

Compilatio informa de las tasas de similitudes recuperadas. No son tasas de plagio. La puntuación por sí sola no permite interpretar si las similitudes encontradas son plagiadas o no. Consulte el informe de análisis detallado para interpretar el resultado.

Similitudes del documento :

 **5%**

Similitudes de las partes 1 :

 **9%**





## ANALIZADO EN LA CUENTA

Apellido :	De Ingeniería y Gestión
Nombre :	Facultad
E-mail :	fig@untels.edu.pe
Carpeta :	V PROGRAMA TSP ELECTRONICA

## INFORMACIÓN SOBRE EL DOCUMENTO

Autor(es) :	No disponible
Título :	07 - tsp final.pdf
Descripción :	No disponible
Analizado el :	12/01/2022 23:49
ID Documento :	pti5qrxm
Nombre del archivo :	07 - TSP Final.pdf
Tipo de archivo :	pdf
Número de palabras :	5 587
Número de caracteres :	47 962
Tamaño original del archivo (kB) :	5 411.67
Tipo de carga :	Entrega manual de los trabajos
Cargado el :	12/01/2022 23:33

## FUENTES ENCONTRADAS

 Fuentes muy probables :	19 fuentes
 Fuentes poco probables :	55 fuentes
 Fuentes accidentales :	11 fuentes
 Fuentes descartadas :	0 fuente

## SIMILITUDES ENCONTRADAS EN ESTE

### DOCUMENTO/ESTA PARTE

Similitudes idénticas :	6%
Similitudes supuestas :	3%
Similitudes accidentales :	<1%

## TOP DE FUENTES PROBABLES - ENTRE LAS FUENTES PROBABLES

Fuentes	Similitud
1.  <a href="http://www.nfpajla.org/.../recursos/C&amp;SForaSaferWorld_SPAN.pdf">www.nfpajla.org/.../recursos/C&amp;SForaSaferWorld_SPAN.pdf</a>	 2%
2.  <a href="http://rte.mx/.../medios-de-transmision">rte.mx/.../medios-de-transmision</a>	 2%
3.  <a href="http://alicia.concytec.gob.pe/.../UNSA_d0e32f3725069a309c21dae1eb1c38c1/Details">alicia.concytec.gob.pe/.../UNSA_d0e32f3725069a309c21dae1eb1c38c1/Details</a>	 1%
4.  <a href="http://www.instelsa.es/.../networking/fibra-optica.html">www.instelsa.es/.../networking/fibra-optica.html</a>	 <1%
5.  <a href="http://www.gob.pe/.../887225-normas-del-...-edificaciones-rne">www.gob.pe/.../887225-normas-del-...-edificaciones-rne</a>	 <1%



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN  
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**  
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

**TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

- 1). TESIS ( )      2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ( x )

**DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres:	QUISPE QUISPE JANET KETY
D.N.I.:	44790868
Otro Documento:	-
Nacionalidad:	PERUANA
Teléfono:	955601345
e-mail:	JK_AC.AC@HOTMAIL.COM

**DATOS ACADÉMICOS**

**Pregrado**

Facultad:	FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
Programa Académico:	TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Título Profesional otorgado:	INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

**Postgrado**

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

**Datos de trabajo de investigación**

Título:	MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN MEDIANTE FIBRA ÓPTICA PARA LA DETECCIÓN DE INCENDIOS Y GENERACIÓN DE ALARMAS EN EMPRESA PESQUERA DE ÁREAS EXTENSAS
Fecha de Sustentación:	13 DE DICIEMBRE DEL 2021
Calificación:	APROBADO
Año de Publicación:	2023

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo  No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	<b>info:eu-repo/semantics/openAccess</b> (Para documentos en acceso abierto)	(x)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	<b>info:eu-repo/semantics/restrictedAccess</b> (Para documentos restringidos)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/embargoedAccess</b> (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/closedAccess</b> (para documentos confidenciales)	( )

(\*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

-

---

---

Motivos de la elección del acceso restringido:

-

---

---

---

---

---

QUISPE QUISPE JANET KETY

---

**APELLIDOS Y NOMBRES**

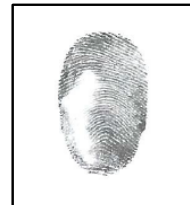
44790868

---

**DNI**

---

**Firma y huella:**



Lima, 24 de abril del 20 23

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**



**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN MEDIANTE  
FIBRA ÓPTICA PARA LA DETECCIÓN DE INCENDIOS Y GENERACIÓN  
DE ALARMAS EN EMPRESA PESQUERA DE ÁREAS EXTENSAS”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

QUISPE QUISPE, JANET KETY  
ORCID: 0009-0006-5376-660X

**ASESOR**

MACHUCA MINES, JOSE AMBROSIO  
ORCID: 0000-0002-7069-7654

**Villa El Salvador  
2021**



V Programa de la Modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional  
Facultad de Ingeniería y Gestión

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

Siendo las **19:45 horas** del día **lunes 13 de diciembre del 2021**, y debido a la emergencia sanitaria y aislamiento social por el COVID-19, se reunieron vía google meet (<https://meet.google.com/dhg-viab-kah>), los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	: DR. LEZAMA CALVO, Jinmi Gregory	CIP N° <b>97712</b>
Secretario	: MG. BRAVO SÚCLUPE, Jesús Martín	CIP N° <b>140702</b>
Vocal	: MG. QUISPE AGUILAR, Max Fredi	CIP N° <b>138642</b>

Designados con RESOLUCIÓN DE FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN N° 432-2021-UNTELS-CO-V.ACAD-FIG, de fecha 09 de Diciembre del 2021.

Se da inicio al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones, bajo la modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional. (Resolución de Comisión Organizadora N° 126-2021-UNTELS de fecha 06 de agosto del 2021, en la cual se APRUEBA el "Reglamento, Directiva, Cronograma y Presupuesto del V Programa de la Modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur", siendo que el Art. 4° del precitado Reglamento establece que: "La Modalidad de Titulación prevista consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Trabajo de Suficiencia Profesional que dé cuenta de la experiencia profesional y además permita demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. Quienes participen en esta modalidad no podrán tramitar simultáneamente otras modalidades de titulación. Además, los participantes inscritos en esta modalidad, deberán acreditar 02 años de experiencia laboral, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 174-2019-SUNEDU/CD y al anexo 1 sobre Glosario de Términos en el punto veinte (20)...", en el cual;

El Bachiller: **QUISPE QUISPE, JANET KETY**


Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: "**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN MEDIANTE FIBRA ÓPTICA PARA LA DETECCIÓN DE INCENDIOS Y GENERACIÓN DE ALARMAS EN EMPRESA PESQUERA DE ÁREAS EXTENSAS**"


Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición **Aprobado**, Equivalencia **Regular** de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS, vigente.

Siendo las **20:30 horas** del día **lunes 13 de diciembre del 2021**, se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente acta los miembros del Jurado Evaluador.

  
**Mg. Jesús Martín Bravo Súclupe**  
CIP N°140702  
**SECRETARIO**

  
**Dr. Jinmi Gregory Lezama Calvo**  
CIP N°97712  
**PRESIDENTE**

  
**Mg. Max Fredi Quispe Aguilar**  
CIP N°138642  
**VOCAL**

  
**PARTICIPANTE**  
Bachiller: JANET KETY QUISPE QUISPE

Nota: Art. 14°.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público y conservando las medidas de distanciamiento social y de emergencia sanitaria. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del Presidente del Jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia de dos o más miembros del Jurado, la sustentación será reprogramada durante los cinco (05) días siguientes.



**ACTA FINAL DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA  
PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

Siendo las **19:45 horas** del día **lunes 13 de diciembre del 2021**, y debido a la emergencia sanitaria y aislamiento social por el COVID-19, se reunieron vía google meet (<https://meet.google.com/dhg-viab-kah>), los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente : DR. LEZAMA CALVO, Jinmi Gregory CIP N° **97712**  
Secretario : MG. BRAVO SÚCLUPE, Jesús Martín CIP N° **140702**  
Vocal : MG. QUISPE AGUILAR, Max Fredi CIP N° **138642**

Designados con RESOLUCIÓN DE FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN N° 432-2021-UNTELS-CO-V.ACAD-FIG, de fecha 09 de Diciembre del 2021.

Concluida la Sustentación del Trabajo de Actualidad, se procede a registrar la nota obtenida en la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional.

**BACHILLER EVALUADO (A): QUISPE QUISPE, JANET KETY**

Nota de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional	Condición	Equivalente
11	Aprobado	Regular

**Dr. Jinmi Gregory Lezama Calvo**  
CIP N°97712  
**PRESIDENTE**

**Mg. Jesús Martín Bravo Súclupe**  
CIP N°140702  
**SECRETARIO**

**Mg. Max Fredi Quispe Aguilar**  
CIP N°138642  
**VOCAL**

Nota: Art. 14°.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público y conservando las medidas de distanciamiento social y de emergencia sanitaria. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del Presidente del Jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia de dos o más miembros del Jurado, la sustentación será reprogramada durante los cinco (05) días siguientes.

## **DEDICATORIA**

A mis padres quienes con su infinito amor y apoyo incondicional me apoyan en conseguir y alcanzar mis metas asimismo a las personas que de alguna manera contribuyeron con la elaboración de este informe.



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia, en especial a mis padres, Armando y Francisca, por su apoyo incondicional, a mis profesores por los conocimientos impartidos, a mi asesor y a todas las personas que de alguna manera contribuyeron con la elaboración de este informe.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
LISTADO DE FIGURAS.....	vi
ACRÓNIMOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	x
CAPÍTULO I.....	1
ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1 Contexto.....	1
1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo.....	1
1.3 Formulación de objetivos.....	2
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Antecedentes:.....	3
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	3
2.1.2 Antecedentes internacionales.....	4
2.2 Bases teóricas:.....	5
2.2.1 Fundamentos normativos.....	5
2.2.2 Sistema de detección y alarmas de incendios.....	6
2.2.3 Sistema de comunicaciones.....	17
2.3 Definiciones.....	21
CAPÍTULO III.....	22
DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.....	22
3.1. Determinación y análisis del problema:.....	23
3.2. Modelo de solución propuesto:.....	25
3.2.1 Análisis del estado de funcionamiento del sistema de detección y alarma de incendios existente.....	26
3.2.2 Selección de los dispositivos de detección y alarma de incendios según el NFPA 72.....	29
3.2.3 Selección del cableado para la conexión de dispositivos de detección y alarma de incendios.....	30
3.2.4 Selección de las tuberías para la canalización.....	31
3.2.5 Diseño de planos.....	32
3.2.6 Cálculos de caída de voltaje de los aparatos de notificación.....	35
3.2.7 Cálculo de la capacidad de las baterías.....	46
3.2.8 Cálculo de potencia de recepción.....	55

3.2.9	Validación del diseño mediante software .....	60
3.3.	Resultados: .....	68
<b>CONCLUSIONES</b> .....		76
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		77
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....		78
<b>ANEXOS</b> .....		80
<b>ANEXO A</b> Diseño de diagrama de bloques del sistema de detección y alarma de incendios en la empresa pesquera.....		80
<b>ANEXO B</b> Plano de diseño del sistema de detección y alarma de incendios (PARTE I).....		81
<b>ANEXO C</b> Plano de diseño del sistema de detección y alarma de incendios (PARTE II).....		82
<b>ANEXO D</b> Plano de diseño del sistema de detección y alarma de incendios (PARTE III).....		83
<b>ANEXO E</b> Plano de diseño del sistema de detección y alarma de incendios (PARTE IV).....		84
<b>ANEXO F</b> Plano de conexionado del sistema de detección y alarma de incendios.....		85
<b>ANEXO G</b> Plano de conexionado del sistema de detección y alarma de incendios.....		86
<b>ANEXO H</b> Instalación de panel de control principal SIMPLEX 4100.....		87
<b>ANEXO I</b> Instalación de panel de control SIMPLEX 4010.....		88
<b>ANEXO J</b> Instalación de detector de humo.....		89
<b>ANEXO K</b> Instalación de módulos dentro de gabinete con sus respectivos etiquetados. ....		90
<b>ANEXO L</b> Instalación de sirena industrial con su respectivo etiquetado. ....		91
<b>ANEXO LL</b> Instalación de estación manual con su respectivo etiquetado.....		92
<b>ANEXO M</b> Instalación de sirena con luz estroboscópica.....		93
<b>ANEXO N</b> Instalación de 4009 IDNAC REPEATER con su respectivo etiquetado....		94
<b>ANEXO O</b> Instalación de 4009 IDNet NAC EXTENDER con su respectivo etiquetado. ....		95
<b>ANEXO P</b> Instalación de Display remoto con su respectivo etiquetado.....		96
<b>ANEXO Q</b> Prueba de funcionamiento de detector de humo mediante probador de humo en spray. ....		97
<b>ANEXO R</b> Prueba de funcionamiento de detector de funcionamiento de estación manual.....		98
<b>ANEXO S</b> Prueba de funcionamiento de panel de control.....		99

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1 Esquema de sistema de detección.....	7
Figura 2.2 Panel de control.....	9
Figura 2.3 Detalle de instalación de Fuente IDNAC.....	10
Figura 2.4 Fuente NAC.....	11
Figura 2.5 Anunciador remoto.....	12
Figura 2.6 Detector de humo.....	13
Figura 2.7 Detector de haz de luz y reflector.....	14
Figura 2.8 Estación manual.....	15
Figura 2.9 Diagrama simplificado de bloques de un sistema de comunicaciones electrónicas.....	17
Figura 2.10 Fibra óptica.....	18
Figura 2.11 Modos de propagación (a)unimodal;(b) multimodal.....	20
Figura 3.1 Diagrama del proceso de desarrollo del trabajo profesional.....	22
Figura 3.2 Ubicación geográfica de empresa pesquera.....	23
Figura 3.3 Representación de paneles existentes en planta pesquera.....	24
Figura 3.4 Tabla del nivel sonoro ambiental promedio de acuerdo con la ubicación.....	28
Figura 3.5 Espaciamiento del detector en superficies rectangulares.....	30
Figura 3.6 Espaciamiento del detector tipo lineal, disposiciones de espaciamiento, cielo raso plano.....	30
Figura 3.7 Cable FPLR.....	31
Figura 3.8 Representación de cableados en tuberías de diámetro 20mm y diámetro 25mm.....	32
Figura 3.9 Plano de planta-Sistema de detección y alarma de incendios.....	33
Figura 3.10 Plano de bloques -Sistema de detección y alarma de incendios.....	33
Figura 3.11 Plano típico de conexionado-Sistema de detección y alarma de incendios..	34
Figura 3.12 Plano unifilar-Sistema de detección y alarma de incendios.....	34
Figura 3.13 Circuito de cableado clase B para aparatos de notificación.....	36
Figura 3.14 Cálculo de caída de voltaje en el NAC2 del panel de control IDNAC FACP (Zona 2).....	37
Figura 3.15 Cálculo de caída de voltaje en el NAC4 del panel de control IDNAC FACP (Zona 2).....	38
Figura 3.16 Cálculo de caída de voltaje en el NAC1 de la fuente NAC EXTENDER 2 (Zona 4).....	39
Figura 3.17 Cálculo de caída de voltaje en el IDNAC3 del panel de control IDNAC FACP (Zona 4).....	40
Figura 3.18 Cálculo de caída de voltaje en el IDNAC2 del panel de control IDNAC FACP (Zona 5).....	41
Figura 3.19 Cálculo de caída de voltaje en el IDNAC3 del panel de control IDNAC FACP (zona 5).....	42
Figura 3.20 Cálculo de caída de voltaje en el IDNAC1 de la fuente IDNAC REPEATER 1 (zona 5).....	43
Figura 3.21 Cálculo de caída de voltaje en el IDNAC4 de la fuente IDNAC REPEATER 3 (Zona 6).....	44

