestión de los interesados del proyecto

Los actores interesados del proyecto son personas y organizaciones como clientes, patrocinadores, la organización ejecutante y el público que está activamente involucrado en el proyecto. También aquellos cuyos intereses pueden ser afectados, positiva o negativamente por la ejecución o la terminación del proyecto. Por otro lado, los que pueden ejercer influencias sobre el proyecto y sus entregables. Los interesados del proyecto podrían estar a niveles diferentes dentro de la organización y pueden poseer niveles de autoridad diferentes. Además, poder ser externos al proyecto incluso de fuera de la organización ejecutante.

La gestión de los interesados se refiere a gestionar las comunicaciones a fin de satisfacer las necesidades de los interesados en el proyecto y resolver polémicas con ellos.

Gestionar activamente a los interesados aumenta la probabilidad de que el proyecto no se desvíe de su curso, debido a polémicas sin resolver con los interesados, mejora la capacidad de las personas de trabajar de forma sinérgica y limita las interrupciones durante el proyecto. Normalmente, el director del proyecto es el responsable de la gestión de los interesados.

Los interesados en el proyecto son personas y organizaciones que participan de forma activa en el proyecto o cuyos intereses pueden verse afectados como resultado de la ejecución del proyecto o de su conclusión.

Los interesados tienen niveles de responsabilidad y autoridad variable al participar en un proyecto. Estos niveles de responsabilidad pueden ir desde el promotor y patrocinador del proyecto hasta el operario que participa en la ejecución del mismo, pasando por todos los técnicos y mandos intermedios.

Los directores de proyectos que ignoren a los interesados pueden esperar un impacto perjudicial en los resultados del proyecto.

No identificar a un interesado clave puede causar problemas significativos aun proyecto. Por lo tanto, una de las primeras tareas del director de proyectos será identificar a todos los interesados del proyecto que puedan influir de una manera positiva o negativa en el proyecto.

Capítulo 6

Costo del Proyecto

6.1 Factibilidad Económica de Sistemas de Detección y Alarma de Incendio en Minería

La importancia de un sistema de sistemas de detección y alarma de incendio radica en salvaguardar vidas humanas además de minimizar pérdidas económicas. Por lo que implementar un sistema de sistemas de detección y alarma de incendios será un activo, que protege el patrimonio industrial, en este caso en la industria minera. Mas no se debe de considerar como un gasto innecesario, es ahí que los proyectos de protección de incendios son factibles para su implementación en las estaciones de bombeo pertenecientes a la minera SPCC.

En el Perú como los organismos encargados de supervisar el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales que mencionan como una necesidad primordial los sistemas de protección de incendios INDECI, OSINERGMIN y gobiernos locales requieren la implementación de sistemas de protección de incendios en la industria minera de ahí que es también una obligación implementar los sistemas de protección de incendios.

6.2 Costos del Proyecto de Sistemas de Detección y Alarma de Incendio

Para determinar los costos es necesario tener en cuenta costos de todas las actividades y materiales incluidas en ellas. calcular el costo de cada actividad de un paquete de trabajo y sumar todas. Un paquete de trabajo se puede medir como una referencia de avance en el proyecto, generalmente se establece como hitos de avance.

Un hito es un punto de referencia que marca un evento importante de un proyecto y se usa para supervisar el progreso del proyecto. Todas las tareas que tengan una duración

se muestran automáticamente como un hito. En la Tabla 6.1 se muestran los hitos de los proyectos SCI.

Tabla 6.1.

Hitos del Proyecto de SCI

Hitos de proyectos SCI
<ul style="list-style-type: none">• Ingeniería básica.• Ingeniería de detalle.• Lista de equipos y materiales.• Lista de proveedores.• Disponibilidad de equipos y materiales.• Entrega de expediente técnico propuesto.• Entrega de presupuesto.• Entrega de cronograma de obra.• Revisión de ingeniería básica y detalle.• Verificación de campo.• Inicio de trabajos según cronograma y procura.• Protocolos de calidad.• Liberación de construcciones.• Pruebas con energía cero de equipos y materiales.• Protocolos de precomisionamiento.• Liberaciones de calidad.• Pruebas de funcionamiento en equipos y materiales.• Protocolos de comisionamiento.• Liberaciones por parte de calidad.• Entrega de documentación técnica.• Entrega de protocolos de calidad.• Entrega de documentos de mantenimiento.• Capacitación al personal de operaciones.

Fuente: Elaboración propia para el informe.

En el proyecto de detección y alarma de incendios en salas y subestaciones eléctricas se estima el costo aproximado en la Tabla 6.2:

Tabla 6.2.*Presupuesto del Proyecto de SCI***CUADRO RESUMEN PRESUPUESTO**

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL US\$
1	Costo Total de Labor (Construcción)	21258.02
2	Costo Total de Materiales (Procura)	133051.81
3	Costo Total de Equipo y Maquinarias (Construcción)	19816.63
4	Costo Total Subcontratos (Construcción)	0.00
	SUIB TOTAL COSTO DIRECTO	174126.45
5	Costo Total Supervisión (Ingeniería, gestión de Procura y Puesta en Marcha)	10454.29
6	Gastos Generales (Construcción)	22761.00
7	Gastos de Seguridad (Construcción)	3977.50
8	Utilidad (Construcción)	22058.69
	SUB TOTAL COSTO INDIRECTO	59251.48
	Costo Total US \$	233377.94
	I.G.V. US\$	42008.03
	TOTAL PRESUPUESTO US\$	275385.97

Fuente: Elaboración propia para el informe.

6.3 Beneficios de Implementación de Proyectos de Sistemas de Protección Contra Incendio

La protección contra incendios en las subestaciones y salas eléctricas es para prevenir y minimizar daños ocasionados por los casos fortuitos de fuego. Con la implementación del sistema de protección de incendios conseguimos:

- Minimizar que se produzcan accidentes en los trabajadores por incendios.
- Reducir daños producidos por el fuego en las salas y subestaciones eléctricas.
- Las salas eléctricas donde se encuentran equipos de comunicación están protegidas por sensores rápidos a la detección de incendio.

- Los equipos a la intemperie transformadores eléctricos están protegidos por sensores que están diseñados para la protección en ambientes con polución y lluvia como son los sensores de flama.
- Se implementa un monitoreo constante desde el Centro Integrado de Operaciones en salas y subestaciones eléctricas pertenecientes a las estaciones de bombeo.
- En muchos casos, las compañías de seguros, reducen el coste de la póliza, por disponer de sistemas adecuados de protección contra incendios por minimizar las pérdidas económicas a causa de incendios.

El sistema de protección de incendios también beneficia a la continuidad operativa de los procesos mineros ya que minimiza los daños por incendios fortuitos haciendo que la factibilidad de reparación y sustitución de equipos afectados sea económicamente viable, en tanto un incendio no controlado podría dejar inservibles la mayoría de equipos y materiales a su alcance y su reemplazo demandaría una mayor inversión y tiempo que afectaría las operaciones mineras. Hay que tener en cuenta que la producción en gran minería depende de la recuperación del agua y si no resguardamos las instalaciones adecuadamente podemos estar generando pérdidas económicas millonarias basados en la producción diaria de concentrado de cobre en el proyecto PAT (ver Tabla 6.3).

Tabla 6.3.

Estimado del Costo de Producción de Concentradora Toquepala

Producción de concentrado de cobre por día PAT (Toneladas)	120000.00
Costo por tonelada (USD)	60.00
Costo de Producción diaria (USD)	7,200,000.00

Fuente de elaboración propia para el informe

Conclusiones

- La implementación de los sistemas de detección y alarma de incendios confiable en salas y subestaciones eléctrica es un servicio necesario para poder notificar al personal presente en el área a evacuar.
- Implementar sistemas de detección y alarma en protección de incendios es económicamente factible y viable por reducir lesiones a trabajadores a causa de incendios fortuitos y minimizar los daños a equipos y materiales en salas y subestaciones eléctricas.
- La continuidad en la operación minera depende del proceso de recuperación de agua por tanto dejar fuera de servicio el sistema por incendio implica la parada obligada la concentradora produciendo pérdidas económicas a la minera.
- Entre las fallas intrínsecas al riesgo de incendio se encuentran el mantenimiento de los bujes del transformador, las maniobras inadecuadas que pueden darse en el sistema eléctrico, falta de capacitación al personal de mantenimiento y operación.
- Los sistemas de detección y alarma de incendios en salas y subestaciones eléctricas pueden activar mecanismos de protección automáticos y procedimientos para la supresión de los incendios.
- La detección por sensores de humo convencionales tiene un retardo de hasta cinco veces mayor que los sensores de detección de humo por aspiración, este resultado se obtuvo en un ambiente mediano (62 metros cuadrados).
- La detección de incendios por sensores de flama diseñada para los transformadores a la intemperie estima la detección temprana en 15 segundos como tiempo máximo después del inicio del conato de incendio.

- El diseño e implementación de sistemas de detección y alarma de incendios debe ser realizados por personal certificado y autorizado, la presencia de todos los especialistas y autoridades garantiza el proceso correcto de la implementación de los sistemas detección y alarma de incendio.
- Los sistemas de detección y alarma de incendio son un complemento imperativo para los sistemas de protección contra incendio, pudiendo estos activar dispositivos de supresión y comunicación con el personal especialista en control de incendios.
- La integración de los paneles de detección y alarma de incendio se logra de manera óptima con tarjetas NCM-F que adapta la comunicación por fibra óptica al anunciador de red NCA-2 al centro integrado de operaciones reduciendo el tiempo de alarma.
- Las salas eléctricas tienen protección de sensores de humo convencionales y a la vez el respaldo de detección por sensores de humo por aspiración.
- El panel de incendio Notifier NFS-320 tiene la opción de implementar un sistema de supresión por agua pulverizada en los transformadores ubicados en la intemperie y un sistema de supresión de incendios por agentes limpios en salas eléctricas.
- Desarrollar un plan de gestión que involucre a los interesados en sistemas de detección y alarma de incendio es determinante en la duración y el costo del proyecto.
- La gestión de proyectos basado en la guía PMBOK reduce los costos y viabiliza los hitos del proyecto.

Recomendaciones

- En la implementación de sensores de humo por aspiración se realizó tomando las condiciones ambientales de la ubicación de las estaciones de bombeo ya el tiempo de transporte del aire dependerá de la presión atmosférica del lugar, se recomienda considerar las condiciones ambientales donde se va instalar los sensores de aspiración.
- Se recomienda implementar sistemas de supresión de incendios para salas y subestaciones eléctricas. (En el proyecto SCI de SPCC esta para una futura etapa)
- La norma NFPA 72 y la EN 54 son los estándares que se deben de cumplir en la instalación de sistemas de detección y alarma de incendio, la similitud es considerable en cuanto a la ubicación de los dispositivos de detección y alarma de incendio.
- La norma que hace las recomendaciones del diseño y construcción en subestaciones eléctricas es la norma NFPA 850, el cual contempla los estándares constructivos y ubicación de transformadores dentro de una estación no propagadora de incendio.
- La implementación del sistema de detección y alarma de incendios se realizó por un diseñador e instalador autorizado, por lo que se recomienda involucrar a la autoridad competente y usuario en temas de desarrollo del proyecto.
- Los paneles FACP de detección y alarma de incendio si bien tienen la capacidad de monitorear y controlar un determinado número de dispositivos, se recomienda dejar un 30% libre para dispositivos que se puedan requerir en una ampliación futura.
- Si bien las alarmas audibles son necesarias en la evacuación de incendios se recomienda no exceder los límites permisibles en los estándares de salud.

Referencias Bibliográficas

- Alvarado Hernández, W. J. (2007). *Especificaciones Técnicas de Sistemas Contra Incendio en Transformadores de Alta Tensión*. Universidad de San Carlos, Guatemala.
- Asociación española de sociedades de protección contra incendios (2018). *Código práctico 2º edición de Protección de Incendios*, España.
- Asociación de Ingenieros Técnicos Industriales en Barcelona (2016). “*Sistemas de Detección y Alarma*”, España.
- Bosch Security (2019). *016589 Detector llama, IR3* [Archivo PDF]
<https://resources-boschsecurity-cdn.azureedge.net>.
- Chuga Meneses, O. G. (2019). “*Implementación de un Sistema de Alarma para Detección de Incendios, en el Edificio de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico en el Campus Universitario El Olivo*”, Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- D.S. 024-16 E.M. (2016). *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*, Normas legales de Perú.
- Emerson (2017). *Manual del Usuario Detector de Llama UV/IR 975 UR*, [Archivo PDF]
<https://www.emerson.com/documents/automation/manual-rosemount-975ur-detector-de-llama-uv-ir-es-es-1257636.pdf>.
- Martin Verdun E. (2018). *Proyecto de Instalación de Protección Contra Incendios en una Subestación Eléctrica*, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Sevilla.
- Gómez Perez, A. (2016). “*Entrevista a Adrián Gómez Pérez, nuevo presidente de Tecnifuego - AESPT*”, <https://www.interempresas.net>.
- Google maps 2019. *Ubicación de Estaciones de Bombeo limite Moquegua y Tacna*, <https://maps.google.com>.
- Hidrosistemas Baja del Perú (2019). *Proyecto: Sistema Contra Incendios para el Proyecto de Ampliación Toquepala (SCI PAT) Southern Peru*, Tacna.
- Notifier by Honeywell (2017). *Hoja de datos NFS-320 Notifier*, [Archivo PDF]
<http://notiseg.com>.

Mantilla Ordóñez, J. C. (2019). “*Diseño de un Sistema de Detección de Incendios en una Empresa de Hidrocarburos*”, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador.

Manssur Congrains, D. F. (2018). *Diseño y Presupuesto Para la Implementación de un Sistema de Protección Contra Incendios en la Subestación de 69 KV de la Universidad Católica de Santiago*, Guayaquil.

Mocada J. A. (2019). “*Fiabilidad, eficacia y costo-beneficio en sistemas contra incendios*”, Org. Latinoamérica de Protección de Incendios.

NFPA 70 (2008). *Código Eléctrico Americano*, EEUU.

NFPA 72 (2019). *Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización*, EEUU.

NFPA 850 (2020). *Recommended Practice For Fire Protection For Electric Generating*, EEUU.

Norambuena S. (2018). “*3° Congreso Internacional Protección Contra Incendio*, Chile.

Ortiz Hidalgo, N. T. (2011). *Guía Para la Protección Contra Incendios de Subestaciones Según Estándar IEEE 979*, Ecuador.

Prada J. (2018). “*Preingeniería Sistema Contra Incendios*”. <https://es.slideshare.net>.

Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations, EEUU.

Project Management Institute (2017). *PMBOK Guide 7 Edition*, EEUU.

Revista Conta Incendio (2018), *Importancia de los Sistemas contra Incendio*, [Archivo PDF] www.revistacontraincendio.com.

Rodriguez Palacios, J. L. (2017). *Diseño de un Sistema Contra Incendio para una Subestación Eléctrica con Transformador de Potencia*, Ecuador.

Secureweek (2019). *Detección rápida de calor para incendios en transformadores*, [Artículo en página web] <https://www.secureweek.com/2019/01/31/deteccion-rapida-de-calor-para-incendios-en-transformadores>.

Securiton AG. (2018). *Centrales Securifire 1000 – 2000*, [Archivo PDF] <https://www.securiton.com>.

Securiton AG. (2018). *Hoja de datos detectores de humo por aspiración ASD-531, ASD-532, ASD-533 y ASD 535* [Archivo PDF] <http://www.securiton-americas.com>.

Securiton AG. (2018). *Detectores de humos por aspiración SecuriSmoke ASD*, [Archivo PDF] <https://www.securiton.com>.

System Sensor (2006). *Hoja de datos sirena/estrobo P2RHK*, [Archivo PDF] <http://systemsensor.ca>.

Sociedad Nacional de Protección Contra Incendios (2017). “*Propuesta de modificación Norma A.130 del Reglamento Nacional de Edificaciones*”, Perú.

Tiburcio Hernández A. (2015). “*México: Incendio en subestación 375 MW 400/115 KV*”, Sector Electricidad.com.