Figura 3.22 Cálculo de caída de voltaje en el IDNAC1 de la fuente IDNAC REPEATER 2 (Zona 5).....	45
Figura 3.23 Cálculo de capacidad de baterías para la fuente IDNAC REPEATER 3 (Zona 6) .....	47
Figura 3.24 Cálculo de capacidad de baterías para el panel de control FACP (zona 2) ..	48
Figura 3.25 Cálculo de capacidad de baterías para el panel de control FACP (zona 6) ..	49
Figura 3.26 Cálculo de capacidad de baterías para la fuente NAC EXTENDER (zona 5)50	
Figura 3.27 Cálculo de capacidad de baterías para la fuente NAC EXTENDER (zona 5)51	
Figura 3.28 Cálculo de capacidad de baterías para la fuente IDNAC REPEATER 1 (zona 5) .....	52
Figura 3.29 Cálculo de capacidad de baterías para la fuente IDNAC REPEATER 2 (zona 5) .....	53
Figura 3.30 Cálculo de capacidad de baterías para el panel de control FACP (zona 4) ..	54
Figura 3.31 Esquema del sistema de comunicación con las distancias de separación respectivas. ....	55
Figura 3.32 Imagen de la tabla de datos para la NAC 1 .....	61
Figura 3.33 Imagen de la tabla de datos para la NAC 2.....	61
Figura 3.34 Imagen de la tabla de datos para la NAC 3.....	62
Figura 3.35 Imagen de la tabla de datos para la NAC 4.....	63
Figura 3.36 Conexión del transmisor, atenuadores, fibra óptica y receptor óptico en Optisystem para la zona 5 y zona 4. ....	64
Figura 3.37 Conexión del transmisor, atenuadores, fibra óptica y receptor óptico en Optisystem para la zona 2 y zona 5. ....	65
Figura 3.38 Conexión del transmisor, atenuadores, fibra óptica y receptor óptico en Optisystem para la zona 6 y zona 2. ....	66
Figura 3.39 Conexión del transmisor, atenuadores, fibra óptica y receptor óptico en Optisystem para la zona 6 y zona 2. ....	67
Figura 3.40 Interconexión de paneles de control mediante red tipo anillo .....	68
Figura 3.41 Imagen del cálculo de caída de voltaje de la NAC 1 .....	69
Figura 3.42 Imagen del cálculo de caída de voltaje de la NAC 2 .....	70
Figura 3.43 Imagen del cálculo de caída de voltaje de la NAC 3 .....	70
Figura 3.44 Imagen del cálculo de caída de voltaje de la NAC 4 .....	71
Figura 3.45 Medición de la potencia óptica en el receptor de la zona 5. ....	72
Figura 3.46 Diagrama de ojo para el módulo de recepción de la zona 5.....	72
Figura 3.47 Medición de la potencia óptica en el receptor de la zona 2. ....	73
Figura 3.48 Diagrama de ojo para el módulo de recepción de la zona 2.....	73
Figura 3.49 Medición de la potencia óptica en el receptor de la zona 6. ....	74
Figura 3.50 Diagrama de ojo para el módulo de recepción de la zona 6.....	74
Figura 3.51 Medición de la potencia óptica en el receptor de la zona 4. ....	75
Figura 3.52 Diagrama de ojo para el módulo de recepción de la zona 4.....	75

## **ACRÓNIMOS**

Listado de acrónimos utilizados para el desarrollo de este trabajo

<b>NFPA</b>	:	National Fire Alarm and Signaling Code
<b>NAC</b>	:	Circuito de aparatos de notificación
<b>SLC</b>	:	Circuito de línea de señal
<b>IDC</b>	:	Circuito de dispositivos de iniciación
<b>UL</b>	:	Underwriters Laboratory
<b>RNE</b>	:	Reglamento Nacional de Edificaciones.
<b>CNE</b>	:	Código Nacional de Electricidad

## RESUMEN

El presente informe se llega a realizar por la necesidad de mejorar el sistema de comunicación entre los paneles de control del sistema de detección y alarma de incendios existente de la empresa pesquera Tecnológica de Alimentos S.A., los cuales están ubicados en diferentes áreas administrativas y cuya distancia máxima de separación es aproximadamente 770 m.

Asimismo, con la finalidad de proteger el patrimonio humano y físico de la empresa y a fin de mantener la continuidad de las operaciones de producción y exportación, este trabajo se realiza también para identificar las diferentes áreas que requieren de un sistema de detección, monitoreo, control y alarma de incendios la cual se basa en los criterios y recomendaciones del RNE y la NFPA “National Fire Protection Assosiation”.

La metodología aplicada para el mejoramiento del sistema de comunicación entre paneles de control existentes del sistema de detección y alarma de incendios se basó en los requerimientos de la empresa pesquera. El sistema de comunicación de paneles fue diseñado en base a una red de topología de anillo mediante fibra óptica multimodo OM1. Asimismo, se adicionó en el diseño un nuevo panel de control de la marca SIMPLEX para las áreas que carecían de sistema de detección y alarma de incendios; el cual se interconectó con los tres paneles de control existentes de la misma marca.

Con la mejora en el sistema de comunicación entre paneles de control mediante fibra óptica y la adición de un nuevo panel de control se obtuvo menos perdidas de tiempos en el monitoreo y control del sistema lo cual contribuye en la prevención de riesgos de incendios dentro de la empresa pesquera de áreas extensas dedicada a la producción y exportación de ingredientes y alimentos marinos de alta calidad.

## INTRODUCCIÓN

Una de las actividades económicas principales en el Perú es la producción de alimentos marinos como el concentrado de pescado, la harina y aceite de pescado. Por ello es importante mantener operativo este sector de producción y mitigar al máximo las causas que pudieran paralizarla ya que ocasionaría altas pérdidas económicas, una de las causas más comunes que existen en las plantas pesqueras es un posible amago de incendio.

El propósito del trabajo consiste en mejorar el sistema de comunicación para la detección, monitoreo, control y alarma de incendios en la planta pesquera; debido a que las áreas de administración en donde están ubicados los paneles de control se encuentran muy distanciadas. Asimismo, es necesario que el sistema de detección y alarma de incendios resguarde totalmente a toda la planta de los peligros derivados de un incendio.

El sistema de comunicación entre paneles fue diseñado en base a una red de topología de anillo mediante fibra óptica para evitar pérdidas de señal por interferencias electromagnéticas causadas por las maquinarias y/o equipamientos de energía con los que dispone la planta pesquera para el abastecimiento de su producción. Asimismo, se adicionó en el diseño un nuevo panel de control para las áreas que carecían de sistema de detección y alarma de incendios; el cual se interconectó con los tres paneles de control existentes.

En el primer capítulo se presenta de manera general el contexto basado en la empresa que realizó el diseño y la empresa pesquera. Asimismo, se presentan los objetivos a cumplir para el mejoramiento del sistema de detección y alarma existente, el tiempo de duración para la realización del diseño y el lugar en donde se llevará a cabo.

En el segundo capítulo se describen los antecedentes investigativos nacionales e internacionales y las bases teóricas referentes al desarrollo del proyecto.



En el tercer capítulo se describe el contexto laboral, las metodologías para la realización del trabajo. Asimismo, se analiza la problemática que se requiere solucionar, el modelo de solución propuesto y los resultados.

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 Contexto**

J&L INGENIEROS PERÚ S.A.C. es una empresa peruana y especialista en la integración de sistemas de detección y alarma de incendios y seguridad electrónica para todos los sectores productivos como industrias, minería, banca y finanzas, etc. Brindó el servicio de diseño del sistema de detección y alarma de incendios a la empresa pesquera Tecnológica de Alimentos S.A. que se dedica a la producción de ingredientes y alimentos marinos de alta calidad asimismo es el mayor productor y exportador de harina y aceite de pescado del mundo.

Con la intención de proteger el patrimonio físico y humano de la empresa y cumplir con las normas nacionales e internacionales que rigen para un sistema de detección y alarma de incendios, se optimizó el sistema de comunicación para detectar incendios y generar alarmas para salvaguardar las áreas que requieren de un sistema de seguridad.

### **1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo**

El trabajo se realizó para la empresa pesquera localizada en Av. Néstor Gambeta, Carretera a Ventanilla - Callao, provincia de Lima -Perú.

El diseño de optimización se desarrolló a inicios del mes de noviembre del 2019 hasta a fines del mes de diciembre del 2019.

Para el desarrollo del diseño se tuvo que realizar visitas técnicas y reuniones con el cliente con el objeto de recaudar información de las áreas que conforman la planta pesquera y los requerimientos para el diseño.

### **1.3 Formulación de objetivos**

#### **Objetivo general**

Mejorar el sistema de comunicación mediante fibra óptica que permita la interconexión de paneles de control para la detección de incendios y generación de alarmas en empresa pesquera de áreas extensas.

#### **Objetivos específicos.**

Los objetivos específicos se formulan de la siguiente forma:

- O1. Analizar el estado de funcionamiento del sistema de detección y alarma de incendios existente en la empresa para determinar las mejoras.
- O2. Diseñar el sistema de detección y alarma de incendios que permita gestionar los procedimientos de alerta y evacuación en el área de vigilancia mediante una red de paneles por fibra óptica.
- O3. Evaluar y adecuar el diseño del sistema de detección y alarma de incendios para garantizar el buen funcionamiento del sistema según normas NFPA.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes:**

Con el objetivo de disponer con la información necesaria para respaldar el informe de suficiencia profesional, se han consultado y revisado investigaciones realizadas con los sistemas de detección y alarma de incendios.

Las investigaciones más relevantes se detallan a continuación.

##### **2.1.1 Antecedentes nacionales**

Cerna Quispe, R. J. (2020), en su tesis titulada: Diseño de un sistema de detección y alarma de incendios para una planta pesquera, desarrolla un sistema automático para la detección de incendios cuyo objetivo consiste en detectar un posible incendio descontrolado en una planta pesquera (interiores, almacenes y exteriores) y que a su vez genere alarmas acústicas y/o luminosas a las personas cerca del mismo para que tomen acciones al respecto.

Solano Giraldo, F. J. (2017), desarrolló un informe titulado: Interconexión del sistema de detección y alarma contra incendio entre las plantas de refinería y de fundición, plantea la interconexión entre las plantas de refinería y de fundición en Southern Perú Cooper Corporation (SPCC) mediante la reprogramación del software de los paneles de control del sistema de contra incendios y del computador de Monitoreo Gráfico – NCC con el objetivo de disminuir pérdidas de tiempo por falsas alarmas y respuestas rápidas ante una presencia de amago de incendio.

Mamani Rodrigo E. O.(2020), en su 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, describe la instalación de

sistemas de detección y alarma de incendios independientes en salas y subestaciones eléctricas interconectados con el sistema de supresión de incendios pertenecientes al sistema de bombeo implementado en Southern Perú Copper Corporation (SPCC) ;además consta de monitoreo mediante un anunciador de control de red (NCA) instalados en el centro integrado de operaciones (CIO ).

### **2.1.2 Antecedentes internacionales**

Chávez Robalino, L. E. (2017), en su trabajo de investigación: Sistema electrónico de alerta temprana para la detección de incendios en la empresa ACETERM de la ciudad de santo domingo de los Tsáchilas, desarrolla un sistema electrónico de alerta temprana para la detección de incendios a través de un prototipo basado en una red WIFI compuesto por un sensor de temperatura LM35, un detector de humo Maviju LX508B y un módulo NodeMCU ESP8266 el cual procesará las señales enviadas por los sensores y enviará registros a través de WIFI a dispositivo Android.

Romero Ortiz, J.A. (2017), en su trabajo de graduación: Sistema de control y Protección contra incendios para el hospital General de Macas en la provincia de Morona Santiago, describe la elaboración de un sistema de control y protección contra incendios el cual lo adaptó y complementó al sistema existente del hospital con la finalidad de disminuir las falsas alarmas provocadas por las personas que acuden al hospital e incrementar la eficiencia del personal de supervisión. Este trabajo se dividió en dos etapas, la primera etapa consistió en controlar el flujo de gas licuado de petróleo (GLP) que se encuentra en la cocina del hospital mediante el accionamiento de una válvula solenoide que impida su circulación en caso de detectarse una fuga. La segunda etapa consistió en controlar el funcionamiento de un acceso de ingreso /salida automatizada al área de hospitalización cuyo objetivo fue mantenerlo abierto en caso de requerir una evacuación del personal hospitalario.

Proano Lozada, L.A (2009), en su trabajo de graduación: Sistema de comunicación por fibra óptica y enlace inalámbrico para la Corporación Nacional de Electricidad CNEL regional santo domingo, describe el diseño de un sistema de comunicación a través de fibra óptica y enlace inalámbrico para el mejoramiento de

la comunicación entre las subestaciones y la central de la corporación a fin de mejorar el servicio eléctrico brindado a sus usuarios.

## **2.2 Bases teóricas:**

Para la elaboración de este trabajo se consideró lo siguiente:

### **2.2.1 Fundamentos normativos**

La mayoría de las normas y códigos en el Perú referidas al sistema de detección y alarma de incendios se remiten a normas internacionales, que ya por el estudio que llevan durante muchos años hace posible que se puedan aplicar. Las normas más representativas son las normas de la NFPA (*Nacional Fire Protection Assosiation*).

#### **a) Normas NFPA**

Las siglas NFPA corresponden al nombre en inglés Nacional Fire Protection Assosiation, es una asociación que redacta normas y códigos con la intención de minimizar la posibilidad y consecuencias de incendios que pueden originar pérdidas de bienes o de personal. Actualmente la NFPA ha publicado más de 300 Códigos y Normas contra incendios que se utilizan en todo el mundo.

“La misión de la NFPA en la actualidad se lleva a cabo mediante el sostenimiento de códigos y normas consensuadas, y la investigación y educación sobre cuestiones relacionadas con la seguridad. Los Códigos Nacionales de Incendio de la NFPA son regulados por más de 250 Comités Técnicos compuestos por aproximadamente 7.000 voluntarios, y son adoptados y utilizados en todo el mundo. La NFPA es una organización de afiliados sin fines de lucro con más de 80.000 miembros de más de 120 naciones, todos trabajando en conjunto para cumplir la misión de la Asociación” (NFPA ,2010, p.3).

Uno de los códigos más representativo de la NFPA con respecto al sistema de detección y alarma de incendios es el NFPA 72 (Código Nacional de Alarma de Incendios y señalización), en este código se define los requisitos y criterios para supervisar y alarmar espacios que requieren de protección es decir mediante este documento se puede definir qué áreas de la edificación requieren de dispositivos

de inicialización y aparatos de notificación. Asimismo, se describe cuáles son los procedimientos para la inspección, prueba, y mantenimiento de sistemas de alarma de incendios.

### **b) Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)**

Es un conjunto de normas técnicas nacionales que se elaboran a través de comités técnicos los cuales están conformados por representantes de diversas instituciones (Universidades, institutos de investigación y consultores reconocidos).

“El Comité Técnico especializado es el encargado de elaborar el Proyecto de propuesta de las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, que posteriormente es sometida a discusión pública y, finalmente, aprobada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (SENCICO, 2020).

### **2.2.2 Sistema de detección y alarmas de incendios**

La función del sistema de detección y alarma de incendios es detectar y alarmar en la etapa más temprana un posible incendio para luego tomar las medidas correspondientes e iniciar la evacuación del personal. En la figura 2.1 se muestra el diagrama de instalación del sistema de detección y alarma de incendios.

#### ***A) Componentes del sistema***

Los elementos que componen el sistema de detección y alarma de incendios son:

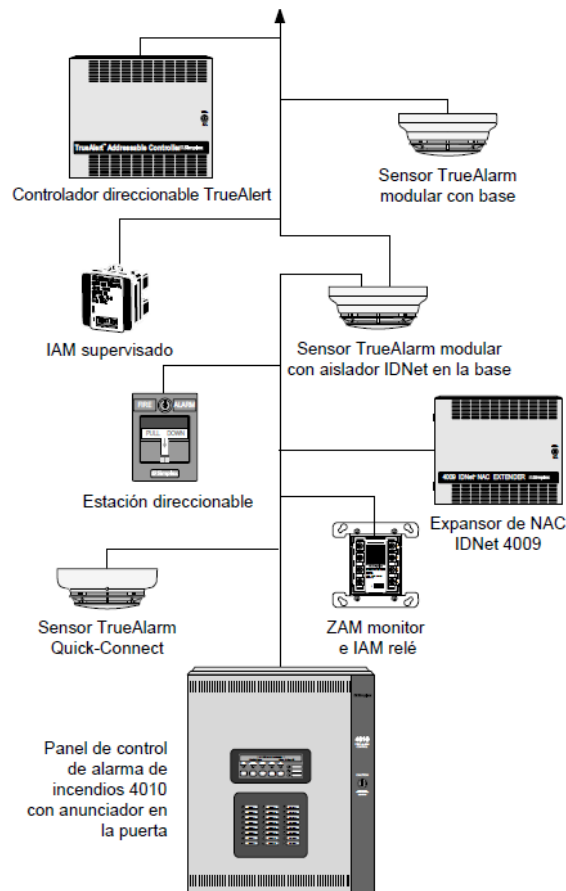
##### ***a) Panel de detección y alarma de incendios (Facu)***

El panel de detección y alarma de incendios es el elemento principal del sistema, cuya función es de supervisar las señales de entrada y controlar las señales de salida. Asimismo, tiene la capacidad de suministrar energía eléctrica a los dispositivos de detección y alarma.

El panel de control contiene circuitos lógicos que procesan las señales de los dispositivos de iniciación y de acuerdo con la lógica de programación envía señales de notificación mediante los circuitos de aparatos de notificación.

**Figura 2.1**

*Esquema de sistema de detección*



*Nota:* Tomado de manual de instalación 4010ESIDNAC Fire Alarm System (p.40),SIMPLEX.

El panel de control puede ser de los siguientes tipos:

- ❖ *Paneles convencionales*, son equipos que no reconocen de cual dispositivo de iniciación proviene la señal de alarma.

Supervisan por zonas y tienen una capacidad limitada de dispositivos de iniciación por zonas.

Posee relés para reportar su estado (alarma y falla) a terceros.

- ❖ *Paneles direccionables*, son equipos que identifican mediante una dirección cuál es el dispositivo de iniciación que envió la señal de alarma, es



decir cada dispositivo cuenta con una dirección y mediante un protocolo de comunicación esta es identificada por el panel de control.

En el panel de control se debe incorporar un suministro de energía secundario para mantenerlo operativo durante 24 horas en modo de reserva y durante 5 minutos en modo Alarma. Según el código NFPA 72, capítulo 10 ,10.6.7.2.1, indica lo siguiente:

“El suministro de energía secundaria debe tener una capacidad suficiente como para que el sistema funcione con una carga quiescente (sistema que funciona en una condición de no alarma) por un mínimo de 24 horas y, al final de tal periodo, debe tener la capacidad de hacer funcionar todos los aparatos de notificación de alarma que se utilicen para la evacuación o de dirigir la ayuda hacia el lugar de una emergencia por cinco minutos (...)” (NFPA72 ,2016, p.78)

Las señales que recibe el panel de los dispositivos de iniciación y de monitoreo son las siguientes:

- *Señales de Alarma:* Son las señales que tienen más prioridad y representan una advertencia de peligro de incendio, por lo tanto, requieren una acción inmediata. Estas señales provienen de los dispositivos de iniciación.
- *Señales de Problema o falla:* Estas señales indican una falla o problema en el circuito, dispositivo o equipo supervisado por el panel de control, estas señales son detectadas al encontrarse anomalías en los parámetros eléctricos del sistema. Estas anomalías pueden ser:
  - Pérdida de energía eléctrica.
  - Circuito abierto.
  - Puesto a tierra de cualquier circuito controlado y monitoreado
  - Desconexión de algún dispositivo de iniciación
  - Desconexión de algún dispositivo de notificación
- *Señales de Supervisión:* Estas señales transmiten la necesidad de una acción en relación con el sistema de extinción de incendios, generándose una variación en el estado inicial de la señal de monitoreo. Según lo antes

expuesto, las señales provienen en su mayoría de los dispositivos de monitoreo.

Según el NFPA 72 (2016), capítulo 10 ,10.10.1, indica que “las alarmas prioritarias, alarmas de incendio, señales de supervisión, señales de prealarma y señales de falla deben ser distintivas y descriptivamente anunciadas.” (p72)

En la figura 2.2 se muestra la imagen referencial de panel de detección y alarma de incendios.

## Figura 2.2

*Panel de control*



*Nota:* Tomado de datasheet 4010ESIDNAC Fire Alarm System (p.03),  
SIMPLEX.

### **b) Fuente IDNAC**

La fuente IDNAC es un equipo que se emplea para tener una mayor cobertura en cuanto a la distancia de cableado del circuito de notificación. De este modo se evitan caídas de voltaje significativas que pudieran afectar de manera directa la notificación del sistema.

Los circuitos de notificación al llegar a su límite de distancia indicado por el fabricante requerirán de un repetidor IDNAC, el cual proporciona una tensión constante permitiendo que los dispositivos de notificación operen en estado óptimo.

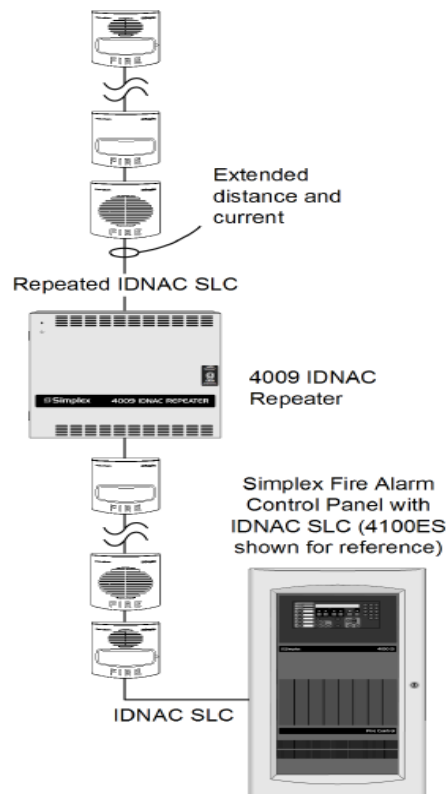
El circuito de comunicación entre un IDNAC Repeater y el panel de control se dará mediante un lazo IDNAC.

Los IDNAC Repeater requieren de una fuente de alimentación eléctrica de 220 VAC 60Hz. También requerirán de baterías como fuente secundaria de alimentación.

En la figura 2.3 se muestra la imagen de detalle de instalación de la fuente IDNAC Repeater.

### Figura 2.3

*Detalle de instalación de Fuente IDNAC.*



*Nota:* Tomado de datasheet TrueAlert Addressable Notification (p.01), SIMPLEX.

### **c) Fuente NAC EXTENDER**

La Fuente NAC *Extender*, es un equipo que provee de salidas NAC para conectarse con los dispositivos de notificación convencionales y proveerles la energía necesaria para su funcionamiento.

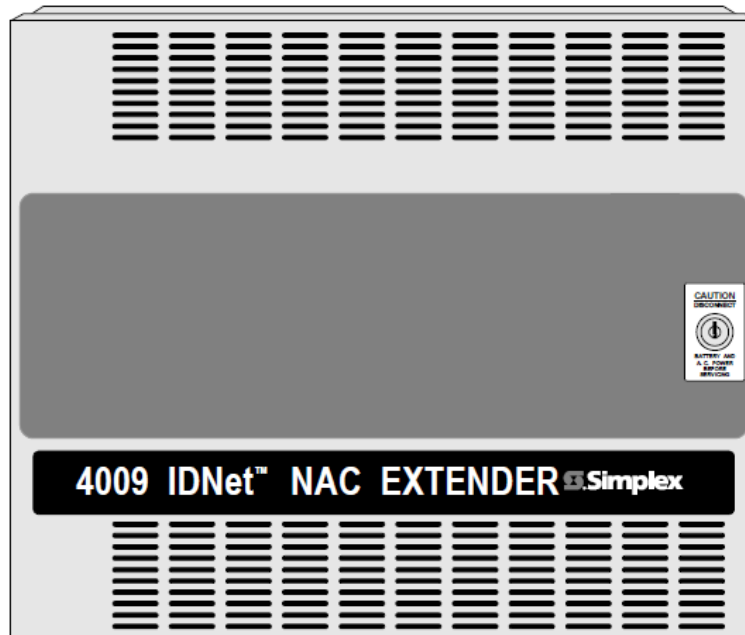
El circuito de comunicación entre una Fuente NAC *Extender* y el panel de control se dará mediante un lazo SLC.

Las Fuentes NAC *Extender* requieren de una fuente de alimentación eléctrica de 220 VAC 60 Hz. También requerirán de baterías como fuente secundaria de alimentación.

En la figura 2.4 se muestra la imagen referencial de fuente NAC.

**Figura 2.4**

*Fuente NAC*



*Nota:* Tomado de datasheet Paneles de control para alarmas de incendios LifeAlarm (p.01), SIMPLEX.

#### **d) Panel anunciador remoto**

Este equipo se emplea cuando se requiere visualizar y/o controlar el panel de control desde una ubicación distinta a la de su instalación.

El anunciador remoto brinda indicadores de estado y controles comunes para el panel de control. Su visualización se puede mostrar en una pantalla LCD o en leds de estado y un zumbador interno.

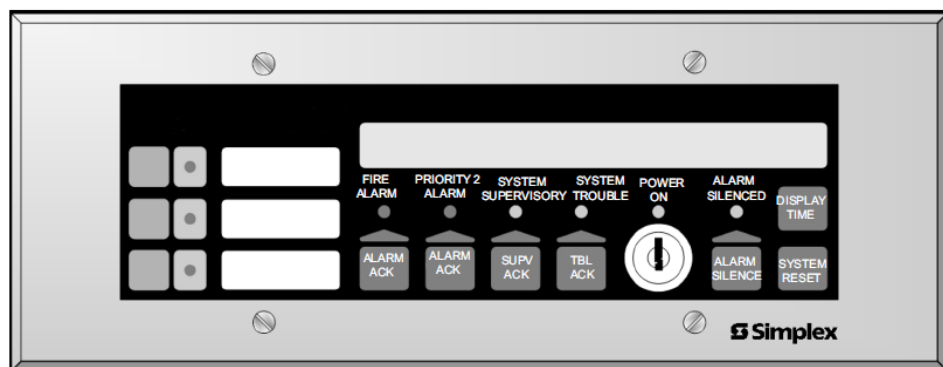
El circuito de comunicación entre un anunciador remoto y el panel de control es llamado RUI el cual se produce mediante un cable de par trenzado de calibre 18 como mínimo.

El anunciador remoto requiere de una fuente de alimentación eléctrica externa de 24 VDC o proveniente del panel de control mediante un cableado dedicado.

En la figura 2.5 se muestra la imagen referencial del anunciador remoto.

**Figura 2.5**

*Anunciador remoto*



*Nota:* Tomado de manual de instalación 4606-9102 for 4010ES LCD

Annunciator installation instructions (p.01), SIMPLEX.

### **e) Detector de humo**

Un detector de humo, es un dispositivo cuya función es detectar la presencia de humo en el aire a través de diferentes mecanismos o principios de funcionamiento.

Los detectores de humo tienen limitaciones, por lo tanto, no son infalibles. Por esta razón y para reducir el riesgo de que puedan fallar en su funcionamiento, se debe probar cada cierto periodo y reemplazar el dispositivo según su vida útil y/o como el fabricante lo indique.

A continuación, se presentan 2 tipos de detectores de humo:

#### ❖ *Detector de humo fotoeléctrico puntual*

Este tipo de detectores cuenta internamente con un emisor y receptor, los cuales se encuentran separados por una pantalla, de este modo el rayo emitido no alcanza el receptor.

Cuando el humo ingresa en la cámara de detección, las partículas de humo generan la refracción del rayo ocasionando que este llegue al receptor; de esta manera se puede realizar la detección temprana de humos y se genera una señal de alarma.

En la figura 2.6 se muestra la imagen referencial del detector de humo.

**Figura 2.6**

*Detector de humo*



*Nota:* Tomado de datasheet TrueAlarm Analog Sensing (p.01), SIMPLEX.

❖ *Detector de humo tipo haz de luz (Photobeam)*

El detector de humo tipo haz de luz está compuesto por un dispositivo emisor y otro receptor, en algunos casos alojados en el mismo dispositivo y en otros en diferentes dispositivos. Para el primer caso se requiere de un reflector el cual reflejara el haz de luz hacia el emisor/receptor.

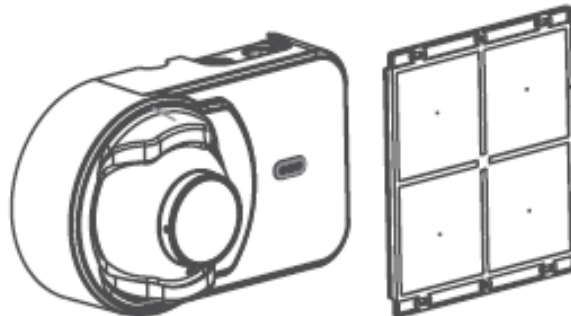
El detector de humo de tipo haz de luz funciona bajo el principio de obscurecimiento de luz.

Cuando el humo entra en el área situada entre emisor y reflector se genera una reducción en la señal de retorno, cuando esta señal alcanza un umbral determinado se genera la señal de alarma.

En la figura 2.7 se muestra la imagen referencial del Photobeam.

**Figura 2.7**

*Detector de haz de luz y reflector*



*Nota:* Tomado de manual de instalación OSID Smoke Detector Product Guide (p.04), SIMPLEX.

**f) Estación manual de alarma**

La estación manual es un dispositivo iniciación cuya función es de iniciar una señal de alarma cuando se opera manualmente. Está compuesta por un contacto normalmente abierto el cual se cierra al activar la estación manual, enviando de esta manera una señal de alarma al panel de control. Al

generarse la activación manual, el contacto permanecerá cerrado hasta ser restablecido.

Las estaciones manuales de alarma pueden ser de simple acción y de doble acción, es decir que para activarla se requiere de 2 movimientos.

El circuito de comunicación entre una estación manual y el panel de control es llamado SLC, esta comunicación se dará a través de un cable de incendios FPL, FPLR de calibre entre 12 y 18 AWG.

En la figura 2.8 se muestra la imagen referencial de estación manual

### **Figura 2.8**

*Estación manual*



*Nota:* Tomado de datasheet Periféricos Multiaplicación (p.01), SIMPLEX.

### **B) Circuitos de detección y alarma de incendios**

El sistema de detección y alarma de incendios está compuesto por los siguientes circuitos:

#### **a) Circuito de iniciación**

Los circuitos de iniciación son dispositivos que reportan de manera automática un inicio de amago de incendio. Los cuales son:



❖ **IDC (Initiating Device Circuit)**

Circuito en los cuales sus dispositivos se reportan en forma grupal (Dispositivos convencionales).

❖ **SLC (Circuito Line Circuit)**

Circuitos direccionables en los que cada dispositivo es monitoreado e identificado independientemente

Existen distintas clases de lazos a emplear en un sistema de detección y alarma de incendios, a continuación, se describirán los mismos

**Clase B**

Un circuito de clase B es capaz de diferenciar entre un cortocircuito y una apertura de circuito. Este tipo de circuito es supervisado por una corriente baja que circula a través de una resistencia en el extremo de la línea. Una apertura en el circuito de clase B anula eléctricamente todos los dispositivos conectados después del punto de apertura.

**Clase A**

Los circuitos de clase A también pueden diferenciar entre cortocircuitos y aperturas de circuito. La diferencia con el circuito clase B es que este circuito nace en el panel de control y retorna al mismo. De esta manera y gracias a esta redundancia al ocurrir una falla en el circuito todos los dispositivos continuarán respondiendo.

**b) Circuito de notificación**

Son los circuitos que controlan los aparatos de notificación (sirenas, luces estroboscópicas). Usualmente son de tipo convencional.

❖ **NAC (Notificación Appliance Circuit)**

**C) Cableado de detección y alarma de incendios.**

El cableado para los sistemas de detección y alarma debe ser resistente al fuego de calibre mínimo 18 AWG. Así mismo, este cableado debe contar como mínimo con recubrimiento FPL para tendidos horizontales y FPLR para tendidos verticales. Estos tipos de cable se definirán en los siguientes

puntos. Por otro lado, debe ser LSZH para aminorar la generación de humo y gases tóxicos, y finalmente debe estar listado por UL para uso en sistemas contra incendio con limitación de energía acorde con lo establecido en la NFPA 70: Código Nacional de electricidad, Artículo 760.

❖ **Cable FPL**

Este es el cable común con propósitos generales en el sistema de detección y alarmado incendios. Es resistente a la propagación del fuego.

No puede ser usado en instalaciones verticales, ductos ni en ningún otro espacio empleado utilizados para movilización de aire.

Este cable tiene que ser listado para los propósitos antes descritos

❖ **Cable FPLR**

A diferencia del FPLR, este cable es empleado para instalaciones verticales y es resistente a la propagación del fuego de nivel a nivel.

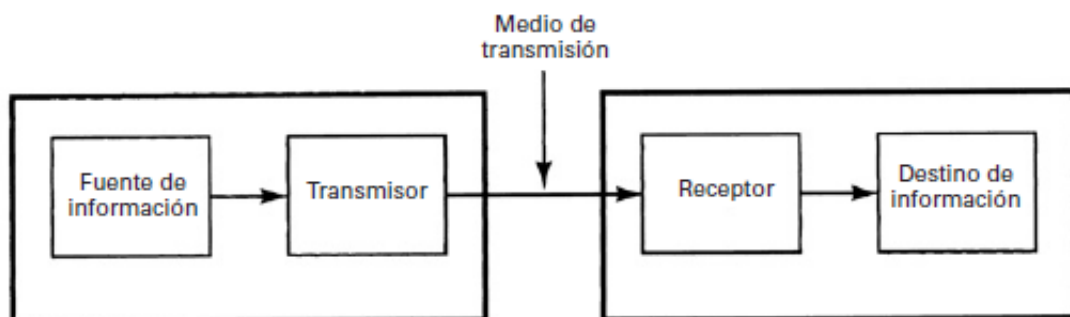
Este cable tiene que ser listado para los propósitos antes descritos.

### 2.2.3 Sistema de comunicaciones

Un sistema de comunicaciones es un conjunto de dispositivos que comprende de un trasmisor, un medio de transmisión y un receptor, cuya finalidad es de transmitir, emitir y recibir señales de todo tipo como voz, datos, audio, video, etc. En la figura 2.9 se muestra se muestra la composición de un sistema de comunicaciones mediante bloques.

**Figura 2.9**

*Diagrama simplificado de bloques de un sistema de comunicaciones electrónicas*



*Nota.* Tomado de Sistema de comunicaciones electrónicas (p. 2), por W. Tomasi, 2003, PEARSON EDUCACIÓN.

## A) Medios de transmisión

### a) Par trenzado

En su forma más simple, el cable de par trenzado consiste en dos hilos de cobre trenzados dentro de un cordón y cubiertas por un aislante.

Generalmente se reconocen dos tipos de cables de pares trenzados:

- Par trenzado protegido (STP)
- Par trenzado no protegido (UTP)

### b) Fibra óptica

Se trata de un medio muy flexible y muy fino que conduce energía de naturaleza óptica. Su forma es cilíndrica con tres secciones radiales: núcleo, revestimiento y cubierta. El núcleo está formado por una o varias fibras muy finas de vidrio o plástico. Cada fibra está rodeada por su propio revestimiento que es un cristal o plástico con diferentes propiedades ópticas distintas a las del núcleo. Alrededor de este conglomerado está la cubierta (constituida de material plástico o similar) que se encarga de aislar el contenido de aplastamientos, abrasiones, humedad, etc. Es un medio muy apropiado para largas distancias. En la figura 2.10 se muestra imagen referencial de la fibra óptica.