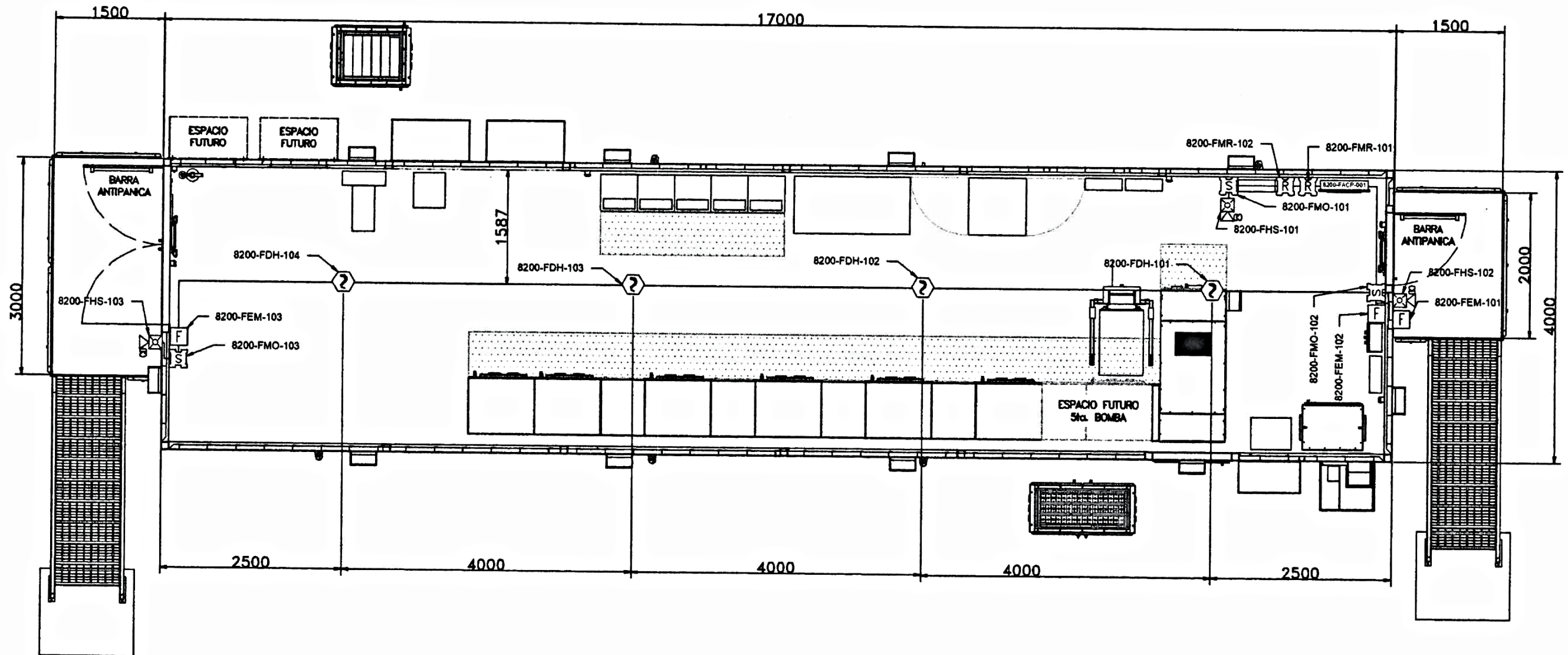
Trung Luong (2019). *Detección de Incendios y de Alarma con Arduino*, Finlandia.

Anexos

Anexo A

Planos de Electricidad e Instrumentación

Anexo A.1 Disposición de equipamiento SCI



LISTA DE MATERIALES					
ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION	TAG	MODELO	MARCA
01		PANEL DE ALARMA CONTRA INCENDIO	SCI	NFS-320-SP	NOTIFIER
02		DETECTOR DE HUMO	FDH	FSP-851	NOTIFIER
03		ESTACIÓN MANUAL DE ALARMA	FEM	NBG-12LXSP	NOTIFIER
04		MÓDULO RELE	FMR	FRM-1	NOTIFIER
05		MÓDULO DE CONTROL	FMO	FCM-1	NOTIFIER
06		SIRENA CON LUZ ESTROBOSCOPICA	FHS	P2RK	SYSTEM SENSOR

Anexo A.2 Diagrama unifilar SCI

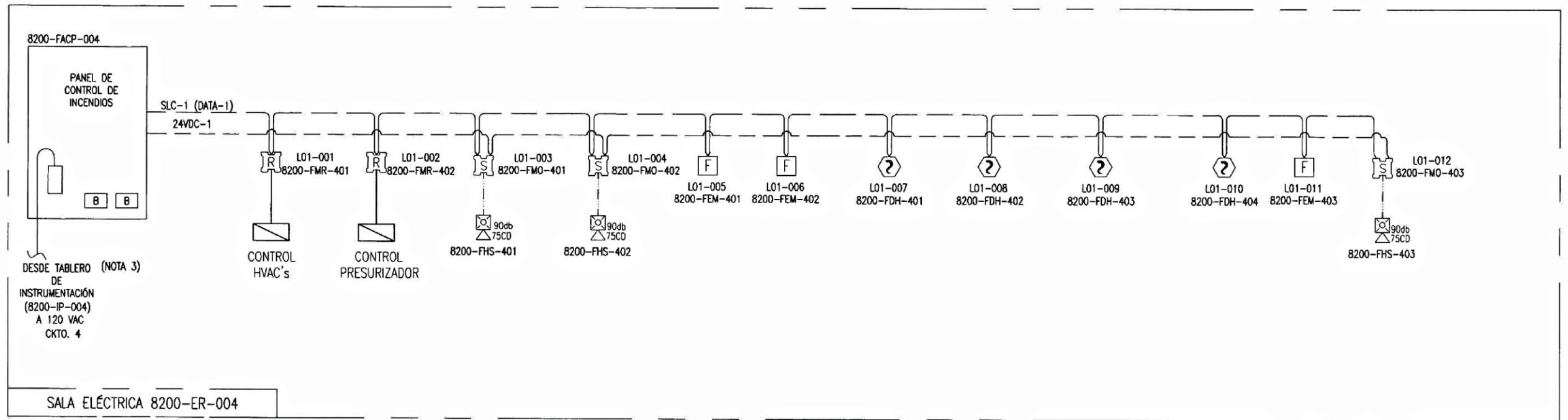


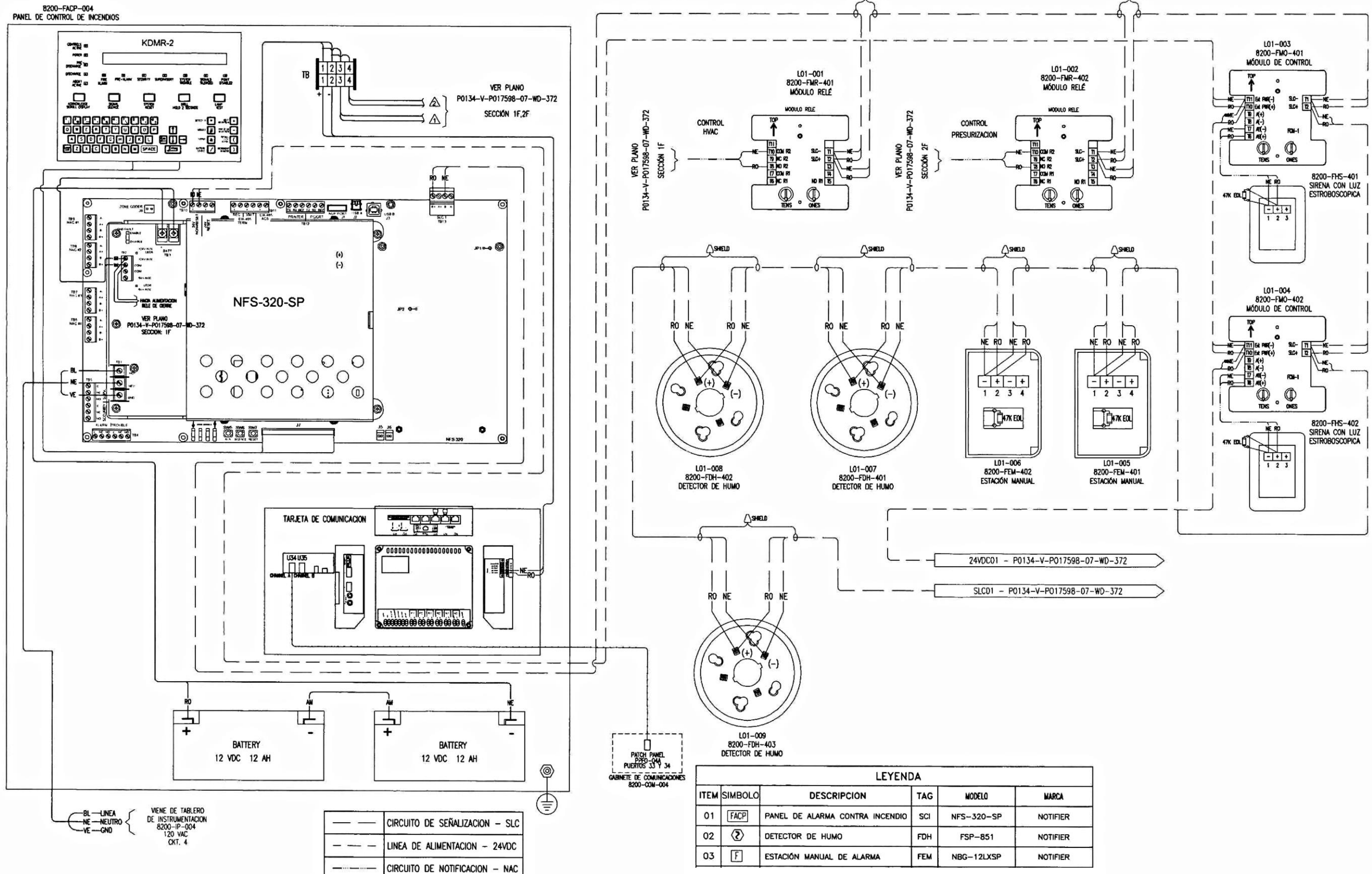
DIAGRAMA UNIFILAR – SISTEMA CONTRA INCENDIO

ESC: S/E

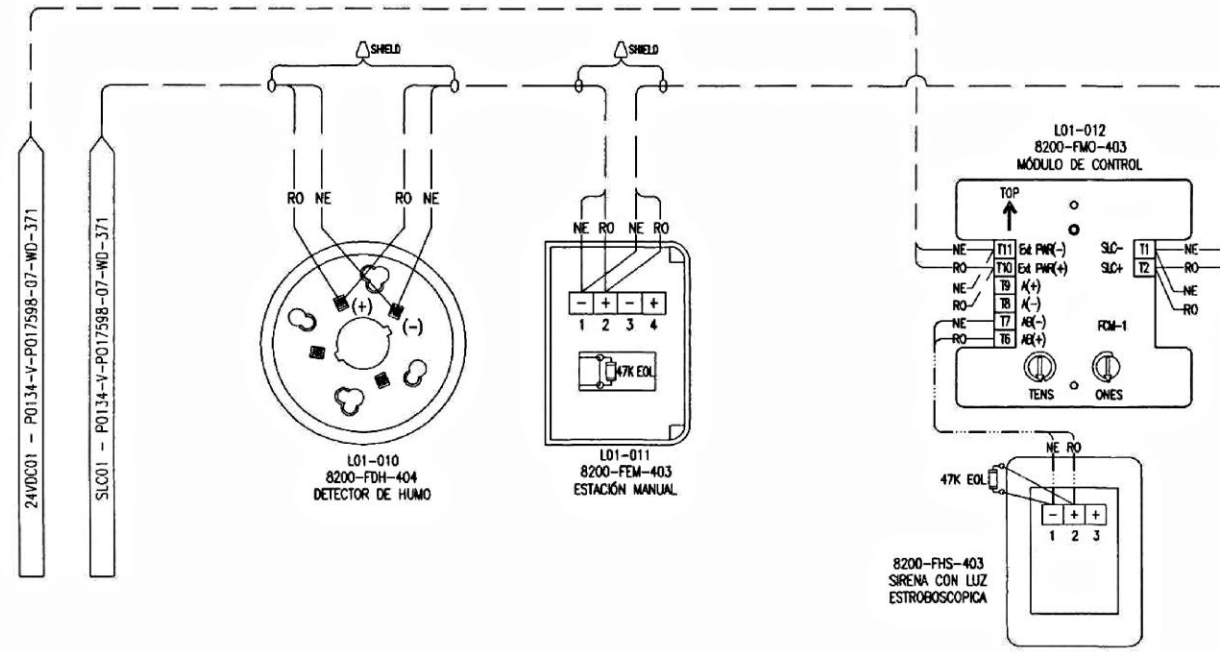
LEYENDA DE CABLES	
CABLE	DESCRIPCION
---	CIRCUITO DE LINEA DE SEÑAL (SLC) – DATA CABLE FPL 2x18 AWG
---	LINEA DE ALIMENTACION DE 24 VDC – CABLE FPLP 2x14 AWG
---	LINEA DE ALIMENTACION DE 120VAC-2x12 AWG
---	CIRCUITO DE LOS APARATOS DE NOTIFICACION (NAC)-2x16 AWG
---	CIRCUITO DE CONTROL POR RELE – CABLE 2x14 AWG

LISTA DE MATERIALES				
ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION	MODELO	MARCA
01	[FACP]	PANEL DE CONTROL DE INCENDIOS	NFS-320-SP	NOTIFIER
02	[?]	DETECTOR DE HUMO	FSP-851	NOTIFIER
03	[F]	ESTACION MANUAL DE ALARMA	NBG-12LXSP	NOTIFIER
04	[S]	MODULO DE CONTROL	FCM-1	NOTIFIER
05	[S]	SIRENA CON LUZ ESTROBOSCOPICA	P2RK	SENSOR SYSTEM
06	[R]	MODULO RELE	FRM-1	NOTIFIER

Anexo A.3 Diagrama de conexionado de equipos instrumentación SCI

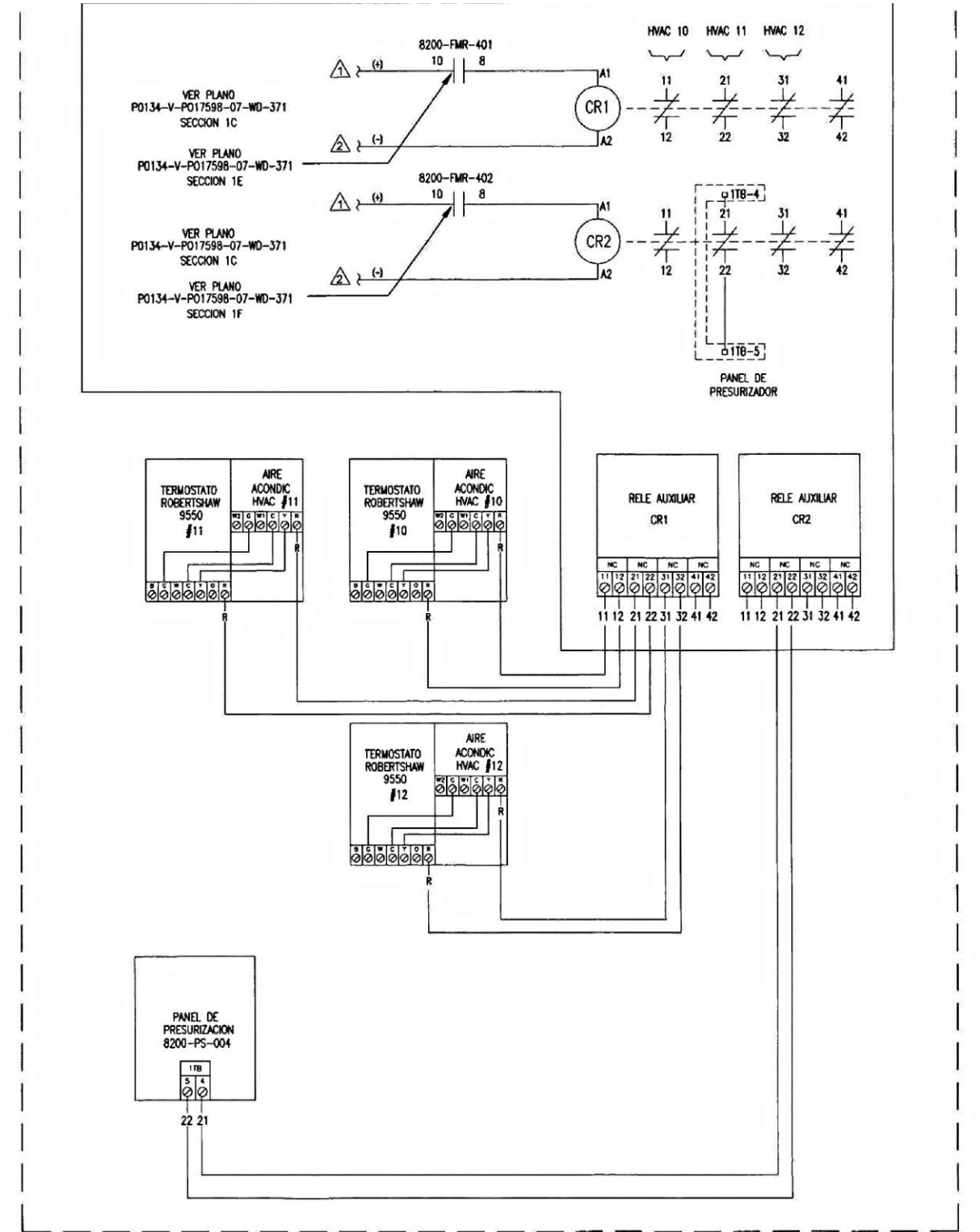


Anexo A.4 Diagrama de conexionado de equipos instrumentación SCI



LEYENDA					
ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION	TAG	MODELO	MARCA
01		PANEL DE ALARMA CONTRA INCENDIO	SCI	NFS-320-SP	NOTIFIER
02		DETECTOR DE HUMO	FDH	FSP-851	NOTIFIER
03		ESTACION MANUAL DE ALARMA	FEM	NBG-12LXSP	NOTIFIER
04		MÓDULO RELE	FMR	FRM-1	NOTIFIER
05		MÓDULO DE CONTROL	FMO	FCM-1	NOTIFIER
06		SIRENA CON LUZ ESTROBOSCOPICA	FHS	P2RK	SYSTEM SENSOR