**Figura 2.10**

*Fibra óptica*



*Nota:* Elaboración propia

### ❖ **Tipos de fibra óptica**

Existen dos tipos de fibra óptica los cuales se diferencian por el modo de propagación del haz de luz en su interior.

#### **Fibra multimodo**

Es aquella en donde los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Se utilizan comúnmente en aplicaciones de distancias cortas es decir menores a 2 Km.

El núcleo de la fibra multimodo tiene un índice de refracción superior que el revestimiento. Debido al gran tamaño de su núcleo es más fácil de conectarla.

Debido al tipo de índice de refracción se tiene dos tipos de fibra multimodo los cuales son:

- Índice escalonado
- Índice gradual

Según ISO 11801 las fibras multimodo se clasifican según su ancho de banda

- OM1
- OM2
- OM3
- OM4
- OM5

#### **Fibra monomodo**

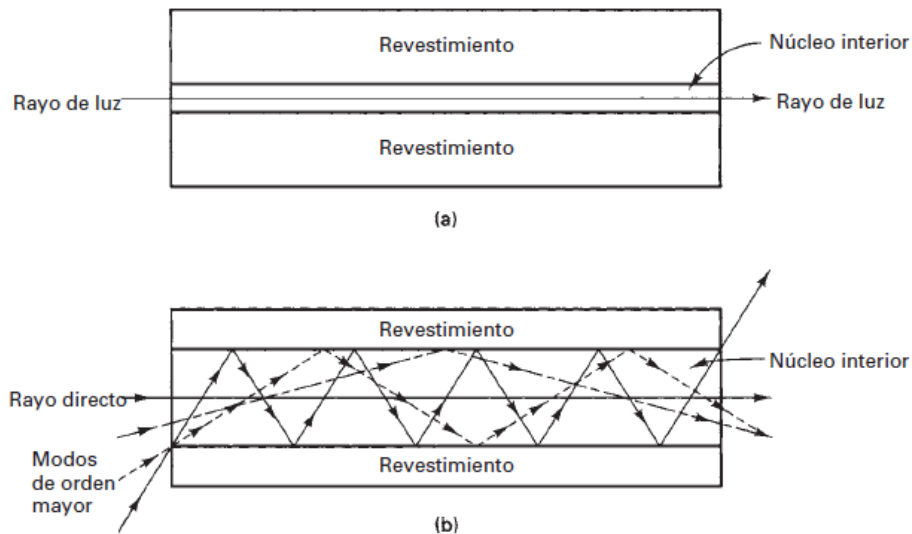
Es aquella en donde se propaga un modo de luz o camino.

Su transmisión es paralela al eje de la fibra. Las fibras monomodos permiten alcanzar grandes distancias hasta 400 Km máximo mediante un láser de alta intensidad.

En la figura 2.11 se muestra los modos de propagación de luz unimodal y multimodal de la fibra óptica.

## Figura 2.11

Modos de propagación (a) unimodal; (b) multimodal



*Nota:* Tomado de Sistema de comunicaciones electrónicas (p. 434), por W. Tomasi, 2003, PEARSON EDUCACIÓN.

### B) Comparación de los medios de transmisión

Las comunicaciones mediante cables de fibra de vidrio o de plástico tiene varias ventajas sobre las comunicaciones que usan instalaciones convencionales de cable metálico.

- a) Ventajas de la fibra óptica con respecto a los cables metálicos:
  - Mayor capacidad de información.
  - Inmunidad a la diafonía.
  - Inmunidad a la interferencia electromagnético.
  - Inmunidad al ambiente.
- b) Desventajas de la fibra óptica con respecto a los cables metálicos:
  - Frágiles al ambiente físico.
  - Potencia eléctrica remota
  - Necesidad de conversores.

## 2.3 Definiciones

**Alarma.** Advertencia de peligro.

**FACU (Fire Alarm Control Unit):** Un componente del sistema de alarma de incendio provisto de fuentes de energía primaria y secundaria, que recibe señales de los dispositivos iniciadores u otras unidades de control de alarma de incendio, y procesa tales señales para determinar parte o la totalidad de la/s función/es de salida del sistema de alarma de incendio requeridas.

**Señal.** Mensaje que indica una condición, comunicada por medios eléctricos, visibles, audibles, inalámbricos u otros medios.

**Señal de alarma:** Señal resultante de la detección manual o automática de una condición de alarma.

**Señal de evacuación:** Señal de alarma distintiva cuyo fin es que los ocupantes reconozcan que requieren ser evacuados de un edificio.

**Topología:** Es la forma física de conexiones en la cual cada conector/salida de Telecomunicaciones este cableado directamente a un único equipo activo.

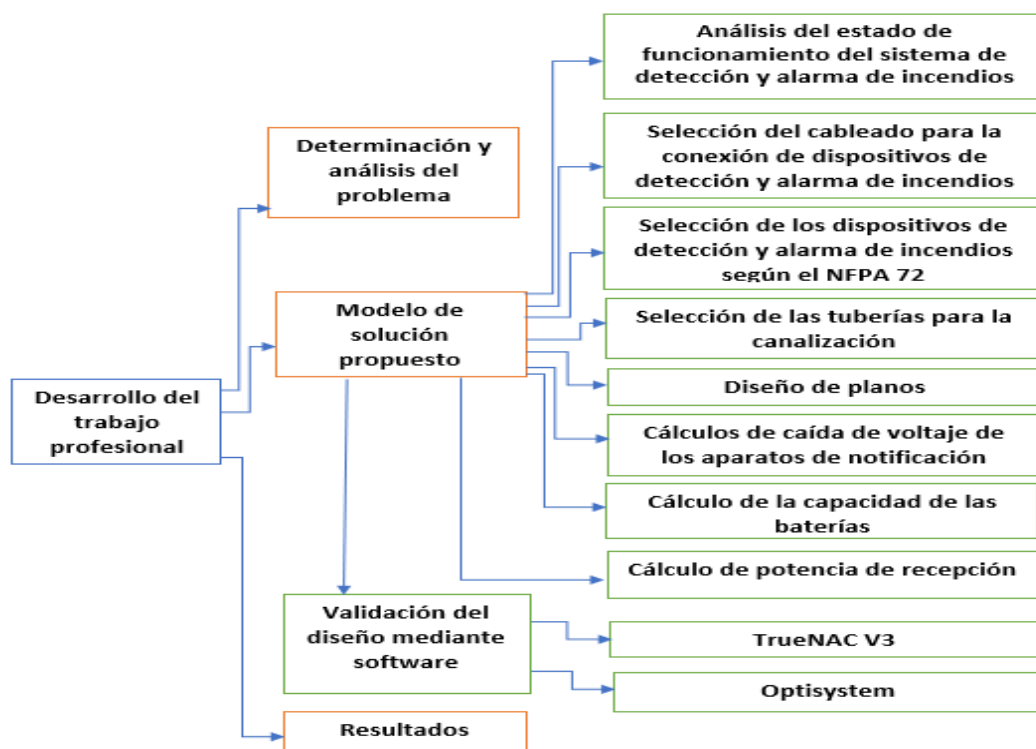
## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

En esta sección se determina y analiza el problema del sistema de detección y alarma de incendios existente de la empresa pesquera, luego se describirá el modelo de solución propuesto el cual permite identificar todas las entradas y salidas que interactúan con el sistema a fin de poder realizar la optimización del sistema de detección de incendios en todas las áreas necesarias y alertar correctamente a todo el personal, asimismo tomar las acciones prudentes en caso de siniestros. En la figura 3.1 se muestra el diagrama del proceso de desarrollo del trabajo profesional.

**Figura 3.1**

*Diagrama del proceso de desarrollo del trabajo profesional.*



*Nota:* Elaboración propia

### 3.1. Determinación y análisis del problema:

La empresa pesquera dedicada a la elaboración de productos marinos, es una empresa líder en la producción y exportación de harina y aceite de pescado, así como también pescado fresco y congelado. La planta principal se ubica en la Av. Néstor Gambeta, Carretera a Ventanilla - Callao, provincia de Lima -Perú. En la figura 3.2 se muestra el plano de ubicación de la empresa pesquera.

La empresa consta de una extensión de 247130 m<sup>2</sup> y el área total de la planta de la empresa es 64000 m<sup>2</sup> distribuido en subáreas las cuales se diferencian por el tipo de actividad que se realiza en sus interiores, así como el tipo de materiales que se almacenan en sus almacenes.

**Figura 3.2**

*Ubicación geográfica de empresa pesquera*



*Nota: Elaboración propia*



Con el fin de conocer el sistema de detección y alarma de incendios existente de la planta, se realizó una inspección de las instalaciones y equipamientos en las diversas áreas con las que cuenta la planta, en donde se detectaron los siguientes problemas:

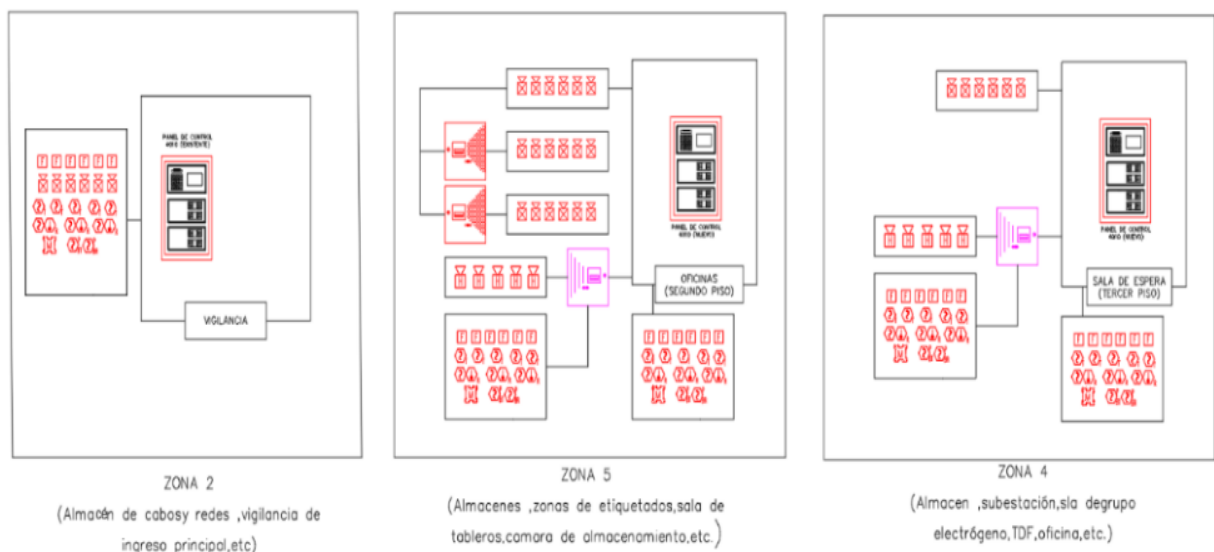
- a. Equipamientos y canalizaciones en malas condiciones de funcionamiento debido a falta de mantenimiento.
- b. Sistema de detección y alarma de incendios compuesto por tres paneles de control (02 paneles 4010 y 01 panel 4100, ambos de la marca Simplex), sin interconexión lo cual hace difícil identificar si se produce un evento de incendio en las áreas alejadas del área de vigilancia (Centro de control) para el operario de seguridad actual.

En la figura 3.3 se muestra las áreas en donde se encuentran los paneles de control existentes con sus respectivos dispositivos de detección y alarma de incendios.

- c. Falta de dispositivos de iniciación y aparatos de notificación en ciertas áreas de la planta.
- d. Incumplimiento de las normas locales como internacionales en ciertas áreas de las plantas.

**Figura 3.3**

*Representación de paneles existentes en planta pesquera.*



*Nota:* Elaboración propia

Debido a los problemas mencionados anteriormente, la empresa pesquera requiere de un sistema de detección y alarma de incendios centralizado, es decir; se requiere diseñar un sistema de detección y alarma de incendios que permita supervisar y controlar los dispositivos de detección y alarma de incendios de todas las áreas en el área de vigilancia (Centro de control). Así mismo se requiere agregar dispositivos de detección y alarma de incendios en las áreas que carecen del mismo.

De acuerdo a lo descrito anteriormente se formula los siguientes problemas:

**Problema principal:**

¿De qué manera es posible mejorar el sistema de comunicación para la detección de incendios y generación de alarmas en empresa pesquera de áreas extensas?

**Problemas específicos:**

¿De qué manera se puede analizar el estado de funcionamiento del sistema de detección y alarma de incendios en la empresa pesquera?

¿Qué metodología puede ser idónea para diseñar el sistema de detección y alarma de incendios centralizado en el área de vigilancia?

¿De qué manera se puede evaluar el diseño del sistema de detección y alarma de incendios para garantizar el buen funcionamiento del sistema según normas NFPA?

**3.2. Modelo de solución propuesto:**

Para la mejora del sistema de detección y alarma de incendios de la planta pesquera se siguió el siguiente procedimiento:

- ❖ Análisis del estado de funcionamiento del sistema de detección y alarma
- ❖ Selección de los dispositivos de detección y alarma de incendios según el NFPA 72
- ❖ Selección del cableado para la conexión de dispositivos de detección y alarma de incendios
- ❖ Selección de las tuberías para la canalización.

- ❖ Diseño de planos.
- ❖ Cálculo de la caída de voltaje de los aparatos de notificación
- ❖ Cálculo de la capacidad de las baterías
- ❖ Cálculo de potencia de recepción.
- ❖ Validación del diseño mediante software

### **3.2.1 Análisis del estado de funcionamiento del sistema de detección y alarma de incendios existente**

Para realizar el diseño del sistema se tuvo que analizar el estado de funcionamiento del sistema de detección existente de la planta pesquera ya que así se puede identificar qué áreas de la planta requiere de equipamiento. A continuación, se detallará los equipamientos que requiere el sistema de detección de la planta pesquera para su buen funcionamiento.

Para las áreas de sala de máquinas, sala de grupo electrógenos, así como baños públicos se debe de colocar sensores de temperatura que capten el incremento de calor por encima de lo normal por parte de los equipos y/o instrumentos ubicados en las áreas en mención.

Para las áreas grandes o amplias con techo elevado como algunos almacenes, cámaras de almacenamiento, área de despacho de productos terminados, zonas de etiquetados se instalarán detectores de humo de haz (Photobeam) que enviarán señales de alarma al panel principal mediante módulos de monitoreo una vez que el nivel de oscurecimiento de luz supere el umbral de detección del dispositivo.

Para las áreas de subestación eléctrica, casetas, TDF, sala de baterías, sala de tableros, tableros generales, sala de control, sala de celdas, servidores, etc., se instalarán multisensores que capten tanto actividades de humo como actividades térmicas para mayor precisión y prevención de falsas alarmas.

Para las demás áreas como oficinas, talleres, sala de ensaque, almacenes, depósitos, vestuarios, etc., se instalará sensores de humo direccionables e inteligentes que se podrán programar a un nivel de sensibilidad para que alcance su estado de activación teniendo en cuenta las condiciones de ambiente y horario.

Para el tanque de combustible se instalará un cable de detección lineal de calor en el contorno a una altura ubicada en el umbral de llenado del tanque

que enviará una señal de alarma al panel principal mediante un módulo de monitoreo el cual se activará cuando la temperatura de la superficie del tanque aumente y los núcleos trimetálicos del cable de detección lineal se junten.

La notificación a los ocupantes será mediante sirenas con luz estroboscópica direccionables y sirenas tipo industrial (no direccionables), teniendo en cuenta los parámetros de audibilidad de la Norma NFPA 72, la cual indica que todos los espacios acústicamente distinguibles deben tener un nivel sonoro de al menos 15 dB sobre el nivel sonoro ambiental promedio, medido a 5 pies (1.5 m) por encima del piso en el área requerida en la que el sistema va a brindar el servicio aplicando la escala de ponderación A (dBA), según la figura 3.4.

Entonces, se considera como referencia:

- a) Para las oficinas, SS. HH, vestuario, comedor, caseta de ingreso, laboratorios, centro de cómputo, área de vigilancia un nivel sonoro de 70 dBA (55dBA + 15 DB)
- b) Para las zonas de depósitos y almacenes un nivel sonoro de 45 dBA (30dBA + 15 DB)
- c) Para las zonas de áreas de procesos y ambientes con un alto ruido promedio ambiental, un nivel sonoro de 95 dBA (80dBA + 15 DB)

Estas alarmas acústicas se complementaron con adecuadas señales ópticas o luces estroboscópicas (cuando así se requieran), de acuerdo al artículo 57 del capítulo IV (Norma A.130) del Reglamento Nacional de Edificaciones.

### Figura 3.4

Tabla del nivel sonoro ambiental promedio de acuerdo con la ubicación

Ubicación	Nivel sonoro ambiental promedio (en dBA)
Ocupaciones de negocios	55
Ocupaciones educacionales	45
Ocupaciones industriales	80
Ocupaciones institucionales	50
Ocupaciones mercantiles	40
Salas de mecánica	85
Muelles y estructuras rodeadas por agua	40
Lugares de reunión	55
Ocupaciones residenciales	35
Ocupaciones para almacenamiento	30
Vías públicas urbanas de densidad alta	70
Vías públicas urbanas de densidad media	55
Vías públicas rurales y suburbanas	40
Ocupaciones en torres	35
Estructuras subterráneas y edificios sin ventanas	40
Vehículos y naves	50

*Nota. Tomado de código Nacional de Alarmas de Incendio y señalización NFPA 72 (p.127), por NFPA, 2016, NFPA.*

Se ha considerado estaciones manuales de alarma de incendios en el recorrido de cada una de las salidas de evacuación de cada bloque de la planta pesquera; además si el recorrido horizontal de una persona hacia la estación manual es superior a 60 metros (según RNE A.130, Capítulo IV, Art.63) entonces se considera una estación manual adicional para dicho recorrido.

Todas las fuentes de energía remota, circuitos eléctricos y equipos de campo deberán ser supervisados de modo que se tendrá una señal de falla por circuito abierto y puesta a tierra. Del mismo modo los circuitos de las fuentes de energía tanto primaria como secundaria serán supervisados por el sistema de modo que se genere una señal de falla ante la ausencia o falla de alguna de estas fuentes

### **3.2.2 Selección de los dispositivos de detección y alarma de incendios según el NFPA 72**

Para la selección de dispositivos de detección y alarma de incendios se consideró lo siguiente:

#### **a) Detectores de humo puntual**

Según el código NFPA 72 (2016) en el punto (1)17.7.3.2.3.1\* indica que:

“La distancia entre detectores de humo no debe exceder un espaciamiento nominal de 30 pies (9.1 m) y debe haber detectores dentro de una distancia de la mitad del espacio nominal, medidas en los ángulos rectos desde todas las paredes o tabiques que se extiendan hacia arriba hasta dentro del 15 por ciento de la altura del cielorraso.” (Código Nacional de Alarmas de Incendio y señalización NFPA 72,2016, p.72)

En la figura 3.5 se muestra las coberturas rectangulares que pueden tener los detectores de humo según NFPA 72.

#### **b) Detectores de humo tipo lineal**

Según la norma NFPA 72 en el punto 17.7.3.7.1 los detectores de humo tipo lineal deben estar ubicados según las indicaciones del fabricante.

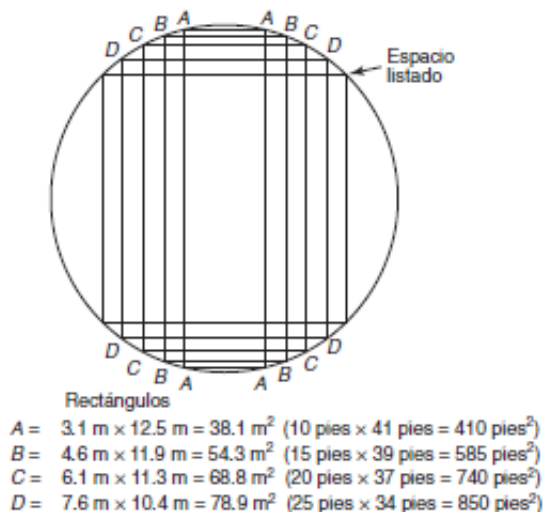
Según el Anexo a.17.7.3.7 de la NFPA 72 indica lo siguiente:

“En los cielorrasos planos, se debería utilizar como guía un espaciamiento no mayor a los 60 pies (18.3 m) entre los haces proyectados y no mayor a una mitad de ese espaciamiento entre el haz proyectado y el lateral de la pared (pared paralela al desarrollo de la viga). Se debe determinar otro espaciamiento basado en la altura del cielorraso, las características del flujo de aire y los requisitos de respuesta”. (Código Nacional de Alarmas de Incendio y señalización NFPA 72,2016, p.72)

Los detectores de humo de tipo lineal se deben instalar en superficies estables para evitar falsas alarmas causadas por los movimientos o vibraciones de estructuras. En la figura 3.6 se muestra los espaciamientos del detector tipo lineal con respecto al techo, paredes y otro detector lineal.

**Figura 3.5**

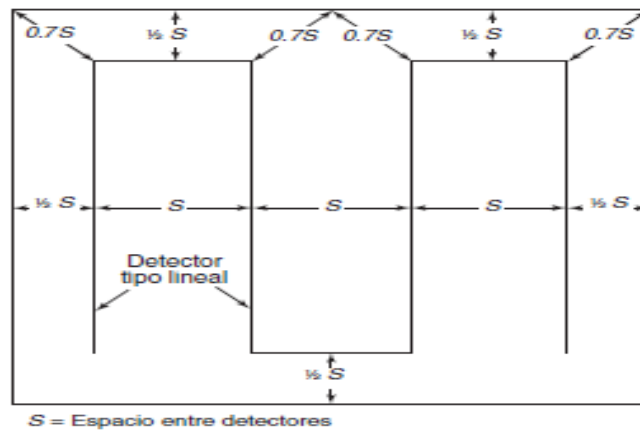
*Espaciamiento del detector en superficies rectangulares*



*Nota. Tomado de código Nacional de Alarmas de Incendio y señalización NFPA 72 (p.72), por NFPA, 2016, NFPA.*

**Figura 3.6**

*Espaciamiento del detector tipo lineal, disposiciones de espaciamiento, cielo raso plano*



*Nota. Tomado de código Nacional de Alarmas de Incendio y señalización NFPA 72 (p.72), por NFPA, 2016, NFPA.*

### 3.2.3 Selección del cableado para la conexión de dispositivos de detección y alarma de incendios

El cableado considerado idóneo para las conexiones de dispositivos de detección y alarma de incendios en la planta pesquera es el cableado FPLR

debido a que es un cable rígido de cobre que consiste de un apantallado de metal, lo cual disminuye las interferencias. El cableado debe ser aprobado y sometido bajo normas UL. En la figura 3.7 se muestra el cable FPLR.

El cableado será el siguiente:

- Circuito SLC: Cableado Clase B.  
Todo el cableado se propuso que sea de tipo FPLR LSZH de mínimo 16 AWG de diámetro de cobre.
- Circuitos IDNAC y NAC: Cableado Clase B.  
Todo el cableado se propuso que sea del tipo FPLR LSZH de mínimo 14AWG de diámetro de cobre.
- Circuito RUI y RED:  
El circuito RUI que interconecta el display remoto con el panel de control principal se propuso que sea del tipo FPLR LSZH de mínimo 16AWG de diámetro de cobre.

### Figura 3.7

*Cable FPLR*



*Nota.* Tomado de Google. (s.f). Recuperado el 15 de noviembre,2021, de <http://www.bestsecurityperu.com/producto/cable-fplr-lszh-2x16-awg-apantallado/>

#### **3.2.4 Selección de las tuberías para la canalización.**

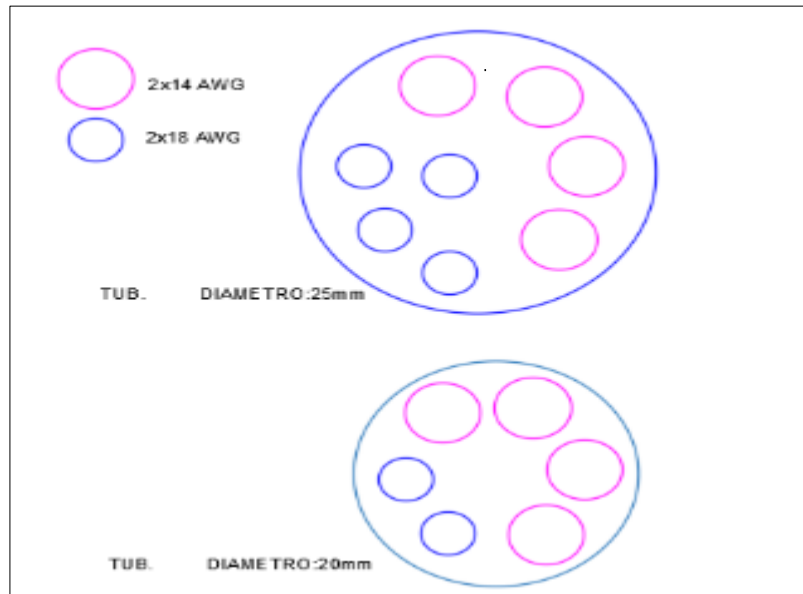
El cableado en todo el recorrido consiste en una comunicación bidireccional para el lazo SLC, NAC, por lo que con una tubería de diámetro 20mm, es suficiente para la canalización horizontal del sistema



En la figura 3.8 se muestra la cantidad de cables de 14 AWG y 18 AWG que pueden ingresar en tuberías de diámetro de 20mm y diámetro de 25mm.

### Figura 3.8

*Representación de cableados en tuberías de diámetro 20mm y diámetro 25mm.*



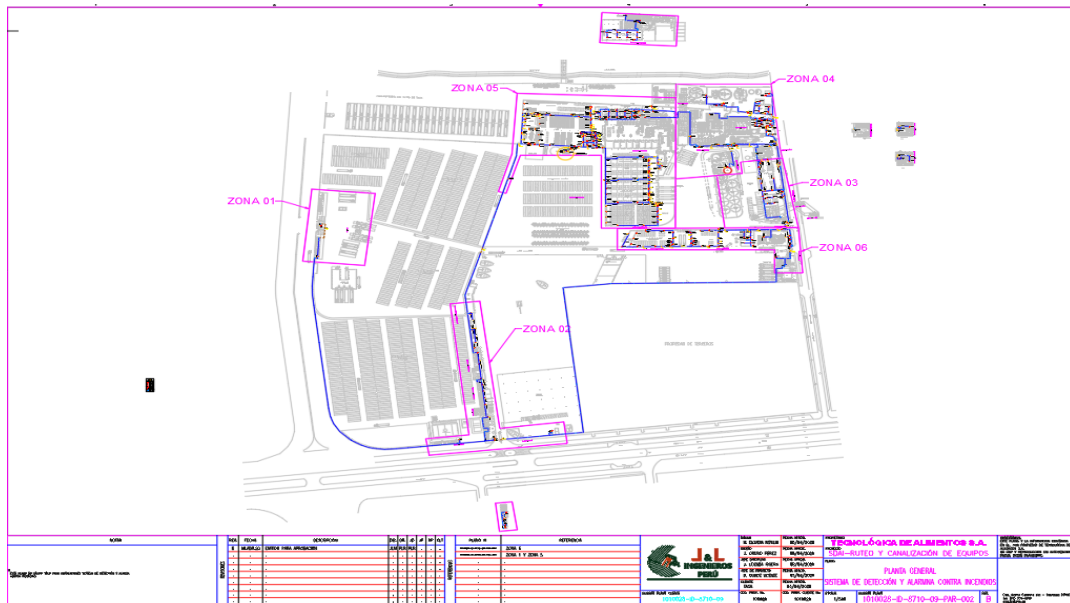
*Nota:* Elaboración propia

#### 3.2.5 Diseño de planos.

Para representar gráficamente las mejoras del sistema de detección se utilizó el software AUTOCAD el cual permite realizar planos en 2 Dimensiones y 3 Dimensiones. Asimismo, se dividió el diseño en zonas lo cual permite tener una mejor comprensión de la distribución de los equipos que componen el diseño del sistema de detección y alarma de incendios. En la figura 3.9 se ilustra el plano de planta en el que se muestran las ubicaciones de todos los dispositivos y equipos de control por zonas (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4, zona 5 y zona 6).

**Figura 3.9**

*Plano de planta-Sistema de detección y alarma de incendios*

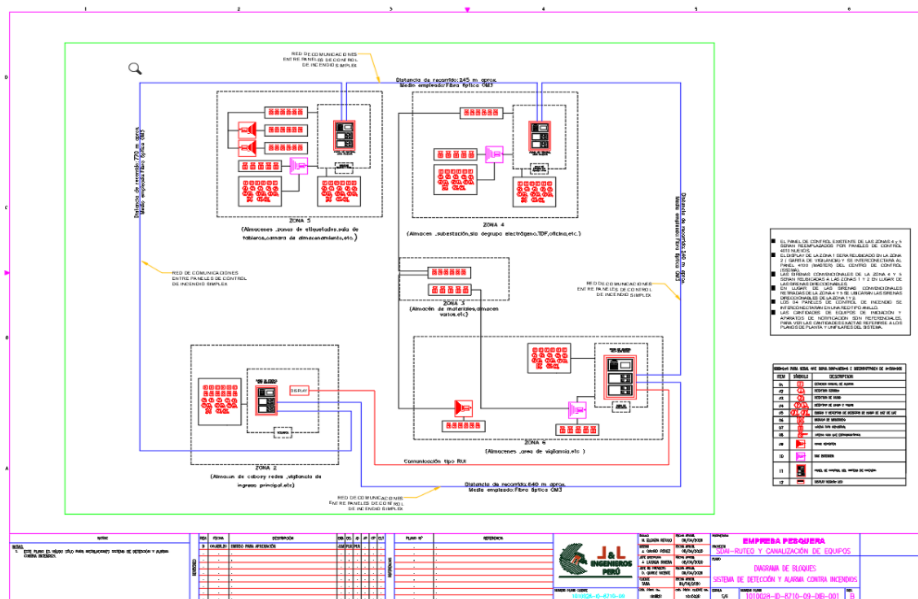


*Nota:* Elaboración propia

En la figura 3.10 se muestra el plano de diagrama de bloques en el que se muestran la interconexión de paneles.

**Figura 3.10**

*Plano de bloques -Sistema de detección y alarma de incendios*

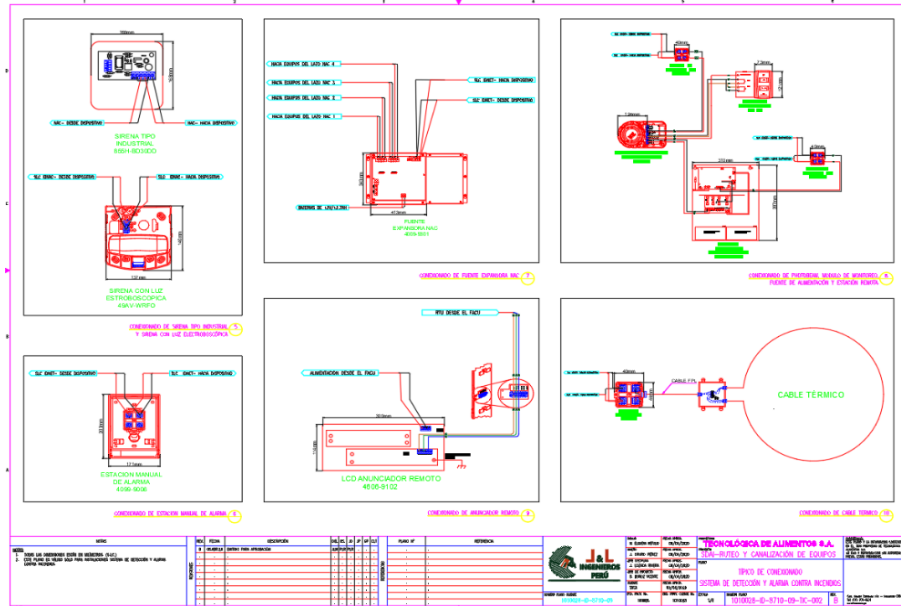


*Nota:* Elaboración propia

En la figura 3.11 se muestra el plano típico de conexionado.

**Figura 3.11**

*Plano típico de conexionado-Sistema de detección y alarma de incendios*

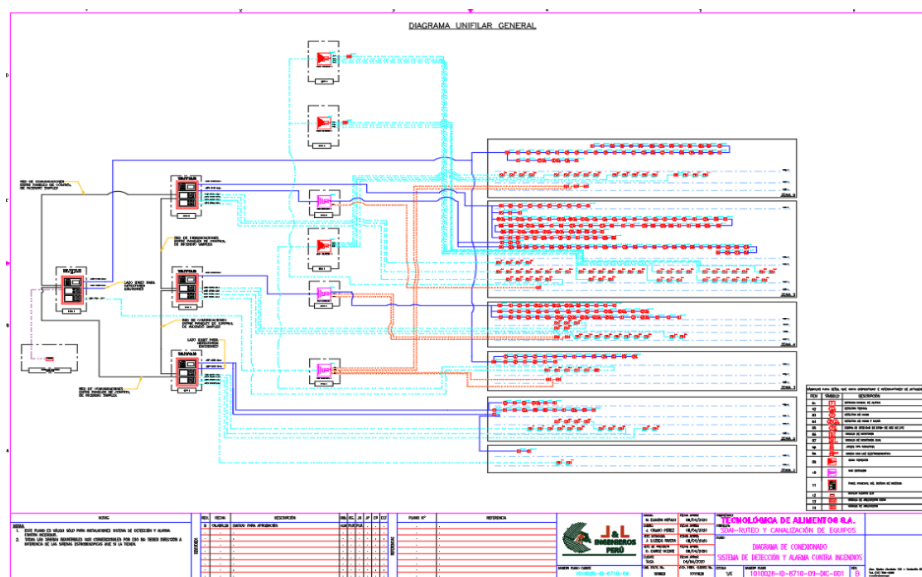


*Nota:* Elaboración propia

En la fig. 3.12 se muestra el plano unifilar

**Figura 3.12**

*Plano unifilar-Sistema de detección y alarma de incendios*



*Nota:* Elaboración propia

### 3.2.6 Cálculos de caída de voltaje de los aparatos de notificación

Con la ubicación de los aparatos de notificación, se procedió a realizar los cálculos de caída de voltaje y dimensionamiento de baterías del sistema. Los cálculos se realizaron tomando en consideración la distancia máxima del cableado a utilizar desde el aparato de notificación hacia la fuente de alimentación (Fuente remota).