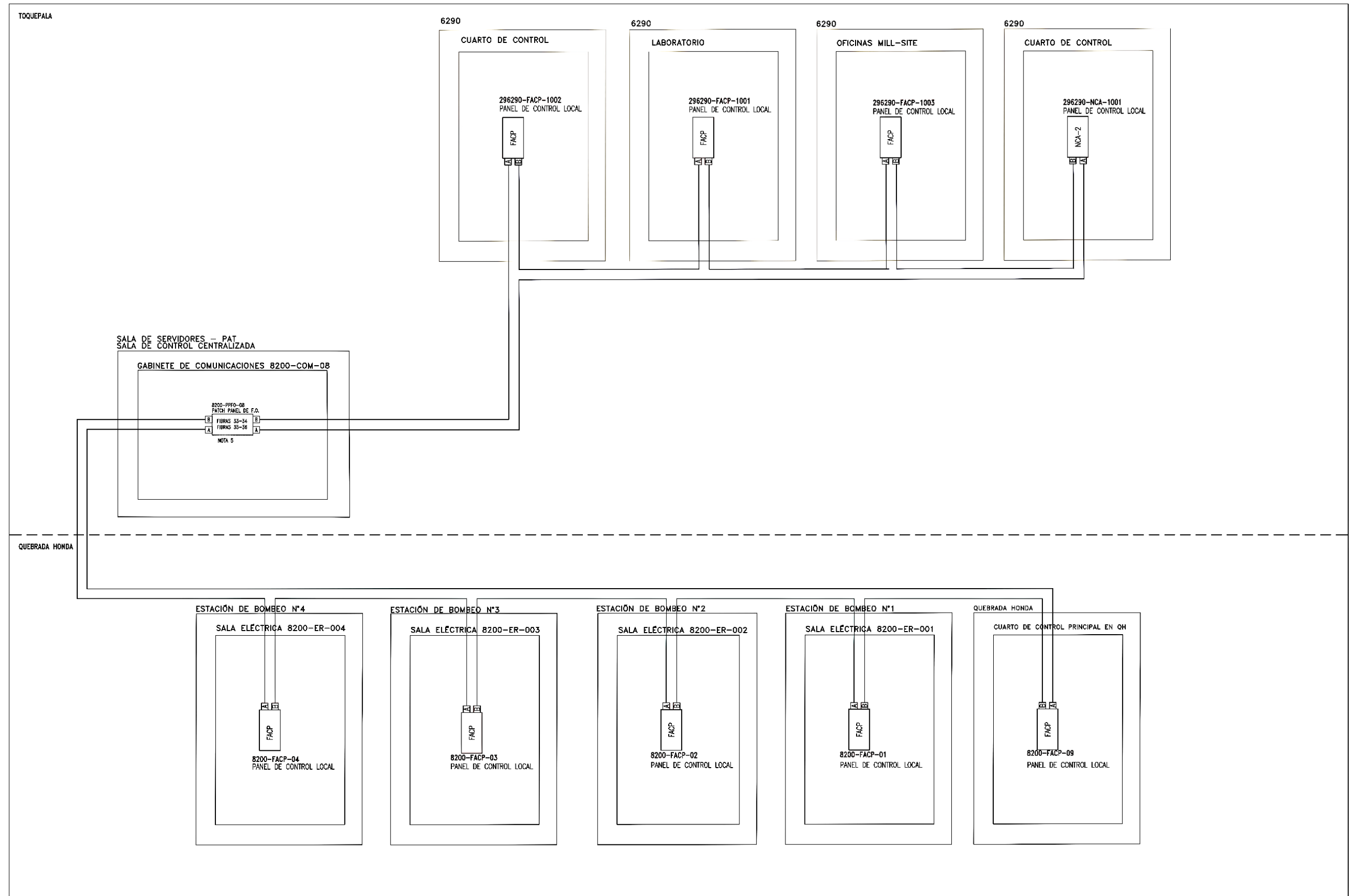
	CIRCUITO DE SEÑALIZACION - SLC
	LINEA DE ALIMENTACION - 24VDC
	CIRCUITO DE NOTIFICACION - NAC
	ALIMENTACION 220 VAC



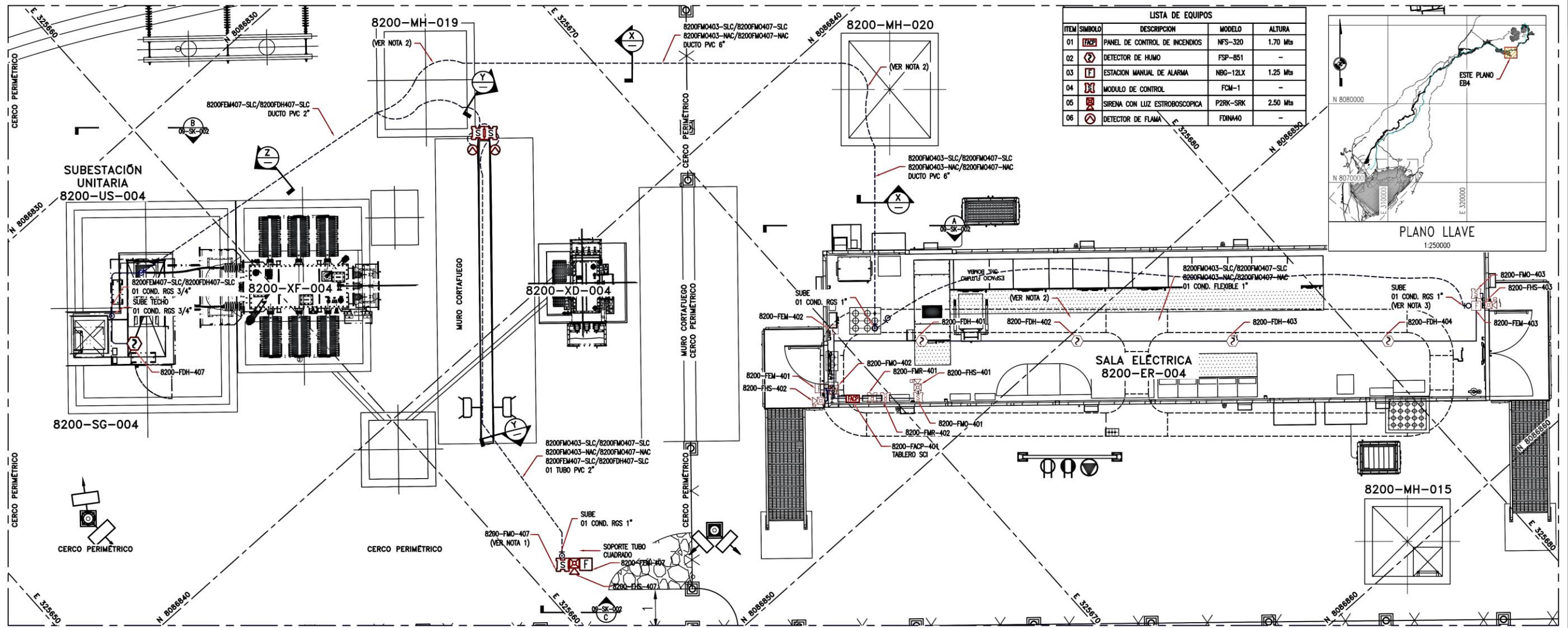
NOTA:
 1.- C1 Y C2: RELES REPETIDORES, PARA DESACTIVACIÓN DE HVACs Y PRESURIZADOR EN CASO DE INCENDIO.
 2.- CABLEADO Y SUMINISTRADO POR EL CLIENTE

Anexo A.5 Diagrama de comunicación Red SCI

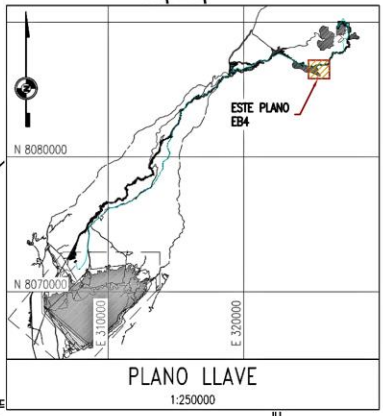
RED NOTIFIER QUEBRADA HONDA-TOQUEPALA EN ESTILO 7



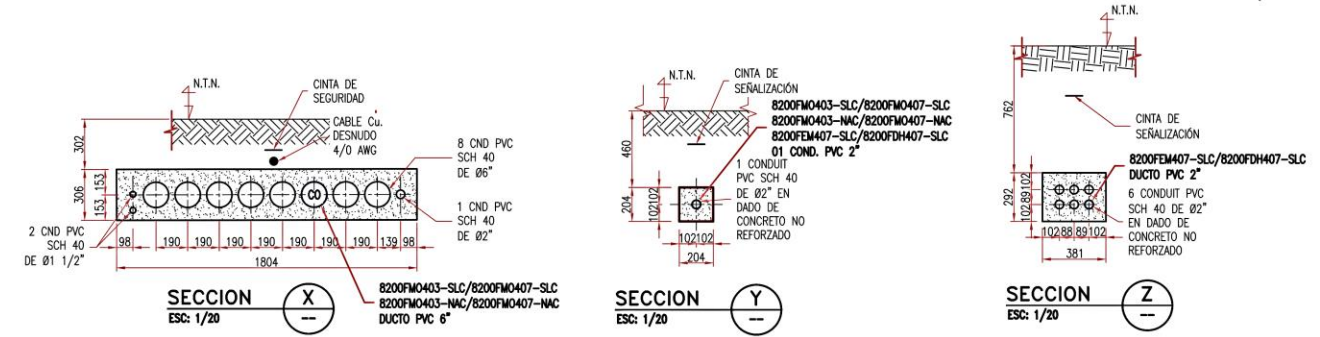
Anexo A.6 Distribución de equipos de detección y alarma de incendios



LISTA DE EQUIPOS				
ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION	MODELO	ALTURA
01	[Symbol]	PANEL DE CONTROL DE INCENDIOS	NFS-320	1.70 Mts
02	[Symbol]	DETECTOR DE HUMO	FSP-851	-
03	[Symbol]	ESTACION MANUAL DE ALARMA	NBQ-12LX	1.25 Mts
04	[Symbol]	MODULO DE CONTROL	FCM-1	-
05	[Symbol]	SIRENA CON LUZ ESTROBOSCOPICA	P2RK-SRK	2.50 Mts
06	[Symbol]	DETECTOR DE FLAMA	FDN40	-



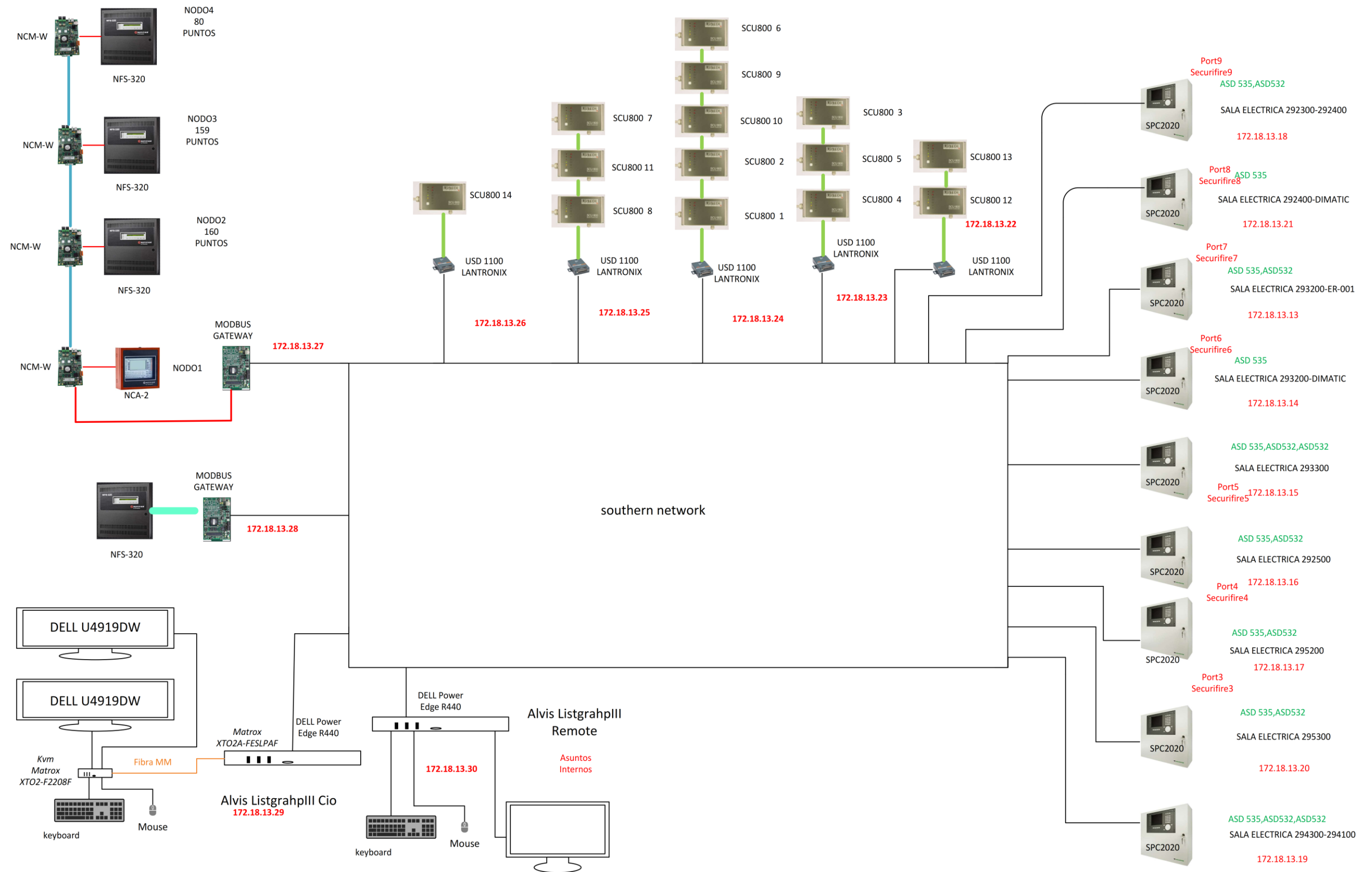
ESTACION DE BOMBEO 8200-EB-04
VISTA PLANTA
ESC: 1/50