Para calcular el valor de la corriente por NAC, se aplica la primera ley de Kirchhoff, utilizando la fórmula (1):

$$\sum_{k=1}^n I_k = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = 0 \quad (1)$$

Donde:

$$\sum_{k=1}^n (I_k) = \text{Sumatoria total de las corrientes.}$$

$I_n$  = Corriente de aparato enésimo de notificación.

Para calcular el valor del voltaje requerido por cada aparato de notificación, se usa la ley de Ohm cuya fórmula (2) es la siguiente:

$$V = R \cdot I \quad (2)$$

Por ser cableado clase B se expresa mediante la fórmula (3):

$$V_n = IA * (RHS + 2Rw) = Vhs + IA * 2Rw \quad (3)$$

Donde:

**Ru:** resistencia por metro de cable 14 AWG = 0.0092  $\Omega$ /m. (según hoja técnica)

**Vn:** Voltaje nominal del lazo/branch NAC 24V

**Rw:** Resistencia del cable de longitud L.

**Vhs:** Voltaje que reciben los dispositivos

**RHS:** Resistencia de carga total (Suma de resistencia de todos los dispositivos)

**L:** Longitud total del cable

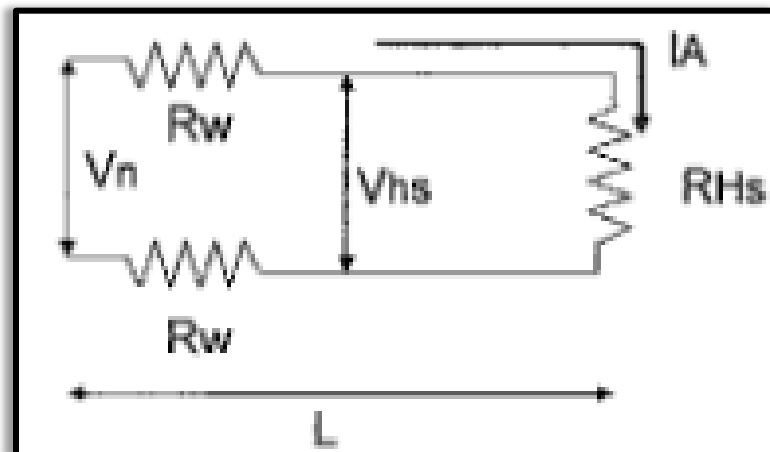
**Ihs:** Corriente que consume cada dispositivo (Sirena/Strobo)

**IA:** Corriente total de lazo/Branch

En la figura 3.13 se representa el circuito del lazo NAC (Circuito de aparatos de notificación) compuesto por las resistencias de los cables ( $R_w$ ) y la resistencia de la carga total ( $R_{Hs}$ ) (Aparatos de notificación) conectadas en serie, así como también la corriente total del circuito ( $I_A$ ) y el voltaje nominal suministrado por la fuente de alimentación ( $V_n$ ).

**Figura 3.13**

*Circuito de cableado clase B para aparatos de notificación*



*Nota: Elaboración propia*

Para calcular el valor de la resistencia del cable se utiliza la fórmula (4):

$$\bullet R_w = R_u L \quad (4)$$

Para calcular el valor de la caída de voltaje del lazo NAC se usa la fórmula (5):

$$\bullet 100 (V_n - V_{hs}) / V_n \quad (5)$$

A continuación, se muestra los cálculos de caída de voltaje de los aparatos de notificación que se encuentran más alejados del panel de control, IDNAC *Repeater* y NAC *Extender*.

En la figura 3.14 se muestra el cálculo de caída de voltaje en el NAC2 del panel de control IDNAC FACP (Zona 2)

Figura 3.14

Cálculo de caída de voltaje en el NAC2 del panel de control IDNAC FACP (Zona 2)

**PRIMER PISO:**

Caída de Voltaje:

Se calculará la máxima caída de voltaje del lazo NAC 2 para la ZONA 2 (PRIMER PISO Y SEGUNDO PISO) con calibre de cable 14AWG el cual posee los siguientes dispositivos:

Cant	Descripción	Ihs(mA)
3	Sirenas strobo de 75 CD	165
4	Sirenas strobo de 15 CD	80

Rur: resistencia por metro de cable 14 AWG = 0.0092 Ω/m. (según hoja técnica)  
 Vn: Voltaje nominal del lazo branch IDNAC 230V (según hoja técnica)  
 Rw: Resistencia del cable de longitud L.  
 Vhs: Voltaje que reciben los dispositivos  
 Rhs: Resistencia de carga total (Suma de resistencia de todos los dispositivos)  
 L: Longitud total del cable  
 Ihs: Corriente que consume cada dispositivo (Sirena/Strobo)  
 Ia: Corriente total de lazo branch

Cálculos:

3 Sirenas strobo de 75 CD → 3 x 165mA =	0.495	A
4 Sirenas strobo de 15 CD → 4 x 80mA =	0.32	A
<b>Total (Ia):</b>	<b>0.815</b>	<b>A</b>

$Ia = Ihs1 + Ihs2 \dots = 0.815 \text{ A}$   
 $L = 235 \text{ m}$   
 $Rw = Ru \cdot L = 0.0092 \cdot 235 \approx 2.16 \Omega$

For ser cableado en Clase B se tiene:  $Vn = Ia \cdot (Rhs + 2Rw) = Vhs + Ia \cdot 2Rw$

Entonces:  $Vhs = Vn - Ia \cdot 2Rw = 230 \text{ v} - 0.815 \text{ A} \cdot (2 \times 2.16 \text{ ohm})$

Con lo que se tiene un voltaje  $Vhs = 25.48 \text{ V}$

Y una caída de voltaje del lazo branch de:  $100 \cdot (Vn - Vhs) / Vn \approx 12.15 \%$

**Conclusión:** Según estos cálculos el voltaje de los dispositivos es aproximadamente de 25.48 v, según hojas técnicas estos trabajan normalmente de un rango de <23- 31> voltios.

Nota: Elaboración propia

En la figura 3.15 se muestra el cálculo de caída de voltaje en el NAC4 del panel de control IDNAC FACP (Zona 2)

**Figura 3.15**

*Cálculo de caída de voltaje en el NAC4 del panel de control IDNAC FACP (Zona 2)*

IDNAC FACP (ZONA 2) - NAC4

Caída de Voltaje:

Se calculará la máxima caída de voltaje del lazo NAC 4 para la ZONA 1 con calibre de cable 14 AWG el cual posee los siguientes dispositivos:

Cant	Descripción	Ihs (mA)
2	Sirenas/strobo de 75 CD	165

Ru: resistencia por metro de cable 14 AWG = 0.0092 Ω.m. (según hoja técnica)  
 Vn: Voltaje nominal del lazo/branch IDNAC 29V (según hoja técnica)  
 Rwr: Resistencia del cable de longitud L  
 Vhs: Voltaje que reciben los dispositivos  
 RHs: Resistencia de carga total (Suma de resistencia de todos los dispositivos)  
 L: Longitud total del cable  
 Ihs: Corriente que consume cada dispositivo (Sirena/Strobo)  
 IA: Corriente total de lazo/branch

Cálculos:

2 Sirenas/strobo de 75 CD →  $2 \times 165\text{mA} = \frac{0.33}{0.330} \text{ A}$   
 Total (IA):  $\frac{0.33}{0.330} \text{ A}$

$IA = Ihs1 + Ihs2, \dots = 0.330 \text{ A}$   
 $L = 664 \text{ m}$   
 $Rw = Ru \cdot L = 0.0092 \cdot 664 \approx 6.017 \Omega$

Por ser cableado en Clase B se tiene:  $Vn = IA \cdot (RHs + 2Rw) = Vhs + IA \cdot 2Rw$   
 Entonces:  $Vhs = Vn - IA \cdot 2Rw = 29 \text{ V} - 0.330 \text{ A} (2 \times 6.017 \text{ ohm})$

Con lo que se tiene un voltaje  $Vhs = 25.03 \text{ V}$   
 Y una caída de voltaje del lazo/branch de:  $100 \cdot (Vn - Vhs) / Vn \approx 13.69 \%$

Conclusión: Según éstos cálculos el voltaje de los dispositivos es aproximadamente de 25.03 v, y según hojas técnicas estos trabajan normalmente de un rango de <29- 31> voltios.

Nota: Elaboración propia

En la figura 3.16 se muestra el cálculo de caída de voltaje en el NAC1 de la fuente NAC EXTENDER 2 (Zona 4)

**Figura 3.16**

*Cálculo de caída de voltaje en el NAC1 de la fuente NAC EXTENDER 2 (Zona 4)*

NAC EXTENDER 2  
(ZONA 4) - NAC 1

**Caída de Voltaje:**

Se calculará la máxima caída de voltaje del lazo NAC 1 para la ZONA 1 con calibre de cable 14 AWG el cual posee los siguientes dispositivos:

Cant	Descripción	Ihs (mA)
1	Sirena Industrial	200

Ru: resistencia por metro de cable 14 AWG = 0.0092 Ω/m. (según hoja técnica)  
 Vn: Voltaje nominal del lazo/branch NAC 24V (según hoja técnica)  
 Rw: Resistencia del cable de longitud L  
 Vhs: Voltaje que reciben los dispositivos  
 RHs: Resistencia de carga total (Suma de resistencia de todos los dispositivos)  
 L: Longitud total del cable  
 Ihs: Corriente que consume cada dispositivo (Sirena/Sitrobo)  
 IA: Corriente total de lazo/branch

**Cálculos:**

1 Sirena industrial → 1 x 200 mA      0.2      A  
 Total (IA):      0.200      A

$IA = Ihs1 + Ihs2 \dots = 0.200 \text{ A}$

$L = 120 \text{ m}$

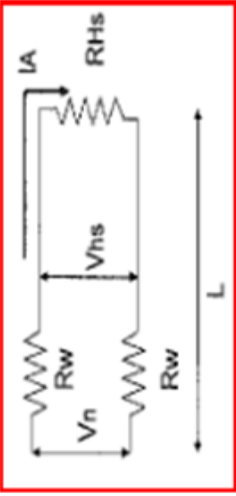
$Rw = Ru \cdot L = 0.0092 \cdot 120 \approx 1.104 \text{ } \Omega$

Por ser cableado en Clase B se tiene:  $Vn = IA \cdot (RHs + 2Rw) = Vhs + IA \cdot 2Rw$

Entonces:  $Vhs = Vn - IA \cdot 2Rw = 24 \text{ v} - 0.2 \text{ A} (2 \times 1.104 \text{ ohm})$

Con lo que se tiene un voltaje       $Vhs = 23.56 \text{ V}$

Y una caída de voltaje del lazo/branch de:  $100 \cdot (Vn - Vhs) / Vn \approx 1.84 \%$



**Conclusión:** Según éstos cálculos el voltaje de los dispositivos es aproximadamente de 23.56 v, y según hojas técnicas estos trabajan normalmente de un rango de <10 - 30> voltios.

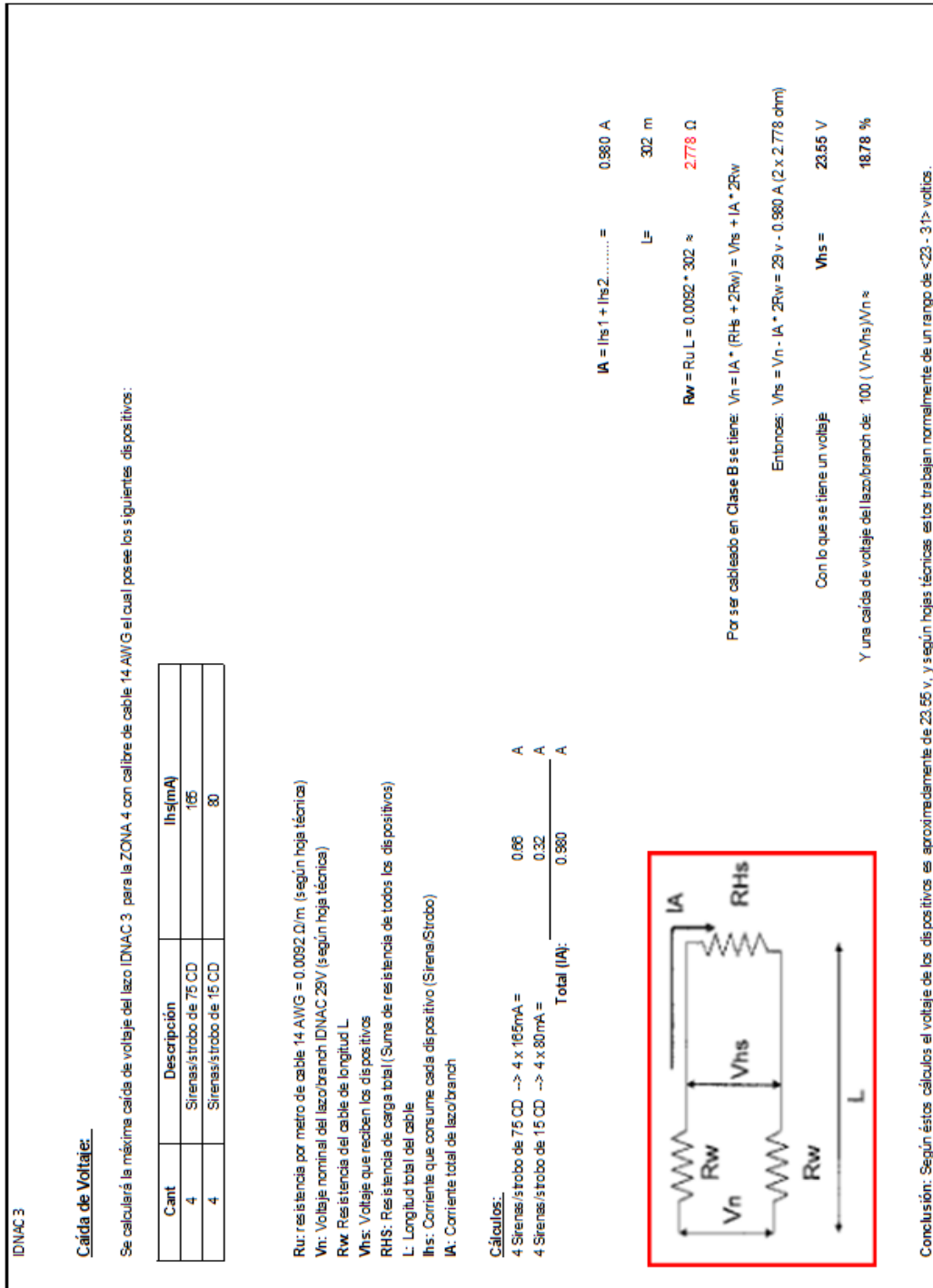
Nota: Elaboración propia



En la figura 3.17 se muestra el cálculo de caída de voltaje en el IDNAC3 del panel de control IDNAC FACP (Zona 4)

**Figura 3.17**

*Cálculo de caída de voltaje en el IDNAC3 del panel de control IDNAC FACP (Zona 4)*

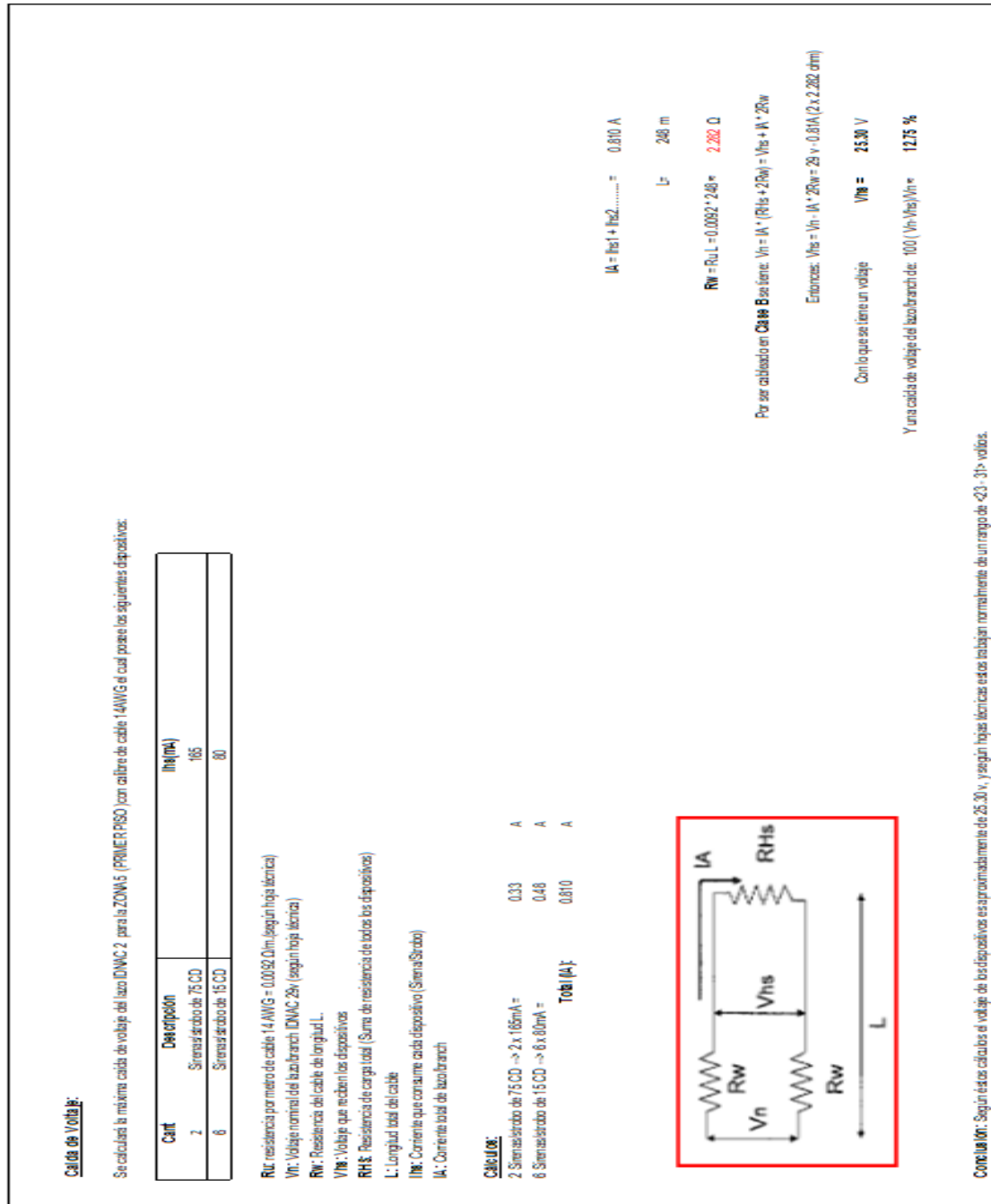


Nota: Elaboración propia

En la figura 3.18 se muestra el cálculo de caída de voltaje en el IDNAC2 del panel de control IDNAC FACP (Zona 5)

**Figura 3.18**

*Cálculo de caída de voltaje en el IDNAC2 del panel de control IDNAC FACP (Zona 5)*

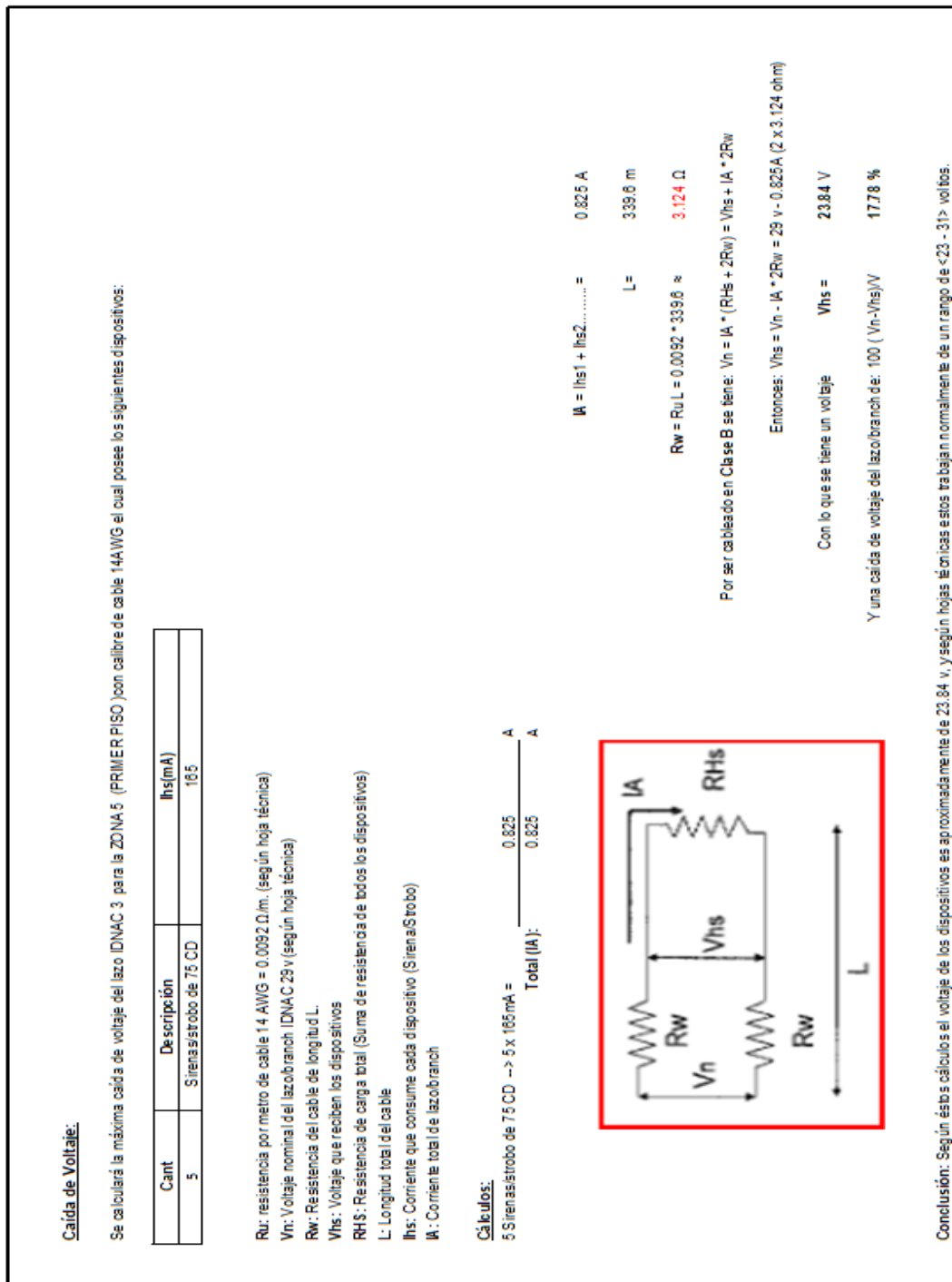


Nota: Elaboración propia

En la figura 3.19 se muestra el cálculo de caída de voltaje en el IDNAC3 del panel de control IDNAC FACP (zona 5)

**Figura 3.19**

*Cálculo de caída de voltaje en el IDNAC3 del panel de control IDNAC FACP (zona 5)*



Nota: Elaboración propia

En la figura 3.20 se muestra el cálculo de caída de voltaje en el IDNAC1 de la fuente IDNAC REPEATER 1 (zona 5)

**Figura 3.20**

*Cálculo de caída de voltaje en el IDNAC1 de la fuente IDNAC REPEATER 1 (zona 5)*

Caída de Voltaje:

Se calculará la máxima caída de voltaje del lazo IDNAC 1 para la ZONA 5 con calibre de cable 14 AWG el cual posee los siguientes dispositivos:

Cant	Descripción	Ihs(mA)
6	Sirena/strobo de 75 CD	165
1	Sirena/strobo de 15 CD	80

Ru: resistencia por metro de cable 14 AWG = 0.0092 Ω/m. (según hoja técnica)  
 Vn: Voltaje nominal del lazo/branch IDNAC 29 v (según hoja técnica)  
 Rw: Resistencia del cable de longitud L.  
 Vhs: Voltaje que reciben los dispositivos  
 Rhs: Resistencia de carga total (Suma de resistencia de todos los dispositivos)  
 L: Longitud total del cable  
 Ihs: Corriente que consume cada dispositivo (Sirena/Strobo)  
 Ia: Corriente total de lazo/branch

Cálculos:

6 Sirena/strobo de 75 CD → 6 x 165mA =	0.99	A
1 Sirena/strobo de 15 CD → 1 x 80mA =	0.08	A
<b>Total (Ia):</b>	<b>1.070</b>	<b>A</b>

Ia = Ihs1 + Ihs2..... = 1.070 A

L = 285 m

Rw = Ru L = 0.0092 \* 285 ≈ 2.44 Ω

Por ser cableado en Clase B se tiene: Vn = Ia \* (Rhs + 2Rw) = Vhs + Ia \* 2Rw

Entonces: Vhs = Vn - Ia \* 2Rw = 29 v - 1.070 A (2 x 2.44 o 4.88)

Con lo que se tiene un voltaje Vhs = 23.78 V

Y una caída de voltaje del lazo/branch de: 100 ( Vn-Vhs)/Vn ≈ 17.99 %

Conclusión: Según estos cálculos el voltaje de los dispositivos es aproximadamente de 23.78 v, y según hojas técnicas estos trabajan normalmente de un rango de <23 - 31> voltios.

Nota: Elaboración propia

En la figura 3.21 se muestra el cálculo de caída de voltaje en el IDNAC4 de la fuente IDNAC REPEATER 3 (Zona 6)

**Figura 3.21**

*Cálculo de caída de voltaje en el IDNAC4 de la fuente IDNAC REPEATER 3 (Zona 6)*

**IDNAC REPEATER 3  
(ZONA 6)- IDNAC 4**

Caída de Voltaje:

Se calculará la máxima caída de voltaje del lazo IDNAC 3 para la ZONA 6 con calibre de cable 14 AWG el cual posee los siguientes dispositivos:

Cant	Descripción	Ihs(mA)
2	Sirenasstrobo de 75 CD	165
1	Sirenasstrobo de 15 CD	80

- Ru: resistencia por metro de cable 14 AWG = 0.0092 D/m. (según hoja técnica)
- Vn: Voltaje nominal del lazo branch IDNAC 29V (según hoja técnica)
- Rw: Resistencia del cable de longitud L.
- Vhs: Voltaje que reciben los dispositivos
- RHS: Resistencia de carga total (Suma de resistencia de todos los dispositivos)
- L: Longitud total del cable
- Ihs: Corriente que consume cada dispositivo (Sirena/ Strobo)
- IA: Corriente total de lazo branch

Cálculos:

- 2 Sirenasstrobo de 75 CD → 2 x 165mA = 0.33 A
- 1 Sirenasstrobo de 15 CD → 1 x 80mA = 0.08 A
- Total (IA): 0.410 A

$$IA = Ihs1 + Ihs2 \dots = 0.410 \text{ A}$$

$$L = 318 \text{ m}$$

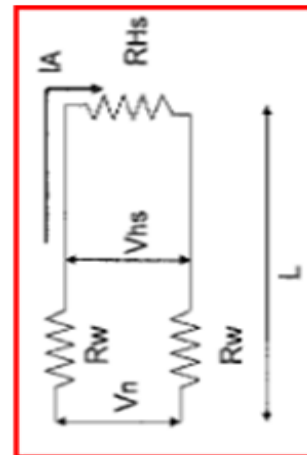
$$Rw = Ru \cdot L = 0.0092 \cdot 318 \approx 2.928 \Omega$$

Por ser cableado en Clase B se tiene:  $Vn = IA \cdot (RHS + 2Rw) = Vhs + IA \cdot 2Rw$

Entonces:  $Vhs = Vn - IA \cdot 2Rw = 24 \text{ V} - 0.410\text{A} (2 \cdot 2.928 \text{ ohm})$

Con lo que se tiene un voltaje  $Vhs = 26.60 \text{ V}$

Y una caída de voltaje del lazo branch de:  $100 \cdot (Vn - Vhs) / Vn \approx 8.27 \%$



Conclusión: Según éstos cálculos el voltaje de los dispositivos es aproximadamente de 26.6 v, y según hojas técnicas estos trabajan normalmente de un rango de <23 - 31> voltios.

Nota: Elaboración propia

**Caída de Voltaje:**

Se calculará la máxima caída de voltaje del lazo IDNAC 1 para la ZONA 5 con calibre de cable 14 AWG el cual posee los siguientes dispositivos:

Cant.	Descripción	lne(mA)
2	Sirena/Strobo de 75 CD	165

- Ru:** resistencia por metro de cable 14 AWG = 0.0092 Ohm. (según hoja técnica)
- Vn:** Voltaje nominal del lazo/branch IDNAC 28V (según hoja técnica)
- Rw:** Resistencia del cable de longitud L.
- Vhs:** Voltaje que reciben los dispositivos
- RHs:** Resistencia de carga total (Suma de resistencia de todos los dispositivos)
- L:** Longitud total del cable
- Ihs:** Corriente que consume cada dispositivo (Sirena/Strobo)
- IA:** Corriente total de lazo/branch

**Cálculos:**

2 Sirena/strobo de 75 CD  $\rightarrow 2 \times 165mA =$  0.33 A  
 Total (IA): 0.330 A

$IA = Ihs1 + Ihs2 \dots\dots\dots =$  **0.330 A**

**L =** 328 m

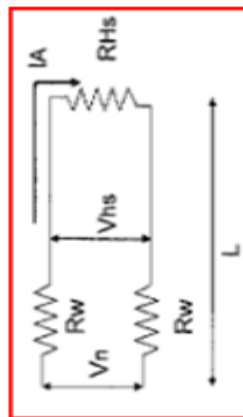
**Rw = Ru \* L = 0.0092 \* 328 =** **2.999 Ohm**

Por ser cableado en **Cable B** se tiene:  $Vn = IA * (RHs + 2Rw) = Vhs + IA * 2Rw$

Entonces:  $Vhs = Vn - IA * 2Rw = 29V - 0.330A (2 \times 2.999ohm)$

Con lo que se tiene un voltaje **Vhs =** **27.02 V**

Y una caída de voltaje del lazo/branch de:  $100 * (Vn - Vhs) / Vn =$  **6.83 %**



**Conclusión:** Según estos cálculos el voltaje de los dispositivos es aproximadamente de 27.02 v, y según hoja técnica estos trabajan normalmente de un rango de <17 - 31> voltios.

En la figura 3.22 se muestra el cálculo de caída de voltaje en el IDNAC1 de la fuente IDNAC REPEATER 2 (Zona 5)

**Figura 3.22**

*Cálculo de caída de voltaje en el IDNAC1 de la fuente IDNAC REPEATER 2 (Zona 5)*

Nota: Elaboración propia

### 3.2.7 Cálculo de la capacidad de las baterías

Para calcular la capacidad de las baterías se usaron las siguientes fórmulas:

#### ❖ Panel de detección:

- 24 horas en Stand by (Estado normal)

$I_{TS} = \text{Corriente total de Stand by}$

$I_{TS} = (\text{Consumo de panel detección} + \text{Consumo de detectores de humo} + \text{Consumo de módulos monitoreo/control}) \times 24 \text{ horas}$

- 05 minutos en Alarma

$I_{TA} = \text{Corriente total de Stand by}$

$I_{TA} = (\text{Consumo de panel detección} + \text{Consumo de detectores de humo} + \text{Consumo de módulos monitor/control} + \text{Consumo de aparatos de notificación de FACU}) \times 5 \text{ min}$

Entonces 24 horas Stand By + 05 minutos en alarma =  $I_{TA} + I_{TS}$

Considerando 20 % de margen de diseño para las baterías del panel de detección de incendio:

$AH = \text{Total Ah} + 20\%$

La cantidad de carga eléctrica (AH) de las 02 baterías (12 VDC) debe ser mayor al consumo total.

#### ❖ Fuente de alimentación remota:

- 24 horas en *Stand by* (Estado normal)

$I_{TS} = (\text{Consumo de aparatos de notificación}) \times 24 \text{ horas}$

- 05 minutos en Alarma

$I_{TA} = (\text{Consumo de aparatos de notificación}) \times 5 \text{ min}$

Entonces 24 horas en *Stand By* + 05 minutos en alarma =  $I_{TA} + I_{TS}$

Considerando 20 % de margen de diseño para las baterías de las fuentes de alimentación:

AH=Total Ah +20%

La cantidad de carga eléctrica (AH) de las 02 baterías (12 VDC) debe ser mayor al consumo total.

En la figura 3.23 se muestra el cálculo de capacidad de baterías para la fuente IDNAC REPEATER 3 (Zona 6)

Figura 3.23

Cálculo de capacidad de baterías para la fuente IDNAC REPEATER 3 (Zona 6)

**CALCULO DE BATERIAS**

**Cálculo de Dimensionamiento de baterías: IDNAC REPEATER 3 (Zona 6)**

Module	Qty	Description	Standby Current	Total Standby	Alarm Current	Total Alarm
<b>Panel Equipment</b>						
4009-3602	1	4009 IDNAC Repeater with cabinet, provides a single 3 A IDNAC S.L.C. output, 200 mA auxiliary power output, and battery charger, 120/240 VAC, 50/60 Hz input, auto select		0.073200		0.096000
			Total Panel Standby	0.073200	Total Panel Alarm	0.096000
<b>Miscellaneous Outside Purchased Items Requiring System Power</b>						
45AV-WRF	4	AV, WALL RED FIRE 15CD	0.000000	0.000000	0.080000	0.320000
45AV-WRF	0	AV, WALL RED FIRE 30CD	0.000000	0.000000	0.085000	0.000000
45AV-WRF	10	AV, WALL RED FIRE 75CD	0.000000	0.000000	0.165000	2.145000
45AV-WRF	0	AV, WALL RED FIRE 110CD	0.000000	0.000000	0.195000	0.000000
		Total Peripherals	0.000000	0.000000	0.195000	2.465000
		Total Standby Amps		0.073	Total Alarm Amps	2.561

\* Current Draw included With Device Addresses listed (see additional current draws)  
 1. 2-wire detector alarm current is included in the alarm current of the initiating Device circuit.  
 2. 50% of these devices in alarm, are used in the calculations below

Battery Calculations		Standby Current	Alarm Current
IDNAC REPEATER	Power For External Peripheral Devices	0.073	0.096
	Sub Totals ->	0.073	2.46500
<b>Additional Current Draws</b>			
WIRETIED Device Addresses ordered / used	0	0.000	0.000
Spare addressable point capacity included for battery calc	0%	0	0.000
		<b>0.073</b>	<b>2.561</b>
<b>Additional Battery Capacity Required</b>			
Standby Time =	24 Hrs	0.015	0.512
Alarm Time =	5 Mins.	2.108	0.266
		<b>2.844</b>	<b>2.844</b>
	<b>Battery Supplied 2081-3288</b>		

**Conclusion:** Según estos cálculos se necesita 2.332Ah para mantener el sistema funcionando por 24 Horas en Stand By más 5 minutos en estado de alarma, con lo que las 02 baterías propuestas de 12.7 AH se cumple con dicho requisito.