Anexo B

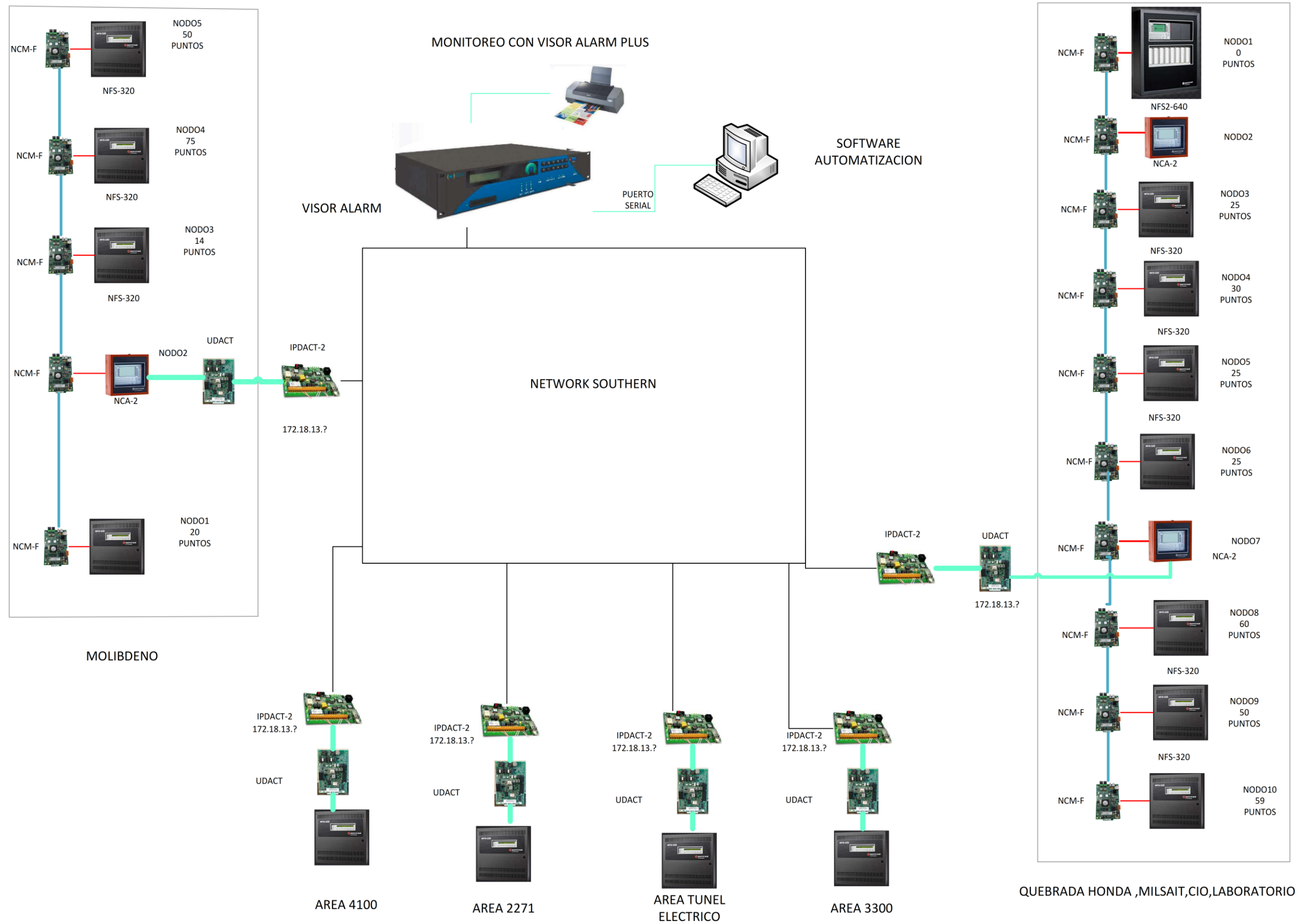
Arquitectura de Red y Comunicaciones

Anexo B.1 Desarrollo de la red SCI integrado a la red SPCC



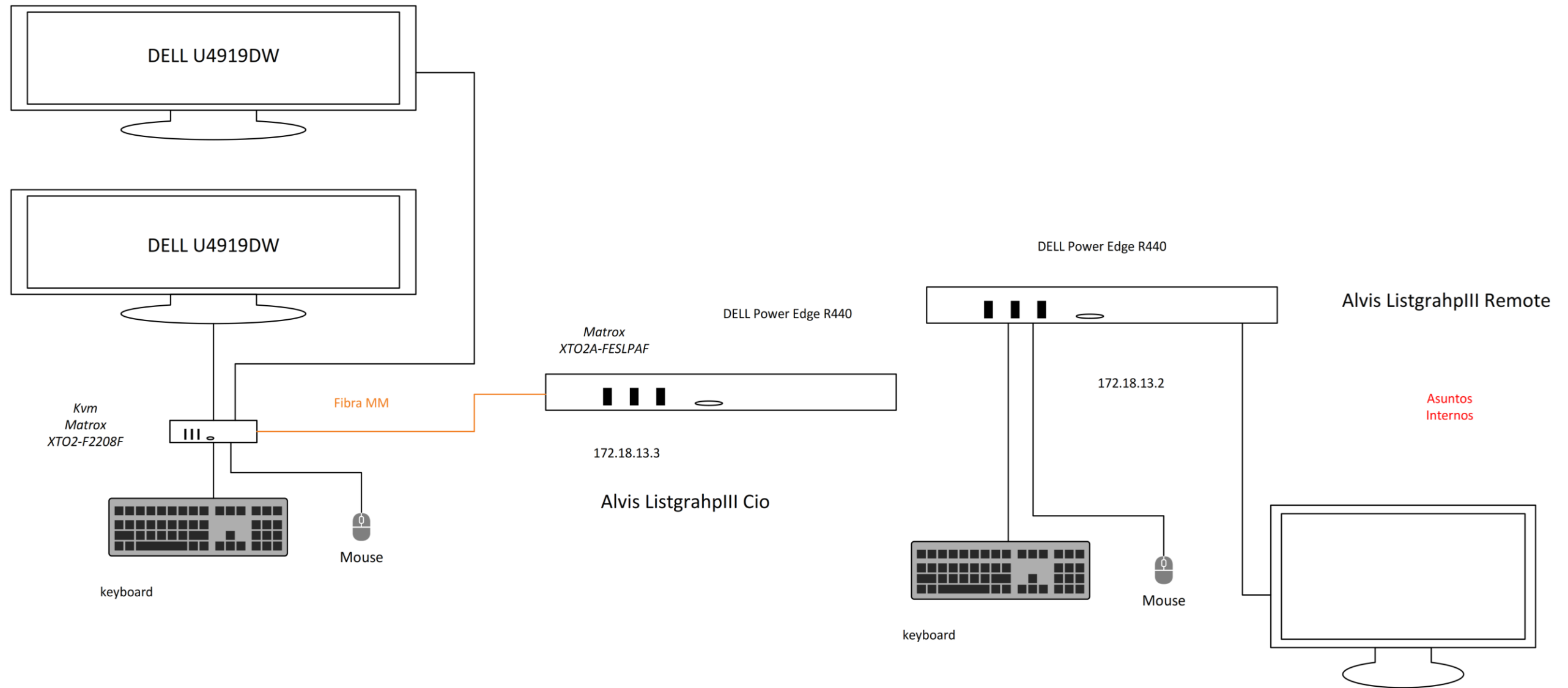
Fuente Hidrosistemas Baja del Perú SAC

Anexo B.2 Desarrollo de la red SCI integrado a la red SPCC



Anexo B.2 Desarrollo de la visualización de SCI en operaciones SPCC

Computers and Monitors



Fuente Hidrosistemas Baja del Perú SAC

Anexo C

Informe de Diseño Sistema de Detección de Humo por Aspiración

Informe sobre el proyecto: SALA ELECTRICA 8200-ER-001



Empresa:
Dirección:
Población:
Teléfono:

Proveedor del sistema:
HIDROSISTEMAS BAJA DEL PERU
Gral. Jose maria Egusquiza # 956
Pueblo Libre -Lima
+51 913044046

Cliente:
SOUTHERN
SISTEMA DE BOMBEO QUEBRADA HONDA
ILABAYA-TACNA

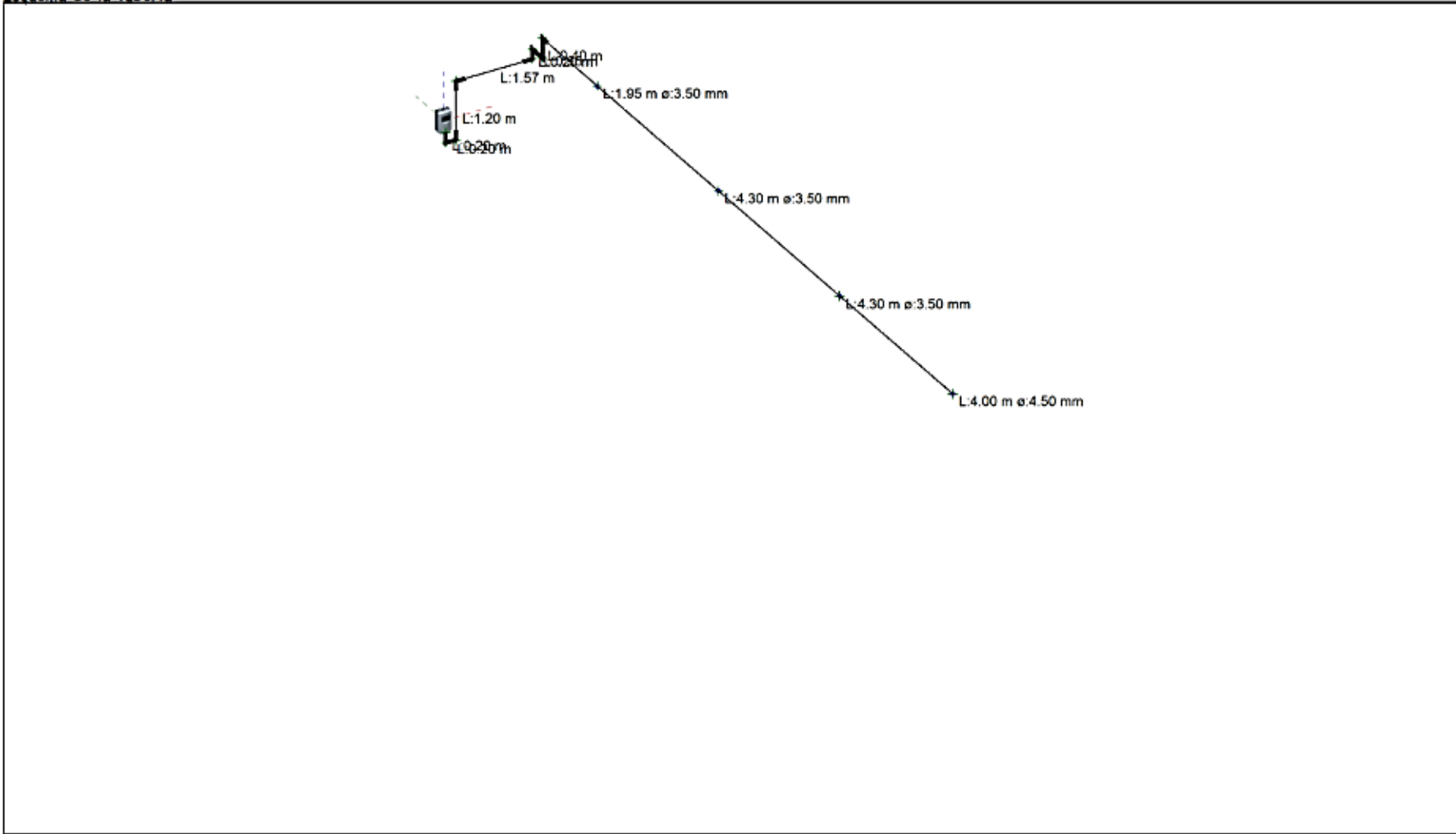
Comentario:

EN 54-20 clase	Conforme a EN 54-20	razones posibles
C	Si	
B	Si	
A	Si	

Nombre del proyecto:	SALA ELECTRICA 8200-ER-001
Fecha de creación del proyecto:	8/01/2020 07:43:34
Nivel de ventilador:	II
Temperatura ambiente [°C]	20
Presión ambiente [hPa]	970.0

	Tubería I	Tubería II
Máxima sensibilidad permitida del sensor de humo conforme a EN 54-20 clase C	1.621	--
Máxima sensibilidad permitida del sensor de humo conforme a EN 54-20 clase B	0.282	--
Máxima sensibilidad permitida del sensor de humo conforme a EN 54-20 clase A	0.096	--
Máximo tiempo de transporte [s]	37	--
Longitud total del conducto de aspiración [m]	18.67	--
Cantidad de puntos de aspiración	4	--

Esquema de la tubería:



C:\Users\Usuario de HB\Desktop\3200\QUEBRADA HONDA DEFINITIVO\SALA ER-001.report.gif



Componente	Descripción	RL	TL	S[C]	S[B]	S[A]	P	CV	ø	t	L cap	Comentario:
	(ASD) ASD 532		0.00					0.36		0		
A1	(TU 25 PVC) Tubo de aspiración D=25 mm PVC, I=5 m	0.20	0.20				57	0.36		0		
A2	(AN 25-90 PVC) Ángulo 90° D=25 mm PVC		0.20									
A3	(TU 25 PVC) Tubo de aspiración D=25 mm PVC, I=5 m	0.20	0.40									
A4	(AN 25-90 PVC) Ángulo 90° D=25 mm PVC		0.40									
A5	(TU 25 PVC) Tubo de aspiración D=25 mm PVC, I=5 m	1.20	1.60									
A6	(AN 25-90 PVC) Ángulo 90° D=25 mm PVC		1.60									
A7	(TU 25 PVC) Tubo de aspiración D=25 mm PVC, I=5 m	1.57	3.17									
A8	(AN 25-90 PVC) Ángulo 90° D=25 mm PVC		3.17									
A9	(TU 25 PVC) Tubo de aspiración D=25 mm PVC, I=5 m	0.20	3.37									
A10	(AN 25-90 PVC) Ángulo 90° D=25 mm PVC		3.37									
A11	(TU 25 PVC) Tubo de aspiración D=25 mm PVC, I=5 m	0.35	3.72									
A12	(AN 25-90 PVC) Ángulo 90° D=25 mm PVC		3.72									
A13	(TU 25 PVC) Tubo de aspiración D=25 mm PVC, I=5 m	0.40	4.12									
A14	(AN 25-90 PVC) Ángulo 90° D=25 mm PVC		4.12									
A15	(TU 25 PVC) Tubo de aspiración D=25 mm PVC, I=5 m	1.95	6.07									
A15 - 1	-1- Punto de aspiración / taladrado	1.95	6.07	6.370	1.110	0.380	48	0.09	3.50	8		
A16	(TU 25 PVC) Tubo de aspiración D=25 mm PVC, I=5 m	4.30	10.37									
A16 - 1	-1- Punto de aspiración / taladrado	4.30	10.37	6.560	1.140	0.390	46	0.09	3.50	14		
A17	(TU 25 PVC) Tubo de aspiración D=25 mm PVC, I=5 m	4.30	14.67									medido por Humberto y Mayer
A17 - 1	-1- Punto de aspiración / taladrado	4.30	14.67	6.670	1.160	0.400	44	0.09	3.50	22		
A18	(TU 25 PVC) Tubo de aspiración D=25 mm PVC, I=5 m	4.00	18.67									
A18 - 1	-1- Punto de aspiración / taladrado	4.00	18.67	6.350	1.100	0.380	44	0.09	4.50	37		

RL: Longitud relativa de este componente (distancia hasta previo punto de aspiración o codo) [m]
 TL: Distancia total desde el extremo del componente hasta el ASD [m]
 S[C]: Sensibilidad de este orificio de aspiración [%/m], cuando el umbral de alarma del sensor de humo está ajustado al valor arriba indicado (clase C)
 S[B]: Sensibilidad de este orificio de aspiración [%/m], cuando el umbral de alarma del sensor de humo está ajustado al valor arriba indicado (clase B)
 S[A]: Sensibilidad de este orificio de aspiración [%/m], cuando el umbral de alarma del sensor de humo está ajustado al valor arriba indicado (clase A)
 P: Presión [Pa]
 CV: Caudal volumétrico [litros/s] de este punto de aspiración
 ø: Diámetro [mm]
 t: Tiempo de transporte al ASD [s]
 L cap: Longitud de los capilares / derivación [m]



Lista de materiales:

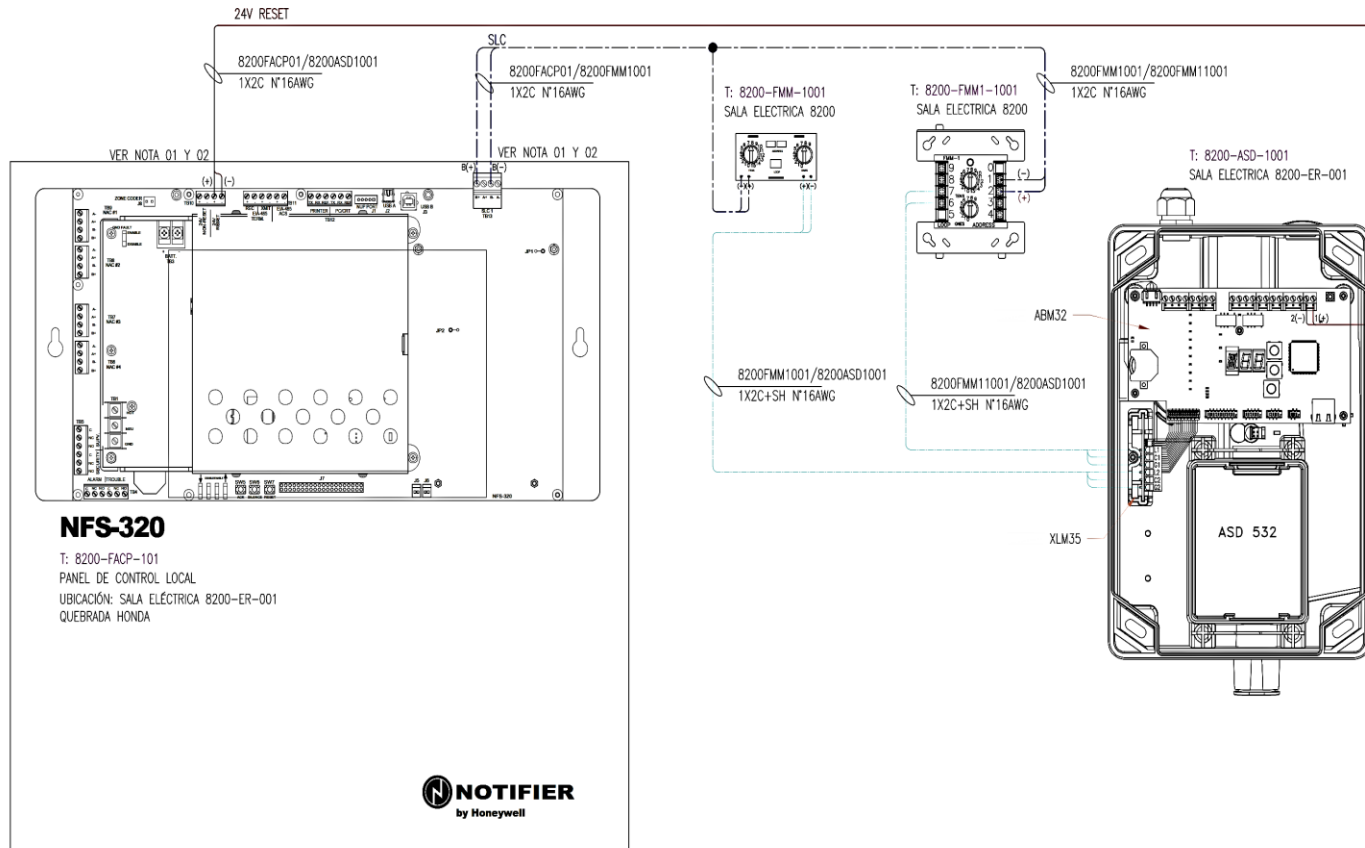
Componente	Número	Longitud [m]	Longitud de barra [m]	Cantidad de barras	Comentario:
(ASD) ASD 532	1				
(TU 25 PVC) Tubo de aspiración D=25 mm PVC, I=5 m	11	18.67	5.00	4	
(SO 25 PVC) Manguito D=25 mm PVC	5				
(AN 25-90 PVC) Ángulo 90° D=25 mm PVC	7				
(EC 25 PVC) Tapa final D=25 mm PVC	1				
(PC 25 PP) Abrazadera de fijación tipo Goema sin halógenos	19				



Anexo D

Detalles de conexionado ASD 532

SALA ELECTRICA: 8200-ER-001



GABINETE: 8200-FACP-101



NOMENCLATURA DE IDENTIFICACION DE CABLES



1. PARA IDENTIFICAR LOS HILOS DE CABLES SE REDUCE EL TAG COMO SE MUESTRA A CONTINUACION (EJEMPLOS):
 T: 8200FACP01-NM01(B+)
 T: 8200FACP01-SL02(B+)
 T: 8200NM001-C(+)

IDENTIFICACION DE DISPOSITIVOS

- FACP: PANEL DE CONTROL DE ALARMAS
- FMM: MINI MÓDULO MONITOR
- FMM1: MÓDULO MONITOR DIRECCIONAL
- ASD: DETECCIÓN DE ASPIRACION DE HUMO

NOMENCLATURA DE IDENTIFICACION



NOTAS:

1. ESTE PLANO SE ELABORÓ DE ACUERDO AL NFPA 72 NATIONAL FIRE ALARM AND SIGNALING CODE 72(N) Y A LOS CRITERIOS DE DISEÑO SECURITYON.
2. LOS DISPOSITIVOS SE CONECTARÁN AL PANEL DE CONTROL DE ALARMAS EXISTENTE.
3. EL CABLEADO DE 24V RESET Y LAZO DE CONTROL SLC SE CONECTARÁN AL PANEL DE CONTROL DE ALARMAS EXISTENTE.

Fuente Hidrosistemas Baja del Perú SAC

Anexo E

Estudio de Análisis de Riesgo

**ESTUDIO DE ANALISIS DE RIESGOS
SISTEMA DE PROTECCION CONTRA
INCENDIO**

**PROYECTO HPGR OPTIMIZACION Y
AMPLIACION DE LA CONCENTRADORA
TOQUEPALA**

DOCUMENTO N°
PATCT-BA-297100-06-ER-001
REV.0



**SOUTHERN PERU COPPER
CORPORATION**

CONTRATO N° L7-T23-003

Rev.	Fecha	Por	Revisado	Aprobado	Descripción
3	23/02/ 2018	J.G.	M.B.	J.C.	Emitido para Aprobación por Cliente

1.1 Objetivos del Estudio

Los principales objetivos del Estudio de Análisis de Riesgo son:

- Identificación de los Riesgos principales de Incendio y Explosión de las Áreas analizadas, en base a su probabilidad de ocurrencia así como su incidencia en el Costo de la operación y el Riesgo para el personal de planta.
- Establecer un Cuadro de riesgos en base a su calificación como Alto y Medio a fin de que sirva de base para las recomendaciones de protección contra incendio.
- Recomendar los requerimientos mínimos necesarios (en base a un criterio de costo-beneficio) que deben tener los sistemas contra incendio en las áreas analizadas, en base al tipo de Riesgo (Alto, Medio) establecido, los cuales garanticen una respuesta óptima caso de emergencia para las áreas a proteger.

1.2 Normativa de referencia

La normativa aplicada para este estudio se basa en las normas que rigen las actividades de protección contra incendio y seguridad ocupacional en las distintas áreas de minería e industria que aplican para este caso, las cuales son como sigue :

NORMAS NACIONALES :

Las normas nacionales que aplican para el Estudio son las que siguen :

D.S.No. 052-93-EM	: Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos
D.S. 024-16 EM	: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería
RNE-Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma A.130	
E.020	: norma de cargas peruanas.
E.030	: Diseño de resistencia a temblores.
E.090	: Estructuras metálicas
R.M. NO 427-2001-MTC	: Norma técnica de construcción

NTP 350.043-1 . Extintores Portátiles (Indecopi)
Codigo Nacional de Electricidad – Utilización

NORMAS INTERNACIONALES (NFPA)

Las normas internacionales mas reconocidas en el rubro de sistemas contra incendio, a las cuales hacen referencia las normas nacionales, son en su mayoría las normas de la National Fire Protection Association de EEUU (NFPA) , de las cuales se detalla las que aplicarían para nuestro Estudio:

- NFPA 1. Fire Code Standard para extinguidores de fuego portátiles.
- NFPA 10. Standard para extinguidores de fuego portátiles.
- NFPA 11. Standard para espuma de baja expansión.
- NFPA 13. Standard para la instalación de Sistema de aspersores.
- NFPA 14. Standard para la instalación de tubería vertical y Sistema de mangueras.
- NFPA 15. Standard para sistemas de rociado de agua para la protección contra el fuego.
- NFPA 16. Standard para la instalación de los sistemas de rociadores de agua-espuma y los sistemas de rociadores de agua-espuma.
- NFPA 17. Standard para el sistema de extinguidores de químico seco.
- NFPA 20. Standard para la instalación de las bombas centrífugas contra incendios.
- NFPA 22. Standard para los tanques de agua para la protección privada contra el fuego.
- NFPA 24. Standard para la instalación de la red de servicios privados de incendios y sus accesorios.

- NFPA 25. Standard para la inspección, prueba, y mantenimiento de agua basado en sistemas de protección contra incendios.
- NFPA 30. Código de líquidos y combustibles inflamables.
- NFPA 37. Instalación y uso de motores estacionarios de combustión y turbinas de gas.
- NFPA 45. Standard para la Protección Contra Incendio de Laboratorios que utilizan Químicos.
- NFPA 70. Código eléctrico nacional.
- NFPA 72. Código nacional de alarma contra incendio.
- NFPA 75. Standard para la protección de equipos tecnológicos de información.
- NFPA 101. Código de seguro de vida.
- NFPA 122 – Código para Actividades Mineras Metálicas y No Metálicas e Instalaciones de Procesamiento de Minerales
- NFPA 550 – Guía del Árbol de Decisiones para la Seguridad contra Incendios
- NFPA 551 – Guía para la Evaluación de los Riesgos de Incendio
- NFPA 850. Recomendaciones prácticas para la protección de incendios para plantas de generación eléctrica y estaciones de conversión de alto voltaje.
- NFPA 2001. Sistemas de extinción de incendios de agente limpio.
- FACTORY MUTUAL - FM D.S.0711 – Protección de Fajas
- FACTORY MUTUAL – FM D.S.0712 – Protección de Instalaciones Mineras

- FACTORY MUTUAL – FM D.S.0504 – Protección de Transformadores
- FACTORY MUTUAL – FM D.S.0531 – Protección de Bandejas y Barras Eléctricas

2. METODOLOGIA DE TRABAJO

2.1. Descripción de Metodología

La Metodología empleada es la que se conoce como Método “ What if?” o “Que pasa si?...” Este es un método donde se hace una lluvia de ideas en la cual el grupo de gente experimentada familiarizada con el proceso en cuestión realiza preguntas a cerca de algunos eventos indeseables o situaciones que comiencen con la frase “Qué pasa si”.

El propósito es la identificación de peligros, situaciones riesgosas, o específicos eventos accidentales que pudiesen producir una consecuencia indeseable. Un grupo experimentado de personas identifica posibles situaciones de accidente, sus consecuencias, protecciones existentes, y entonces sugieren alternativas para la reducción de los riesgos.

Cada área es analizada por un grupo de especialistas con los conocimientos suficientes donde las preguntas se refieren a cualquier condición anormal relacionada con la concentradora.

Este método normalmente revisa el proceso a lo largo de todo el ciclo de producción, a efectos de identificar y cuantificar los riesgos presentes a lo largo de todo el ciclo de producción.

2.2. Evaluacion de Riesgos

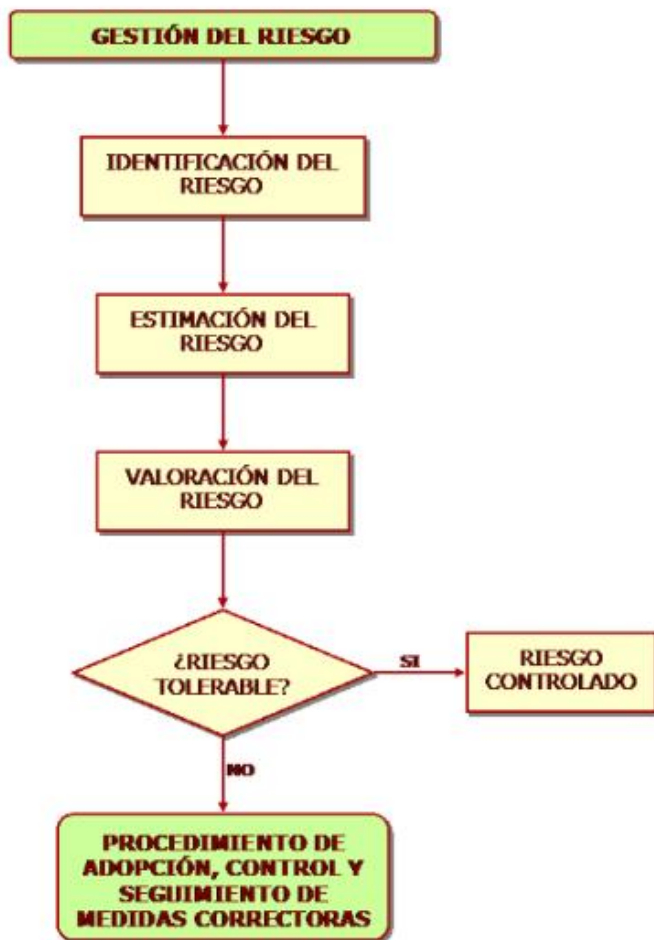
Este método de evaluación se emplea para los riesgos que se pueden presentar en las instalaciones de la Concentradora y en los puestos de trabajo para los cuales existe una legislación nacional y referente internacional en cuanto a estándares de protección contra incendios .

La Evaluación del Riesgo empieza por la **Identificación del Riesgo**, seguidamente se pasa a realizar una Lluvia de Ideas bajo la pregunta “Que Pasa Si?....” con el objeto de **Identificar la mayor cantidad de Riesgos**.

Una vez identificados los Riesgos se realiza la **Estimación del Riesgo** , la cual depende de la **Frecuencia y Consecuencias** en cada Riesgo, con lo cual obtenemos una **Valorización del Riesgo**

Luego surge la pregunta **¿Riesgo Tolerable?** Si la respuesta es sí, el Riesgo es Controlado, y si la respuesta es **NO**, se pasa al **Procedimiento de Recomendación de Medidas de Protección y Control** de Riesgo a fin de reducirlo y hacerlo tolerable.

Fig. 1 – Flujograma de Evaluación de Riesgos



2.2.1 Identificación del Riesgo

La identificación del Riesgo tiene como objetivo identificar los posibles escenarios de incendio en las instalaciones bajo análisis.

El escenario típico para un riesgo de incendio que nos ocupa es el siguiente:

1) Ignición que provoca un incendio:

Se basa en identificar el evento más probable en un entorno en particular, por ejemplo el sobrecalentamiento de un rodillo en una faja de transporte de mineral. El monitoreo de la temperatura de la faja ayudaría a mitigar este riesgo.

2) Crecimiento del incendio

Se basa en todos los probables desarrollos de un incendio, desde incendios por combustión sin llama hasta incendios por combustión súbita generalizada. Los sistemas de protección contra incendios, tales como rociadores, compartimentación y cierrapuertas pueden contribuir en la contención de estos incendios y reducir sus riesgos consecuentes. La reducción del riesgo depende de la confiabilidad y efectividad de los sistemas de control de incendios.

3) Propagación del humo

Se basa en la propagación del humo hacia las rutas de egreso críticas y otros sectores de una instalación.

Los sistemas de protección contra incendios, tales como los sistemas de control de humo pueden contribuir en la contención del humo y reducir sus riesgos. La reducción del riesgo depende de la confiabilidad y efectividad de los sistemas de control de humo.

4) Exposición de los ocupantes

Se basa en el bloqueo de las rutas de egreso por humo e incendio. Los sistemas de protección contra incendios, tales como alarmas de incendio, rutas de egreso libres y áreas de refugio pueden contribuir en la emisión de una alerta temprana para los ocupantes y a dirigirlos hacia ya sea la evacuación de la instalación o la búsqueda de refugio en determinadas áreas confinadas. La reducción del riesgo depende de la confiabilidad de los sistemas de alerta y evacuación.

5) Respuesta de la Unidad de Bomberos en Planta

Se basa en la respuesta de la unidad de Bomberos en Planta. Un procedimiento de

notificación apropiado y adecuados recursos de la unidad de bomberos contribuirían en la mitigación y/o rescate de los ocupantes atrapados y en el control del incendio. La reducción del riesgo depende de la confiabilidad del procedimiento de notificación y de que los recursos de la unidad de bomberos sean los adecuados.

Identificación de los Escenarios de Riesgo de Incendio:

El objetivo de la selección de los escenarios de riesgo de incendio que se van a analizar es encontrar un conjunto de riesgos / escenarios lo suficientemente diversos y representativos, de modo que el análisis del riesgo para estos escenarios capture el riesgo general de incendio para la instalación.

Los riesgos/escenarios pueden ser agrupados en conjuntos de riesgos/ escenarios. Se selecciona el mayor riesgo/ escenario representativo de cada conjunto para fines del análisis de las consecuencias.

Si se cuantifican las posibilidades de los riesgos/ escenarios, la frecuencia del conjunto es la suma de las frecuencias de los riesgos/ escenarios individuales de cada conjunto.

2.2.2. Estimación del Riesgo

Para efectos de la Estimación del Riesgo debemos considerar los requerimientos del D.S. 024-16 EM "Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería", el cual define en el Anexo 7, para cada tipo de Riesgo, los valores de ocurrencia y severidad, los cuales se presentan a continuación.

1) Estimación de la Ocurrencia del Riesgo:

Los criterios para la valorización de la ocurrencia del Riesgo están definidos en la Matriz de Ocurrencia que se especifica en el D.S. 024-16 EM, la cual se presenta a continuación:

Fig. 2 - Matriz de Ocurrencia

PROBABILIDAD	CRITERIOS	
	Probabilidad de frecuencia	Frecuencia de exposición
Común (muy probable)	Sucede con demasiada frecuencia.	Muchas (6 o más) personas expuestas. Varias veces al día .
Ha sucedido (probable)	Sucede con frecuencia.	Moderado (3 a 5) personas expuestas varias veces al día.
Podría suceder (posible)	Sucede ocasionalmente.	Pocas (1 a 2) personas expuestas varias veces al día. Muchas personas expuestas ocasionalmente .
Raro que suceda (poco probable)	Rara vez ocurre. No es muy probable que ocurra.	Moderado (3 a 5) personas expuestas ocasionalmente .
Prácticamente imposible que suceda.	Muy rara vez ocurre. Imposible que ocurra.	Pocas (1 a 2) personas expuestas ocasionalmente.

2) Estimación de la Severidad del Riesgo:

Los criterios para la valoración de la severidad del Riesgo estan definidos en la Matriz de Severidad que se especifica en el D.S. 024-16 EM , la cual se presenta a continuación:

Fig. 3 - Matriz de Severidad

SEVERIDAD	CRITERIOS		
	Lesión personal	Daño a la propiedad	Daño al proceso
Catastrófico	Varias fatalidades. Varias personas con lesiones permanentes.	Pérdidas por un monto mayor a US\$ 100,000	Paralización del proceso de más de 1 mes o paralización definitiva.
Mortalidad (Pérdida mayor)	Una mortalidad. Estado vegetal.	Pérdidas por un monto entre US\$ 10,001 y US\$ 100,000	Paralización del proceso de más de 1 semana y menos de 1 mes
Pérdida permanente	Lesiones que incapacitan a la persona para su actividad normal de por vida. Enfermedades ocupacionales avanzadas.	Pérdida por un monto entre US\$ 5,001 y US\$ 10,000	Paralización del proceso de más de 1 día hasta 1 semana.
Pérdida temporal	Lesiones que incapacitan a la persona temporalmente. Lesiones por posición ergonómica	Pérdida por monto mayor o igual a US\$ 1,000 y menor a US\$ 5,000	Paralización de 1 día.
Pérdida menor	Lesión que no incapacita a la persona. Lesiones leves.	Pérdida por monto menor a US\$ 1,000	Paralización menor de 1 día.

2.2.3 Valorización del Riesgo

Para efectos de la Valorización del Riesgo se toman en cuenta los criterios que se encuentran en las matrices de Evaluación y de Nivel del Riesgo , que se hallan en el Anexo 7 del DS-024-16 EM :

1) Matriz de Evaluación del Riesgo:

Los criterios para la elaboración de la Matriz de Evaluación del Riesgo utilizan los niveles de probabilidad Vs las categorías de gravedad para representar el eje de una matriz de riesgos de dos dimensiones (ver NFPA 551, Ed.2016 , Fig.A.5.2.5) Este método se basa en asignar a cada riesgo un nivel de probabilidad y una categoría de gravedad.

Para efectos de este estudio vamos a tomar como referencia la Matriz de Evaluación de Riesgo que se encuentra en el Anexo 7 de la D.S. 024-16 EM, la cual tiene los mismos conceptos de a matriz que se halla en la Norma NFPA 551.

Fig. 4 - Matriz de Evaluación del Riesgo

SEVERIDAD	Catastrófico	1	1	2	4	7	11
	Mortalidad	2	3	5	8	12	16
	Permanente	3	6	9	13	17	20
	Temporal	4	10	14	18	21	23
	Menor	5	15	19	22	24	25
			A	B	C	D	E
		Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda	
		FRECUENCIA					

2) Matriz de Nivel del Riesgo:

Se realizó la evaluación de cada tipo de Riesgo/ Escenario dando como resultado una Escala de Riesgo que podía resultar en una de las siguientes categorías, las cuales se basan en la Matriz del Nivel de Riesgo que se encuentra en el Anexo 7 del DS-024-16 EM:

Fig. 5 - Matriz de Nivel del Riesgo

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE MEDIDA CORRECTIVA
ALTO	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paralizan los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS
MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata	0-72HORAS
BAJO	Este riesgo puede ser tolerable.	1 MES

Riesgo ALTO:

Cuando el Riesgo resultante es ALTO se debe proceder a aplicar las medidas que conlleven a reducir el riesgo dentro de un calculo de costo-beneficio y a controlarlo en caso de ocurrencia. En este caso se adoptaron medidas de control que se activen de manera automática sin intervención de las brigadas contra incendio.

Riesgo MEDIO :

Cuando el Riesgo resultante es MEDIO se debe proceder a aplicar medidas que reduzcan el Riesgo a fin de llevarlo a un nivel Bajo. En este caso se adoptaron medidas de control que se activen de manera manual con intervención de las brigadas contra incendio.

Riesgo BAJO:

Cuando el Riesgo resultante es BAJO se adoptan medidas que aseguren que el riesgo se mantenga como tal . Normalmente estas medidas son mas del tipo de supervisión y/o administrativo que aseguren se mantenga un nivel de riesgo bajo.

3.3.3.28 Sub Sistema Sub Estacion Electrica Transformacion

Este Subsistema esta compuesto por la Sub Estación Eléctrica Transformacion la cual se encuentra entre las Fajas cerca al área de los Espesadores 5100 . La subestación esta compuesta de cuartos eléctricos y 02 transformadores en exterior.

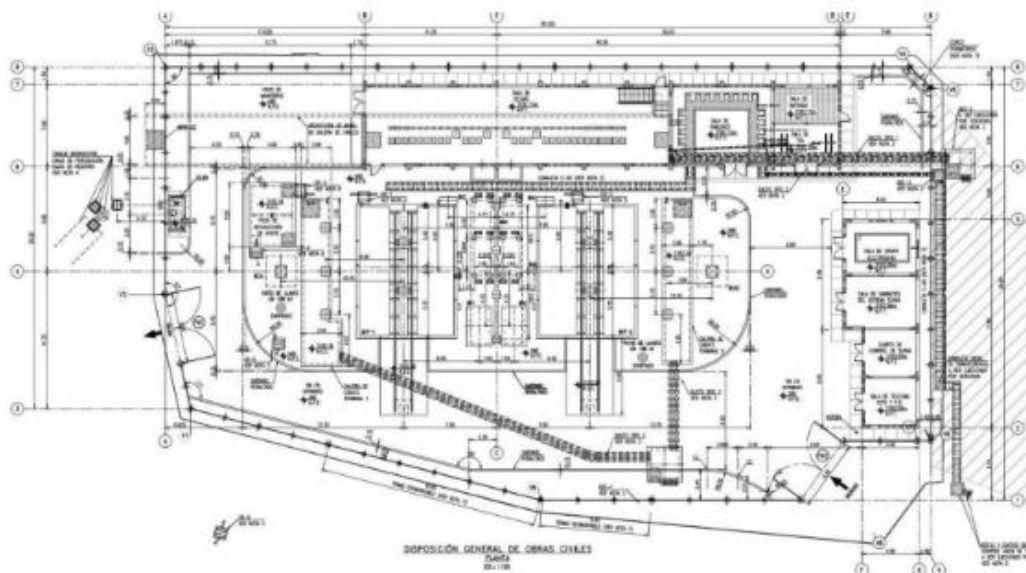


Fig. 62 Sub Estación Eléctrica

Los equipos principales contenidos en esta área son:

- Transformadores de Potencia (2 x 120MVA)
- Sala de Telecom CCTV y FO
- Cuarto de Control de Scada
- Sala de Tableros de Scada
- Sala de Grupo Electrogenerador
- Sala de Tableros
- Sala de Baterías
- Sala de TSA
- Sala de Celdas



Fig. 63 Subestación de Transformación

3.3.3.29 Sub Sistema Cuarto De Control

Este Subsistema esta compuesto por el Edificio de Control desde el cual se monitorearan las actividades de la nueva Concentradora.

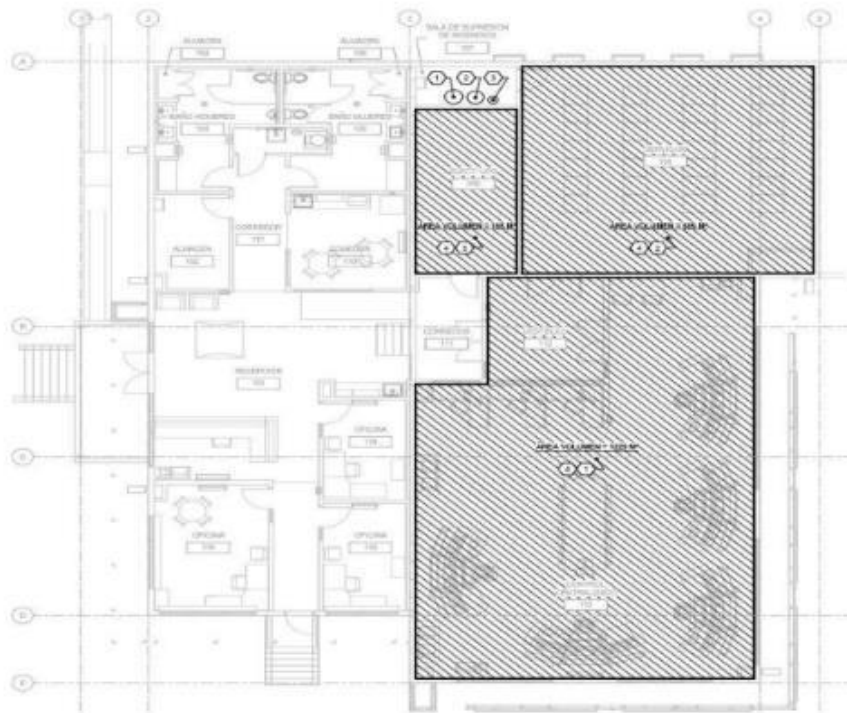


Fig. 64 Edificio de Control

El Edificio de Control tiene 03 ambientes con equipos considerados críticos los cuales estan sombreados en la Fig. que se presenta:

- Cuarto de Control Centralizado
Contiene equipos de control , Terminales de PC donde el personal de monitoreo estará trabajando 24 hrs.
- Cuarto de Servidor
Contiene Tableros Electricos y Servidores , considerados críticos para la operacion
- Cuarto de UPS
Contiene el equipo de respaldo de UPS y sus respectivos tableros.

Estos ambientes se encuentran con Sistema de AACC separado, puertas cortafuego y

ambientes sellados para efectos de ser protegidos mediante sistema de descarga automatico.

Luego tenemos un área de oficinas administrativas de apoyo a las actividades de la ampliación .

4. **ANALISIS DE RIESGO EN LAS INSTALACIONES**

A continuación se realizara el Analisis de Riesgo en cada una de las instalaciones que forman parte del presente estudio.

4.1 **Resultado de Evaluacion de Riesgos**

Luego de realizar la evaluación de riesgos de acuerdo a las matrices de riesgo mencionadas en el Cap. 3 se obtuvieron los siguientes resultados para los cuales se muestra la siguiente Tabla resumida:

Tabla 4.1

Instalacion	Riesgo Alto	Riesgo Medio	Riesgo Bajo
OPTIMIZACION HPGR			
Edificio HPGR 222 + fajas		X	
Edificio Silo 222 + fajas		X	
Edificio Transferencia 222 + fajas		X	
Sub Estación HPGR 223		X	
Areas comunes Optimizacion HPGR 224 (Hidrantes)			X
Areas Comunes PAT (Hidrantes)			X
Pila Intermedios + Tunel + Faja 2300	X		
Chancado y Clasificacion Secundaria 2400 +fajas		X	
Chancado y Clasificacion Terciaria 2500 + fajas		X	
Edificio de Molienda 3200		X	
Edificio de Flotación 3300			X
Edificio de Remolienda 3400			X
Espesador de Concentrado Colectivo 3500			X
Tanque de Acido 3700			X

Instalacion	Riesgo	Riesgo	Riesgo
	Alto	Medio	Bajo
Sistema de Recuperacion de Agua 4300			X
Planta de Floculantes 4500			X
Espesador de Relaves 3x1 , 2271			X
Planta de Filtros de Cobre 5200			X
Planta de Molibdeno 5300			X
Almacen de Concentrado y Carguio 5400			X
Planta de Reactivos y Combustibles 5500	X		
Planta de NASH 5600			X
Planta de Nitrogeno 5700			X
Planta de Cal 6220			X
Planta de Reactivos (Flotacion) 6230	X		
Tanque Diesel 2		X	
Sub Estacion Electrica Transformacion		X	
Cuarto de Control		X	
Laboratorio		X	
Oficinas			X

Los riesgos de incendio en la Sub Estación están relacionados con los diferentes equipos instalados:

Concentración de Cables en Bandejas: La concentración de cables en bandejas puede llevar al sobrecalentamiento de los mismos , por lo cual se plantea una solución con cable tipo Rate of Rise para monitorear y proteger la temperatura en las bandejas donde exista gran concentración de cables y riesgo de sobrecalentamiento.

Esta protección se puede aplicar en casos que no incluyan cables de distribución en 35kV, puesto que estos están protegidos por relés con ajuste por sobre corriente y sobrecarga; por lo tanto no es requerido monitoreo por sobrecalentamiento.

Igualmente en los casos de los conductores en BT (480Vac), estos poseen protección contra sobrecargas.

La SE principal, además de sus protecciones eléctricas propias de una SE, tanto en las entradas como salidas de conductores, poseen una barrera a prueba de fuego ("fire protection") certificada.

Transformadores : Estadísticamente el 3% de los transformadores en el mundo sufren averías. En caso de avería el mayor riesgo es que el transformador sobrecaliente y se pueda derramar aceite caliente o si pasa la temperatura de 600C podría generarse una explosión. Los transformadores tienen sistemas de protección internos que los desactivan en caso de avería pero también pueden fallar. Nuestra recomendación es instalar un sistema de detección de temperatura para poder monitorear la temperatura del transformador y desconectarlo en caso de ser necesario.

Tanto las distancias de seguridad como la pared de separación entre los Transformadores y los cuartos eléctricos cumplen con lo requerido por la norma NFPA 850 .

Cuartos Eléctricos :

Los riesgos se derivan del sobrecalentamiento de los cables al interior de los diferentes

tableros eléctricos. Se recomienda instalar detectores de humo y temperatura en todas las salas eléctricas a manera de detectar cualquier anomalía. Para las áreas con bande- electricas donde exista gran concentración de cables se considerara la Solucion tipo Rate of Rise para monitorear la temperatura en las bandejas .

Normalmente los sobrecalentamientos se derivan de sobrecargas en el sistema, cortes en cables, o riesgos por agentes externos (trabajos en caliente, chispas , etc)

Sala de Baterías:

En nuestro caso, las baterías son libres de mantenimiento y no expelen ningún tipo de gas; por lo tanto no requiere ventilación forzada. Y de acuerdo a Norma, se encuentra dentro de un cuarto aislado en SE Plaza.

Riesgo 7: Cuarto de Control

El riesgo en el Cuarto de Control tiene como origen los mismos riesgos en tableros e instalaciones eléctricas mencionados anteriormente.

Para las áreas con bandejas electricas donde exista gran concentración de cables se considerara la Solucion de control de temperatura tipo Rate of Rise para monitorear la temperatura en las bandejas con gran concentración de cables.

Se está considerando tanto en el falso piso, ambientes principales y falso cielo de la Sala de Control , Cuarto de Servidores y Cuarto de UPS , extinción mediante FM 200. Se esta considerando la concentración de cables en el falso piso y la concentración de calor en el Cuarto de Servidores como fuente de riesgo a considerar.

El sistema de extinción por FM200 permitirá poder controlar rápidamente cualquier amago de incendio que se pueda suscitar en los ambientes más críticos del Edificio de Control, los cuales son el Cuarto de Control Centralizado, el Cuarto de Servidores y el Cuarto de UPS, sin poner en riesgo al personal presente .

En general, para los ambientes en el Edificio de Control se está recomendando un sistema de alarma, detección y mitigación en las Salas de Control, Servidores y UPS .

En general, todos los Paneles de alarma, detección y mitigación estarán interconectados por medio de la red de F.O. para ser monitoreada desde el Cuarto de Control y/o la Brigada Contra incendios.

Riesgo 8: Laboratorio

El mayor riesgo en el Laboratorio se deriva de la presencia de un Almacén para Reactivos y otro Almacén para Reactivos Corrosivos que por su naturaleza no pueden ser extinguidos mediante agua o espuma. Adicionalmente se tiene ambientes donde se realizarán mezclas con reactivos y diferentes manipuleos de estas, lo cual implica un grado de riesgo

Si bien es cierto se está respetando la norma en cuanto a las dimensiones de los recipientes de vidrio y las cantidades de reactivo que se están almacenando, también existe el riesgo que por accidente o mal manipuleo o movimiento telúrico, los frascos se puedan caer o pueda existir una fuente exterior de ignición y generar un incendio en los diferentes ambientes del laboratorio.

Específicamente para proteger el Almacén de Reactivos y el Almacén de Reactivos Corrosivos se está recomendando la instalación de un sistema de extinción automático en base a Polvo Químico tipo PQS .

Para la protección del resto de ambientes se está recomendando colocar un sistema de rociadores y gabinetes además de un sistema de detección y alarma que reporte cualquier amago de incendio.

Extintores de CO₂ y PQS estarán repartidos por toda la instalación a fin de poder contener cualquier evento relacionado con derrames o mal manipuleo de los reactivos.

Riesgo 9: Incendio en Salas Eléctricas

El riesgo en Salas Eléctricas se derivan del sobrecalentamiento de los cables al interior de los diferentes tableros ya sea por sobrecarga o por defecto en los cables . Igualmente existen los riesgos externos por terceros como cortes en cables, o trabajos en caliente que puedan constituir fuente de ignición.

Igualmente en las bandejas que contengan gran concentración de cables eléctricos se

esta considerando la solución Rate of Rise a fin de monitorear la temperatura en dichas bandejas y protegerlas contra sobrecalentamiento.

En salas eléctricas se recomienda la instalación de un sistema de detección y alarma de incendio que este enlazado con el Centro de Control a fin de poder enviar señal de aviso en caso de anomalías de temperatura o de un incendio declarado.

4.3 Riesgos de Incendio y Medidas de Protección en cada Instalación

A continuación se describen los Riesgos de Incendio y las Medidas adoptadas en cada Instalación:

OPTIMIZACION HPGR

4.3.1 Edificio HPGR, Edificio Silo, Edificio Transferencia

En estos Edificios los principales riesgos son:

- Fajas de Transporte de Mineral
- Instalaciones electricas superficiales
- Areas comunes en zona Industrial
- Unidades Hidraulicas menores
- Equipos eléctricos menores

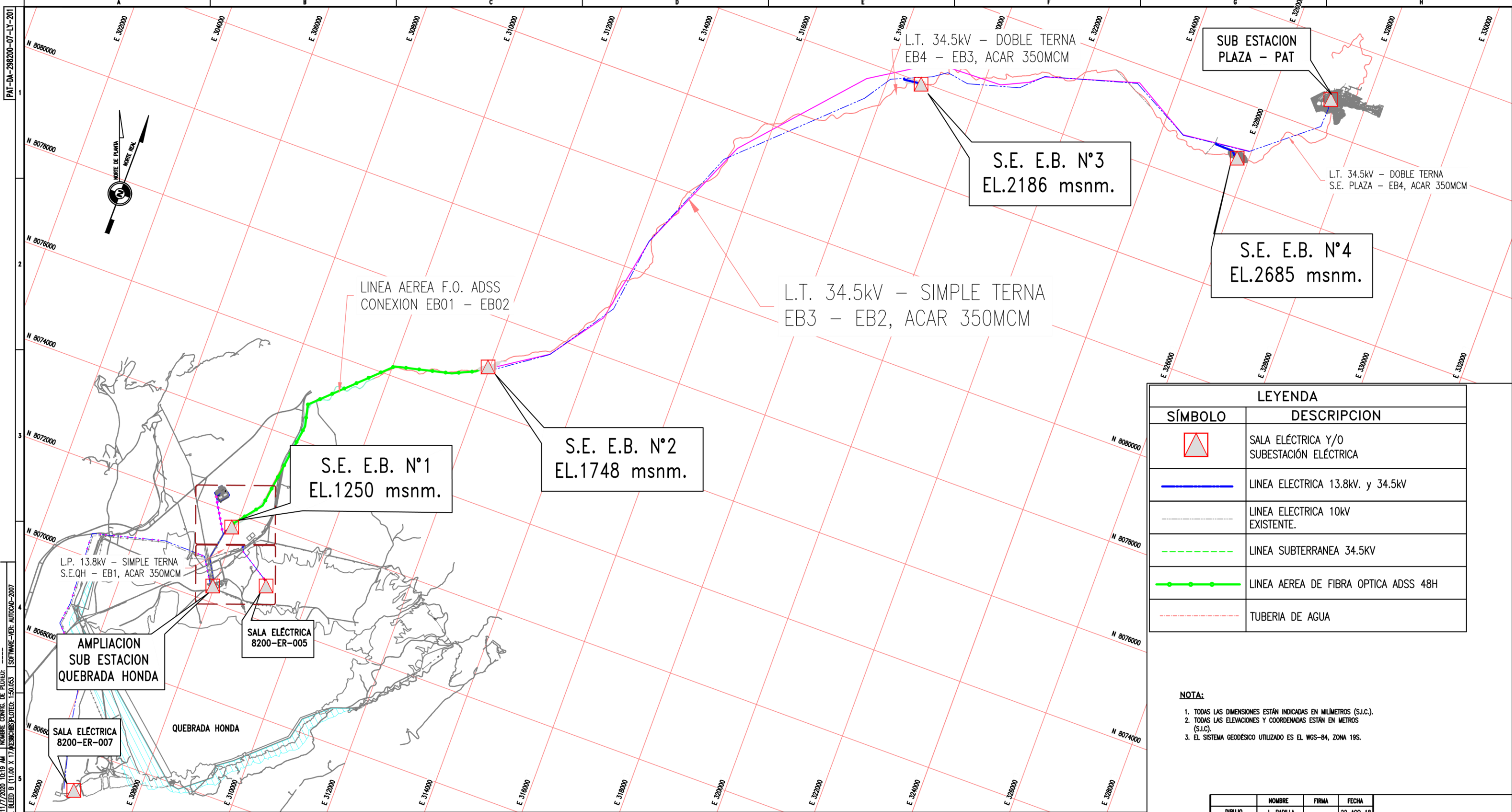
Protección de Fajas:

Se esta considerando la protección completa de la Fajas 2, 3 y 5 mediante 02 cables detectores de temperatura tipo Rate of Rise de Securiton , en paralelo , a fin de activar sistema de diluvio con rociadores en tramos de 60 mts, tanto para la Faja superior como para la Faja inferior.

Las Válvulas de Diluvio del sistema de rociadores se activaran con zona cruzada , requiriendo que ambas fajas se activen al mismo tiempo en la misma zona . El cable de temperatura de Securiton servirá como monitoreo en caso de

Anexo F

Ubicación del Proyecto



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	SALA ELÉCTRICA Y/O SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
	LÍNEA ELÉCTRICA 13.8kV y 34.5kV
	LÍNEA ELÉCTRICA 10kV EXISTENTE.
	LÍNEA SUBTERRÁNEA 34.5kV
	LÍNEA AEREA DE FIBRA OPTICA ADSS 48H
	TUBERIA DE AGUA

NOTA:

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN INDICADAS EN MILÍMETROS (S.I.C.).
2. TODAS LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS ESTÁN EN METROS (S.I.C.).
3. EL SISTEMA GEODÉSICO UTILIZADO ES EL WGS-84, ZONA 19S.

PLANTA - GENERAL
ESC: 1/25000

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJO	L. PADILLA		22-AGO-18
DISEÑO	SNC-LAVALIN		22-AGO-18
SENIOR/COORD	G. TISZA		22-AGO-18
APROBACION	U. OLIVEROS		22-AGO-18
GRTE PROYECTO	J. ANGELES		22-AGO-18

FECHA DE PLOT: 11/7/2020 10:19 AM | NOMBRE CONF. DE PLANT: ...
 FORMATO: ANSI FULL BLEED B (11.00 X 17.00) | SOFTWARE: AUTOCAD-2007

RUTA: C:\Users\user\Desktop\PAT-DA-298200-07-LY-201_1.dwg

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION
1	AS-BUILT	L. PADILLA	G. TISZA	U. OLIVEROS	22-AGO-18	PI-DA-298200-07-LY-210	LAYOUT - TRAZO DE RUTA L.Y. 34.5KV - TRAMO 3 (EB-02)	RESPONSABLE POR FIRMA FECHA
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	J. PEREZ	R. SERNA	J. CIERTO	25-NOV-17	PI-DA-298200-07-LY-211	LAYOUT - TRAZO DE RUTA L.Y. 34.5KV - TRAMO 2 (EB-03)	DIBUJO POR FIRMA NOV-17
0	EMITIDO PARA APROBACION DEL CLIENTE.	J. PEREZ	R. SERNA	J. CIERTO	02-OCT-17	PI-DA-298200-07-LY-210	LAYOUT - TRAZO DE RUTA L.Y. 34.5KV - TRAMO 1 (EB-04)	DISEÑO SNC-LAVALIN NOV-17
0	EMITIDO PARA REVISION INTERNA.	J. PEREZ	R. SERNA	J. CIERTO	30-SEP-17	PI-DA-298200-07-LY-210	LAYOUT - TRAZO DE RUTA L.P. 13.8KV. (EB-01)	SENIOR/COORD W. ACOSTA NOV-17
						PI-DA-298200-07-LY-210	DIAGRAMA UNIFILAR ESTACION DE BOMBEO 8200-EB-01	APROBACION J. ARANA NOV-17

TOQUEPALA - QUEBRADA HONDA
QUEBRADA HONDA
SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA QUEBRADA HONDA A TOQUEPALA
ELECTRICIDAD
ARREGLO GENERAL DEL PROYECTO

ADVERTENCIA: SI ESTA TABLA NO ESTÁ EN SU LUGAR NO ESTÁ A ESCALA.
 PROY. DIB. ESC: NONE
 JOB Nº: 298200
 PLANO Nº: 169
 PAT-DA-298200-07-LY-201

ESTE PLANO NO ES VALIDO A MENOS QUE LA ULTIMA REVISION ESTE FIRMADA A MANO

Anexo G

Informe de Incendios en Subestaciones Eléctricas

Incendios registrados en subestaciones eléctricas:

Los incendios registrados son los de mayor relevancia involucrando pérdidas económicas que superando fácilmente el doble de los equipos siniestrados, afectando el servicio de suministro de energía eléctrica y afectando el medio ambiente.

G.1. Subestación eléctrica de La Oroya Nueva



Fuente: diariocorreo.pe, Perú 2010

G.2. Subestación Monacillos



Fuente: www.telesurtv.net, Puerto Rico 2018

G.3. Subestación Las Tarabas de Maracaibo



Fuente: www.elnacional.com, Venezuela 2018

G.4. Subestación de energía eléctrica de Cotocollao



Fuente: www.elcomercio.com, Ecuador 2016

G.5. Subestación Coyoacán CFE



Fuente: www.eluniversal.com.mx, México 2020

G.6. Subestación Eléctrica Iztapalapa CFE



Fuente: www.milenio.com, México 2019

G.7. Subestación eléctrica de NV Energy



Fuente: www.reviewjournal.com, Estados Unidos 2020

G.8. Subestación eléctrica en Grapevine



Fuente: www.fox4news.com, Estados Unidos 2020

G.9. Transformador en la central eléctrica de Noida Power Company Limited (NPCL)



Fuente: www.notiulti.com, Estados Unidos 2020

G.10. Subestación en Opelousas



Fuente: KATC News, Estados Unidos 2020

G.11. Subestación eléctrica ubicada en el municipio de El Salto



Fuente: www.eloccidental.com.mx, México 2020

G.12. Incendio en instalaciones de la CFE de Atlacomulco



Fuente: www.elsoldetoluca.com.mx, México 2020

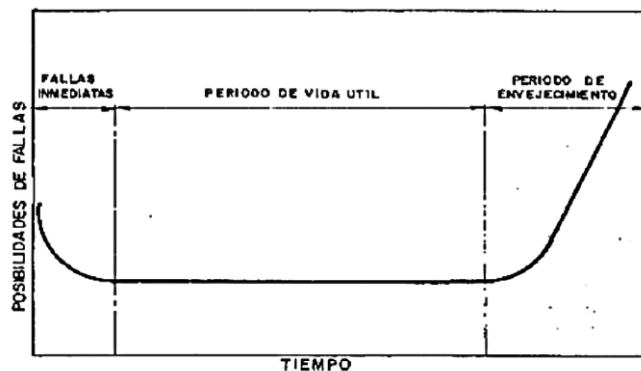
G.13. Incendio en el transformador 1 de la subestación Macapá



Fuente: www.telesurtv.net, Brasil 2020

En la situación nacional peruana se debe tener en cuenta que las instalaciones eléctricas están en el inicio del periodo de vida útil de los equipos de transformación, pero se deben de considerar el correcto mantenimiento durante su vida útil.

G.14. Posibilidad de fallas en equipos de transformación eléctrica

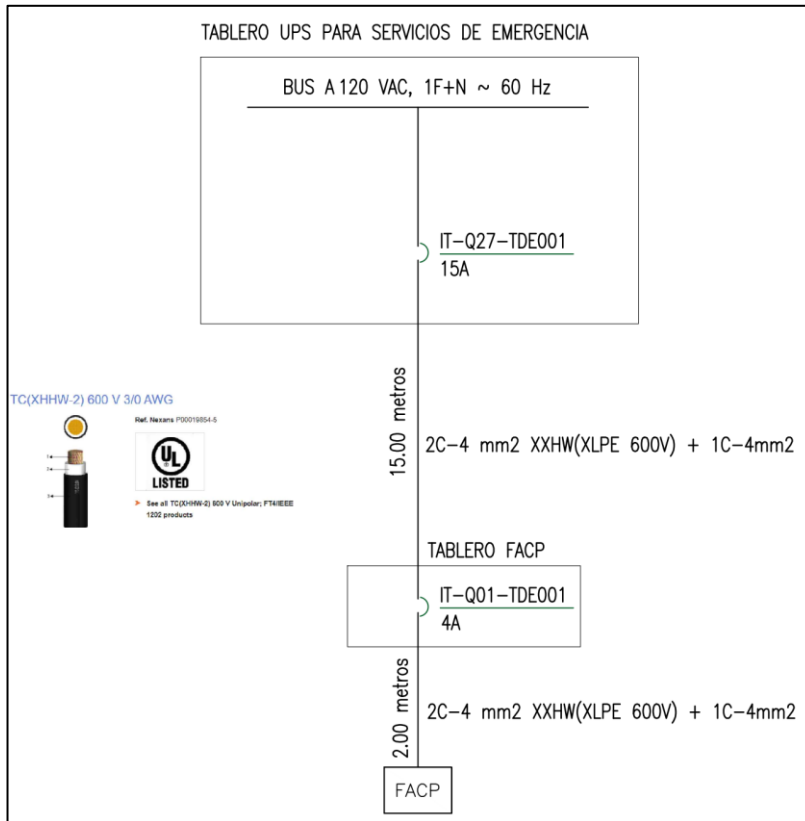


Fuente: Martín Suárez V., Madrid 2009

Anexo H

Cálculos de Caída de Tensión

H.1. Calculo de caída de tensión en suministro eléctrico primario



Esquema unifilar de alimentación a centrales de alarma y detección de incendios. Fuente: Elaboración propia

Los cálculos de caída de tensión en corriente continua y en alterna monofásico se usan las siguientes formulas:

$$(H.1) \quad CT = \frac{2L * RL * I}{1000}$$

$$(H.2) \quad \% CT = \frac{100 * CT}{V}$$

Donde:

CT: Caída de tensión. Voltios

L: Largo de conductor. Metros

RL: Resistencia a 75°C. Ohm/Km

I: Corriente en el conductor. Amperios

V: Tensión de suministro. Voltios

%CT: Porcentaje de caída de tensión.

H.2. Potencia requerida en corriente alterna:

	Consumo de energía en estado no alarma (Amperios)	Consumo de energía en estado de alarma (Amperios)	Voltaje de operación	Cantidad (unidad)	Potencia (W)
Central de Alarma FACP NFS 320	1	4	120 VAC	1	480

Fuente: Elaboración Propia para el informe.

H.3. Datos de conductor de cobre a 20°C

Calibre	Diámetro nominal		Área		Resistencia nominal c.c. a 20 °C				Carga nominal a la rotura		Elongación		Masa nominal	
	mm	in	mm ²	kcmil	Duro		Blando		(Cu duro)		Blando	Duro	kg/km	lb/kft
AWG	mm	in	mm ²	kcmil	Ω/km	Ω/kft	Ω/km	Ω/kft	kgf	lbf	%	%	kg/km	lb/kft
34	0,160	0,0063	0,020	0,040	891,8	271,8	857,5	261,4	-	-	15	-	0,179	0,120
33	0,180	0,0071	0,025	0,049	704,6	214,8	677,5	206,5	-	-	15	-	0,226	0,148
32	0,203	0,0080	0,032	0,064	554,0	168,9	532,7	162,4	-	-	15	-	0,288	0,194
31	0,226	0,0088	0,040	0,077	447,0	136,2	429,8	131,0	-	-	15	-	0,357	0,234
30	0,254	0,0100	0,051	0,100	353,9	107,9	340,3	103,7	-	-	15	-	0,45	0,303
29	0,287	0,0112	0,065	0,125	277,2	84,48	266,5	81,23	-	-	20	-	0,575	0,38
28	0,32	0,0126	0,080	0,159	222,9	67,95	214,4	65,34	-	-	20	-	0,715	0,481
27	0,361	0,0142	0,102	0,202	175,2	53,39	168,4	51,34	-	-	20	-	0,91	0,610
26	0,404	0,0159	0,128	0,253	139,9	42,63	134,5	40,99	-	-	20	-	1,14	0,765
25	0,455	0,0179	0,163	0,320	110,3	33,61	106,0	32,32	-	-	20	-	1,45	0,970
24	0,511	0,0201	0,205	0,404	87,43	26,65	84,07	25,62	-	-	20	-	1,82	1,22
23	0,574	0,0225	0,259	0,506	69,29	21,12	66,63	20,31	-	-	25	-	2,30	1,53
22	0,643	0,0253	0,325	0,640	55,22	16,83	53,09	16,18	-	-	25	-	2,89	1,94
21	0,724	0,0285	0,412	0,810	43,55	13,27	41,88	12,76	-	-	25	-	3,66	2,46
20	0,813	0,0320	0,519	1,020	34,54	10,53	33,21	10,12	-	-	25	-	4,62	3,10
19	0,912	0,0359	0,653	1,290	27,45	8,366	26,39	8,044	-	-	25	-	5,81	3,90
18	1,024	0,0403	0,824	1,620	21,77	6,636	20,93	6,381	38,4	85,5	25	1,0	7,32	4,92
17	1,151	0,0453	1,04	2,050	17,23	5,252	16,57	5,051	48,4	108	25	1,0	9,25	6,21
16	1,290	0,0508	1,31	2,580	13,72	4,181	13,19	4,021	60,9	135	25	1,0	11,6	7,81
15	1,450	0,0571	1,65	3,260	10,86	3,310	10,44	3,182	77,0	170	25	1,0	14,7	9,87
14	1,628	0,0641	2,08	4,110	8,61	2,625	8,28	2,525	96,0	214	25	1,0	18,5	12,4
13	1,829	0,0720	2,63	5,180	6,82	2,080	6,56	2,000	121	268	25	1,1	23,4	15,7
12	2,052	0,0808	3,31	6,530	5,42	1,653	5,21	1,589	152	337	25	1,1	29,4	19,8
11	2,304	0,0907	4,17	8,230	4,30	1,311	4,14	1,260	189	423	25	1,1	37,1	24,9

Fuente: General Cable, hoja de datos conductor XHHW.

Resistencia a 75°C de conductor de 4.00 mm²:

Coefficiente de temperatura de Cu (α) : 3.9×10^{-3}

$$(H.3) R_{75^\circ} = R_{20^\circ}(1 + \alpha(T_f - T_o))$$

Donde:

$$R_{20^\circ} = 4.30 \frac{\text{ohm}}{\text{km}}$$

$$\alpha = 3.9 \times 10^{-3}$$

$$T_f = 75^\circ\text{C}$$

$$T_o = 20^\circ\text{C}$$

$$R_{75^\circ} = 4.30(1 + 3.9 \times 10^{-3}(75 - 20))$$

$$R_{75^\circ} = 4.30(1 + 3.9 \times 10^{-3}(75 - 20))$$

$$R_{75^\circ} = 5.22 \text{ ohm/km}$$

Cálculo de caída de tensión:

I= 4 Amperios

V=120 Voltios

RL=5.22 ohm/km

L=17 metros

$$(H.1) CT = \frac{2L * RL * I}{1000}$$

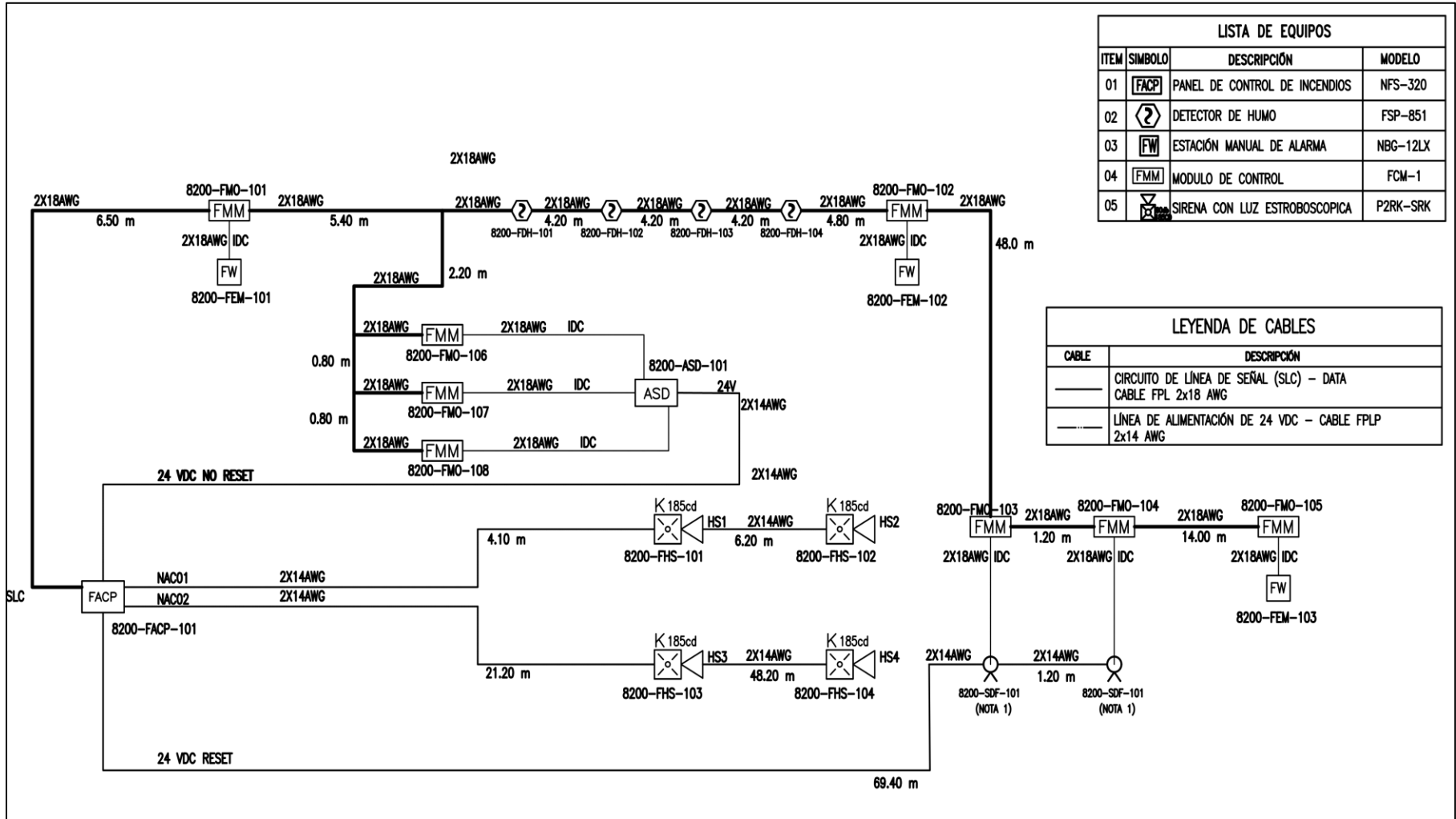
$$CT = \frac{2 * 17 * 5.22 * 4}{1000} = 0.71 \text{ voltios}$$

$$(H.2) \% CT = \frac{100 * CT}{V}$$

$$\% CT = \frac{100 * 0.71}{120} = 0.59\%$$

Según los requerimientos del Código Nacional Eléctrico, cumplimos con el rango según establecido en la normativa vigente.

H.4. Esquema para cálculo de caída de tensión.



Fuente: Elaboración Propia para el informe.

Resistencia a 75°C de 14 AWG:

Coefficiente de temperatura de Cu (α) : 3.9×10^{-3}

$$(H. 3) R_{75^\circ} = R_{20^\circ}(1 + \alpha(T_f - T_o))$$

Donde:

$$R_{20^\circ} = 8.61 \frac{\text{ohm}}{\text{km}}$$

$$\alpha = 3.9 \times 10^{-3}$$

$$T_f = 75^\circ\text{C}$$

$$T_o = 20^\circ\text{C}$$

$$R_{75^\circ} = 8.61(1 + 3.9 \times 10^{-3}(75 - 20))$$

$$R_{75^\circ} = 10.45 \text{ ohm/km}$$

Resistencia a 75°C de 18 AWG:

Coefficiente de temperatura de Cu (α) : 3.9×10^{-3}

$$R_{75^\circ} = R_{20^\circ}(1 + \alpha(T_f - T_o))$$

Donde:

$$R_{20^\circ} = 21.77 \frac{\text{ohm}}{\text{km}}$$

$$\alpha = 3.9 \times 10^{-3}$$

$$T_f = 75^\circ\text{C}$$

$$T_o = 20^\circ\text{C}$$

$$R_{75^\circ} = 21.77(1 + 3.9 \times 10^{-3}(75 - 20))$$

$$R_{75^\circ} = 26.44 \text{ ohm/km}$$

Cálculo de caída de tensión:

$$(1) CT = \frac{2L * RL * I}{1000}$$

$$(2) \% CT = \frac{100 * CT}{V}$$

H.5. Resistencia a 75°C y factor de caída de tensión.

AWG	FCT	R (75°C)
14	0.0209	10.450
18	0.0529	26.440

Fuente: Elaboración Propia para el informe.

H.6. Consumo de corriente de equipos circuito SLC:

	Consumo de energía en estado no alarma (Amperios)	Consumo de energía en estado de alarma (Amperios)	Voltaje de operación	Cantidad (unidad)	Potencia (W)
Detector de humo FSP-851	0.0003	0.0065	15 VDC	1	0.0975
Mini modulo direccionable (Estación Manual)	0.000375	0.005	15 VDC	1	0.075
Módulo de control FCM	0.000485	0.0065	15 VDC	1	0.0975

Fuente: Elaboración Propia para el informe.

H.7. Caída de tensión circuito SLC

Punto	Equipos	Cantidad	PSP W	Sum. PSP W	I Amp	S AWG	FCT	L m	ΔV Volt	Sum. ΔV Volt	% ΔV
1	0	0	0	1.185	0.08	18	0.05290	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Minimodulo direccionable	1	0.075	1.185	0.08	18	0.05290	6.50	0.03	0.03	0.18
3	0	0	0	1.11	0.07	18	0.05290	5.40	0.02	0.05	0.32
3.1	Minimodulo direccionable	1	0.075	0.375	0.03	18	0.05290	2.20	0.00	0.05	0.34
3.2	Minimodulo direccionable	1	0.075	0.3	0.02	18	0.05290	0.80	0.00	0.05	0.35
3.3	Minimodulo direccionable	1	0.075	0.225	0.02	18	0.05290	0.80	0.00	0.05	0.35
4	Detector de humo FSP-851	1	0.0975	0.735	0.05	18	0.05290	0.00	0.00	0.05	0.35
5	Detector de humo FSP-851	1	0.0975	0.6375	0.04	18	0.05290	4.20	0.01	0.06	0.41
6	Detector de humo FSP-851	1	0.0975	0.54	0.04	18	0.05290	4.20	0.01	0.07	0.47
7	Detector de humo FSP-851	1	0.0975	0.4425	0.03	18	0.05290	4.20	0.01	0.08	0.51
8	Minimodulo direccionable	1	0.075	0.345	0.02	18	0.05290	4.80	0.01	0.08	0.55
9	Modulo de control FCM	1	0.0975	0.27	0.02	18	0.05290	48.00	0.05	0.13	0.85
10	Modulo de control FCM	1	0.0975	0.1725	0.01	18	0.05290	1.20	0.00	0.13	0.86
11	Minimodulo direccionable	1	0.075	0.075	0.01	18	0.05290	14.00	0.00	0.13	0.88

Fuente: Elaboración Propia para el informe.

H.8. Consumo de corriente de equipos circuito NAC:

	Consumo de energía en estado no alarma (Amperios)	Consumo de energía en estado de alarma (Amperios)	Voltaje de operación	Cantidad (unidad)	Potencia (W)
Estrobo Sirena PK2R	0	0.229	24 VDC	1	5.496
Sensor de Aspiración ASD 532	0.115	0.115	24 VDC	1	2.76
Sensor de flama UV/IR 975UR	0.015	0.02	24 VDC	1	0.48

Fuente: Elaboración Propia para el informe.

H.9. Circuito 24 Voltios ASD 24 Voltios No Reset:

Punto	Equipos	Cantidad	PSP W	Sum. PSP W	I Amp	S AWG	FCT	L m	ΔV Volt	Sum. ΔV Volt	% ΔV
1	Sensor de Aspiración ASD 532	1	2.76	2.76	0.12	14	0.02090	8.00	0.02	0.02	0.08

Fuente: Elaboración Propia para el informe.

H.10. Circuito 24 Voltios estrobo – sirenas NAC 02

Punto	Equipos	Cantidad	PSP W	Sum. PSP W	I Amp	S AWG	FCT	L m	ΔV Volt	Sum. ΔV Volt	% ΔV
1	Estrobo Sirena P2RHK	1	5.496	10.992	0.46	14	0.02090	21.20	0.20	0.20	0.85
2	Estrobo Sirena P2RHK	1	5.496	5.496	0.37	14	0.02090	48.20	0.37	0.57	2.38

Fuente: Elaboración Propia para el informe.

H.11. Circuito 24 Voltios estrobo – sirenas NAC 01

Punto	Equipos	Cantidad	PSP W	Sum. PSP W	I Amp	S AWG	FCT	L m	ΔV Volt	Sum. ΔV Volt	% ΔV
1	Estrobo Sirena P2RHK	1	5.496	10.992	0.46	14	0.02090	4.10	0.00	0.00	0.01
2	Estrobo Sirena P2RHK	1	5.496	5.496	0.37	14	0.02090	6.20	0.12	0.12	0.51

Fuente: Elaboración Propia para el informe.

Circuito 24 Voltios Módulos de control FCM (SDF) 24 Voltios Reset:

Punto	Equipos	Cantidad	PSP W	Sum. PSP W	I Amp	S AWG	FCT	L m	ΔV Volt	Sum. ΔV Volt	$\% \Delta V$
1	Sensor de flama UV/IR 975UR	1	0.48	0.96	0.04	14	0.02090	69.40	0.06	0.06	0.24
2	Sensor de flama UV/IR 975UR	1	0.48	0.48	0.03	14	0.02090	1.20	0.00	0.06	0.25

Fuente: Elaboración Propia para el informe.