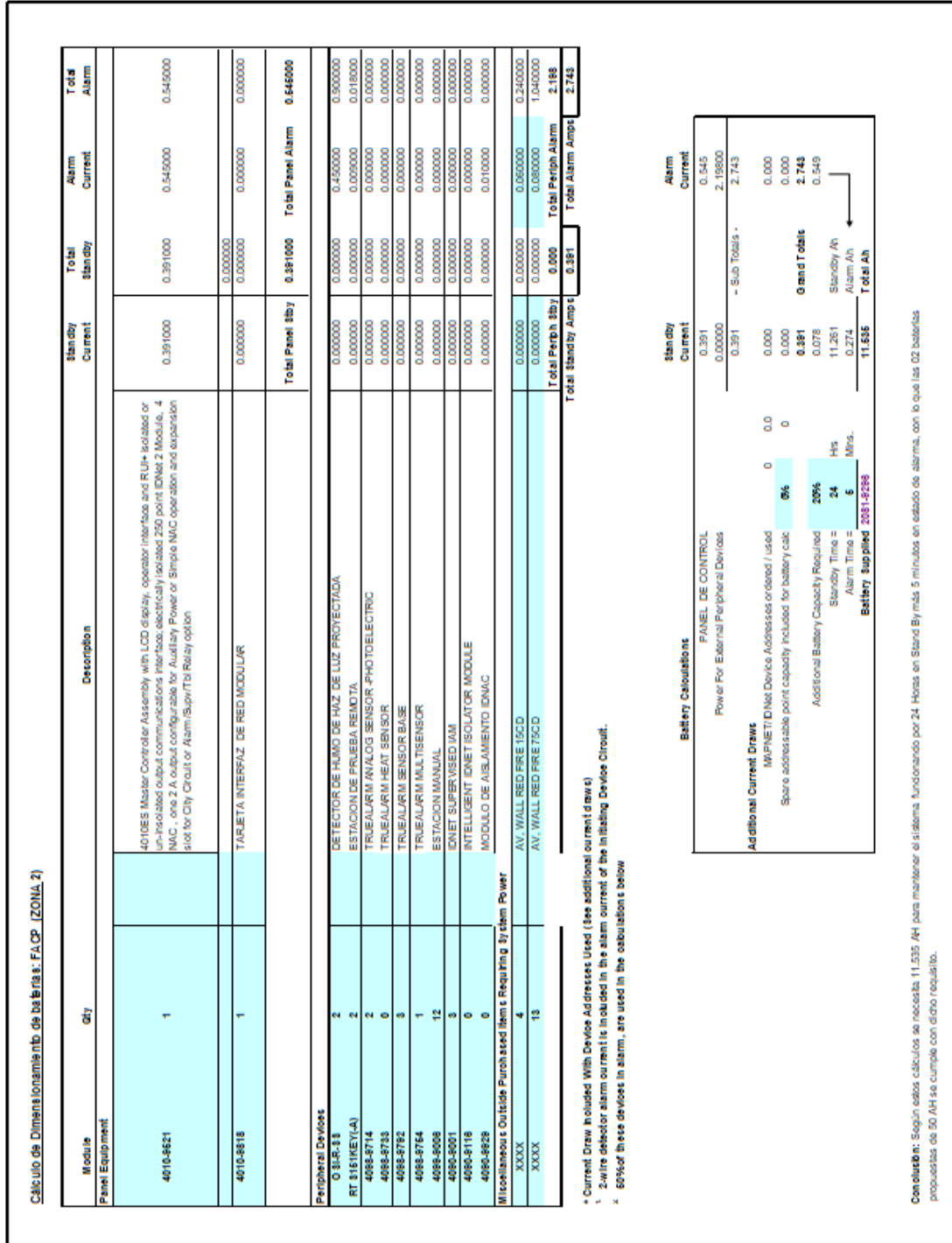
Nota: Elaboración propia



En la figura 3.24 se muestra el cálculo de capacidad de baterías para el panel de control FACP (zona 2)

Figura 3.24

Cálculo de capacidad de baterías para el panel de control FACP (zona 2)



Nota: Elaboración propia

En la figura 3.25 se muestra el cálculo de capacidad de baterías para el panel de control FACP (zona 6)

Figura 3.25

Cálculo de capacidad de baterías para el panel de control FACP (zona 6)

**CÁLCULO DE BATERIAS**

**Cálculo de Dimensionamiento de baterías: FACP (ZONA 6)**

Panel Equipment	Module	Qty	Description	Standby Current	Total Standby	Alarm Current	Total Alarm
	4100-xxxx	1	4100ES Master Controller Assembly with LCD display, operator interface and RS485, isolated or non-isolated, 2-wire fire detector, 2-wire tamper, 2-wire intrinsically isolated 250 point EDMA2 Module, 4 NAC, one 2 A output configurable for Auxiliary Power or Smoke NAC operation and expansion slot for City Circuit or Alarm/Signal/Relay option	0.391000	0.391000	0.545000	0.545000
	4010-8223	1	TARJETA DE CONEXION A INTE	0.145000	0.145000	0.145000	0.145000
<b>Peripheral Devices</b>				<b>Total Panel Qty</b>	<b>0.536000</b>	<b>Total Panel Alarm</b>	<b>0.690000</b>
	0.S.I.R. 38	8	DETECTOR DE FUMO DE HAZ	0.000000	0.000000	0.450000	2.700000
	RIT 818(ME)(VA)	8	ESTACION DE PRUEBA REMOTA	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4086-8714	12	TRUE/ALARM ANALOG SENSOR_PHOTOELECTRIC	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4086-8733	6	TRUE/ALARM HEAT SENSOR	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4086-8782	19	TRUE/ALARM SENSOR BASE	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4086-8764	2	TRUE/ALARM MULTISENSOR	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4086-8008	14	ESTACION MANUAL	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4086-8001	7	EDNET SUPERVISED IMI	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4086-8118	1	INTELLIGENT/NET ISOLATOR MODULE	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	4086-8629	1	MODULO DE AISLAMIENTO EDMAC	0.000000	0.000000	0.010000	0.010000
<b>Miscellaneous Outside Purchased Items Requiring System Power</b>							
	48AV-WRFO	0	AV, WALL RED FIRE 150D	0.000000	0.000000	0.050000	0.000000
	48AV-WRFO	0	AV, WALL RED FIRE 750D	0.000000	0.000000	0.050000	0.000000
<b>Total Standby Amps</b>				<b>Total Standby Amps</b>	<b>0.536</b>	<b>Total Alarm Amps</b>	<b>3.454</b>

Battery Calculations	
PANEL DE CONTROL	0.690
Power For External Peripheral Devices	2.76400
	← Sub Totals →
	3.454
<b>Additional Current Draws</b>	
MAPNET/Net Device Addresses ordered / used	0
Spare addressable point capacity included for battery calc	0%
	0
<b>Additional Battery Capacity Required</b>	<b>3.454</b>
Standby Time =	24 Hrs
Alarm Time =	6 Mins.
<b>Battery Supplied</b>	<b>2081-8298</b>

\* Current Draw Included With Device Addresses Used (See additional current draw)  
 1. 2-wire fire detector alarm current is included in the alarm current of the initiating Device Circuit.  
 2. 50% of these devices in alarm, are used in the calculations below

**Conclusion:** Según estos cálculos se necesita 15.781 AH para mantener el sistema funcionando por 24 Horas en Stand By más 5 minutos en estado de alarma, con lo que las 02 baterías propuestas de 50 AH se cumple con dicho requisito.

Nota: Elaboración propia

En la figura 3.26 se muestra el cálculo de capacidad de baterías para la fuente NAC EXTENDER (zona 5)

Figura 3.26

Cálculo de capacidad de baterías para la fuente NAC EXTENDER (zona 5)

CALCULO DE BATERIAS

Calculo de Dimensionamiento de baterias: NAC EXTENDER (ZONA 5)

Module	Qty	Description	Standby Current	Total Standby	Alarm Current	Total Alarm
Panel Equipment						
4000-8301	1	4000 NAC IDNET with cabinet, provides a single 2 A NAC output, and battery charger. 120/240 VAC, 50/60 Hz input, auto-select	0.182000	0.182000	0.182000	0.182000
	0		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
	0		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Peripheral Devices			Total Perph. Qty	0.256000	Total Perph Alarm	0.256000
0-S-R-83	12	DETECTOR DE H	0.000000	0.000000	0.450000	5.400000
RT 816(MEY-A)	12	ESTACION DE PRUEBA REMOTA	0.000000	0.000000	0.009000	0.108000
4088-8714	2	TRUEALARM ANALOG SENSOR -PHOTO	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4088-8738	0	TRUEALARM HEAT SENSOR	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4088-8782	2	TRUEALARM SENSOR BASE	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4088-8764	0	TRUEALARM MULTISENSOR	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4088-8008	6	ESTACION MANUAL	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4090-8001	16	IDNET SUPERVISED I/M	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4090-8118	1	INTELLIGENT IDNET ISOLATOR MODULE	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4090-8829	0	MODULO DE ASLAMIENTO IDNAC	0.000000	0.000000	0.010000	0.000000
Miscellaneous Outside Purchased Items Requiring System Power						
888H-S0900D	1	SIRENA INDUSTRIAL	0.000000	0.000000	0.200000	0.200000
			Total Perph. Qty	0.000	Total Perph Alarm	0.000000
			Total Standby Amper	0.256	Total Alarm Amper	6.898

\* Current Draw Included With Device Addresses Used (See additional current draw s)

1. 2-wire detector alarm current is included in the alarm current of the Initiating Device Circuit.

2. 50% of these devices in alarm, are used in the calculations below

Standby Current	Alarm Current
0.256	0.256
0.000000	5.708000
0.256	5.963
← Sub Totals →	
0.000	0.000
0.000	0.000
0.256	6.893
← Grand Totals →	
Standby Time = 24 Hrs	Standby Ah 1.193
Alarm Time = 5 Mins.	Alarm Ah 0.596
Battery supplied 1081.6838	Total Ah 7.940

**Battery Calculations**

IDNAC REPEATER  
Power For External Peripheral Devices  
0.256

Additional Current Draws  
MAPNET IDNet Device Addresses ordered / Used 0 0.0  
Square addressable point capacity included for battery calc 0 0  
Additional Battery Capacity Required 20%  
Standby Time = 24 Hrs  
Alarm Time = 5 Mins.  
Battery supplied 1081.6838

**Conclusion:** Según estos cálculos se necesita 7.940 AH para mantener el sistema funcionando por 24 Horas en Stand By más 5 minutos en estado de alarma, con lo que las 12 baterías propuestas de 62.7 AH se cumple con dicho requisito.

Nota: Elaboración propia

En la figura 3.27 se muestra el cálculo de capacidad de baterías para la fuente NAC EXTENDER (zona 5)

Figura 3.27

Cálculo de capacidad de baterías para la fuente NAC EXTENDER (zona 5)

**CÁLCULO DE BATERÍAS**

Cálculo de Dimensionamiento de Baterías FACB (ZONA 5)

Module	Qty	Description	Standby Current	Total Standby	Alarm Current	Total Alarm
<b>Panel Equipment</b>						
4010-8721	1	4010ES Module Controller Assembly With LCD display, controller interface and RS-485 or RS-232C cable communication interface (also 250-pin DIN 28606-1, 4-pin, one 2A output compatible for Auxiliary Power or Simplex/MC operation and optional add for Circuit or Alarm Status Relay option)	0.391000	0.391000	0.545000	0.545000
4010-8618	1	TARJETA INTERFAZ DE RED MODULAR	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
<b>Peripheral Devices</b>			<b>Total Panel Qty</b>			<b>0.545000</b>
018-333	11	DETECTOR DE HUMEDAD DE LUZ PROTEGIDA	0.000000	0.000000	0.460000	4.950000
RT 818 (REV. A)	11	ESTACION DE PRUEBA REMOTA	0.000000	0.000000	0.090000	0.990000
4050-8714	18	TRUJUMAIN AVULGO SENSOR PHOTOELECTRIC	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4050-8700	8	TRUJUMAIN HEAT SENSOR	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4050-8702	34	TRUJUMAIN SENSORS/BASE	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4050-8704	10	TRUJUMAIN MULTISENSOR	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4050-8708	18	ESTACION MANUAL	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4050-8001	18	UNIT SUPERISED I/M	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4050-8118	1	INTELLIGENT CIRCUIT SOLATOR MODULE	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4050-8620	1	MODULO DE AISLAMIENTO DINAC	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
<b>Miscellaneous Outside Purchased Items Requiring 60 dbm Power:</b>						
484V-WRFO	8	AV WALL RED FREQ 1500	0.000000	0.000000	0.860000	0.640000
484V-WRFO	8	AV WALL RED FREQ 1500	0.000000	0.000000	0.860000	1.480000
			<b>Total Standby Amps</b>	<b>0.391</b>	<b>Total Alarm Amps</b>	<b>7.884</b>

Battery Calculations	Standby Current	Alarm Current
PANEL DE CONTROL	0.391	0.545
Power For External Peripheral Devices	0.0000	7.1840
	0.391	7.729
←-Sub Total-→		
<b>Additional Current Draws</b>		
IMPEDIMENTAL Device Addresses oriented / Used	0	0.00
Space addressable port capacity included for battery calc	85	0
	0.381	7.729
←-Grand Total-→		
Additional Battery Capacity Required	0.078	1.566
Standby Time =	24	Hrs
Alarm Time =	5	Mins.
<b>Battery Supplied</b>	<b>12.064</b>	<b>12.064</b>

\* Current Draw included With Device Address Used (see additional current draw)  
 † 24-hr detector alarm current is included in the alarm current of the existing Device Circuit.  
 ‡ 60% of these devices in alarm, are used in the calculation below

Conclusion: Según estos cálculos se necesita 12.064 Ah para mantener el sistema funcionando por 24-Horas en Stand By más 5 minutos en estado de alarma, con lo que las 02 baterías propuestas de 30 AH/cada cumple con dicho requisito.

Nota: Elaboración propia

En la figura 3.28 se muestra el cálculo de capacidad de baterías para la fuente IDNAC REPEATER 1 (zona 5)

Figura 3.28

Cálculo de capacidad de baterías para la fuente IDNAC REPEATER 1 (zona 5)

**CALCULO DE BATERIAS**

**Cálculo de Dimensionamiento de baterías: IDNAC REPEATER 1 (ZONA 5)**

Module	Qty	Description	standby Current	Total standby	Alarm Current	Total Alarm
<b>Panel Equipment</b>						
4003-9802	1	4003 IDNAC Repeater with cabinet, provides a single 3 A IDNAC SLC output, 200 mA auxiliary power output, and battery charger, 120/240 VAC.		0.073200		0.086000
<b>Miscellaneous Outside Purchased Items Requiring System Power</b>			<b>Total Panel sby</b>	<b>0.073200</b>	<b>Total Panel Alarm</b>	<b>0.096000</b>
49AV-WRF	3	AV WALL RED FIRE 16CD	0.000000	0.000000	0.000000	0.240000
49AV-WRF	14	AV WALL RED FIRE 76CD	0.000000	0.000000	0.166000	2.310000
			<b>Total Periph sby</b>	<b>0.000</b>	<b>Total Periph Alarm</b>	<b>2.550</b>
			<b>Total Standby Amps</b>	<b>0.073</b>	<b>Total Alarm Amps</b>	<b>2.546</b>

\* Current Draw includes With Device Addresses Used (see additional current draws)  
 1. 2-wire detector alarm current is included in the alarm current of the initiating Device Circuit  
 2. 50% of these devices in alarm, are used in the calculations below

Battery Calculations	standby Current	Alarm Current
IDNAC REPEATER	0.073	0.096
Power For External Peripheral Devices	0.000000	2.550000
	<b>0.073</b>	<b>2.646</b>
<b>Additional Current Draws</b>		
MAPNETIONet Device Addresses ordered / used	0 / 0.0	0.000
Spare addressable point capacity included for battery calc	0%	0.000
<b>Additional Battery Capacity Required</b>	<b>0.073</b>	<b>2.646</b>
Standby Time = 24 Hrs	0.015	0.529
Alarm Time = 5 Mins.	2.108	Standby Ah
	0.285	Alarm Ah
<b>Battery supplied 2001-9208</b>	<b>2.373</b>	<b>Total Ah</b>

-Grand Totals -  
 Standby Ah  
 Alarm Ah

**Conclusion:** Según estos cálculos se necesita 2.373Ah para mantener el sistema funcionando por 24 Horas en StandBy más 5 minutos en estado de alarma, con lo que las 02 baterías propuestas de 12.7 AH se cumple con dicho requisito.

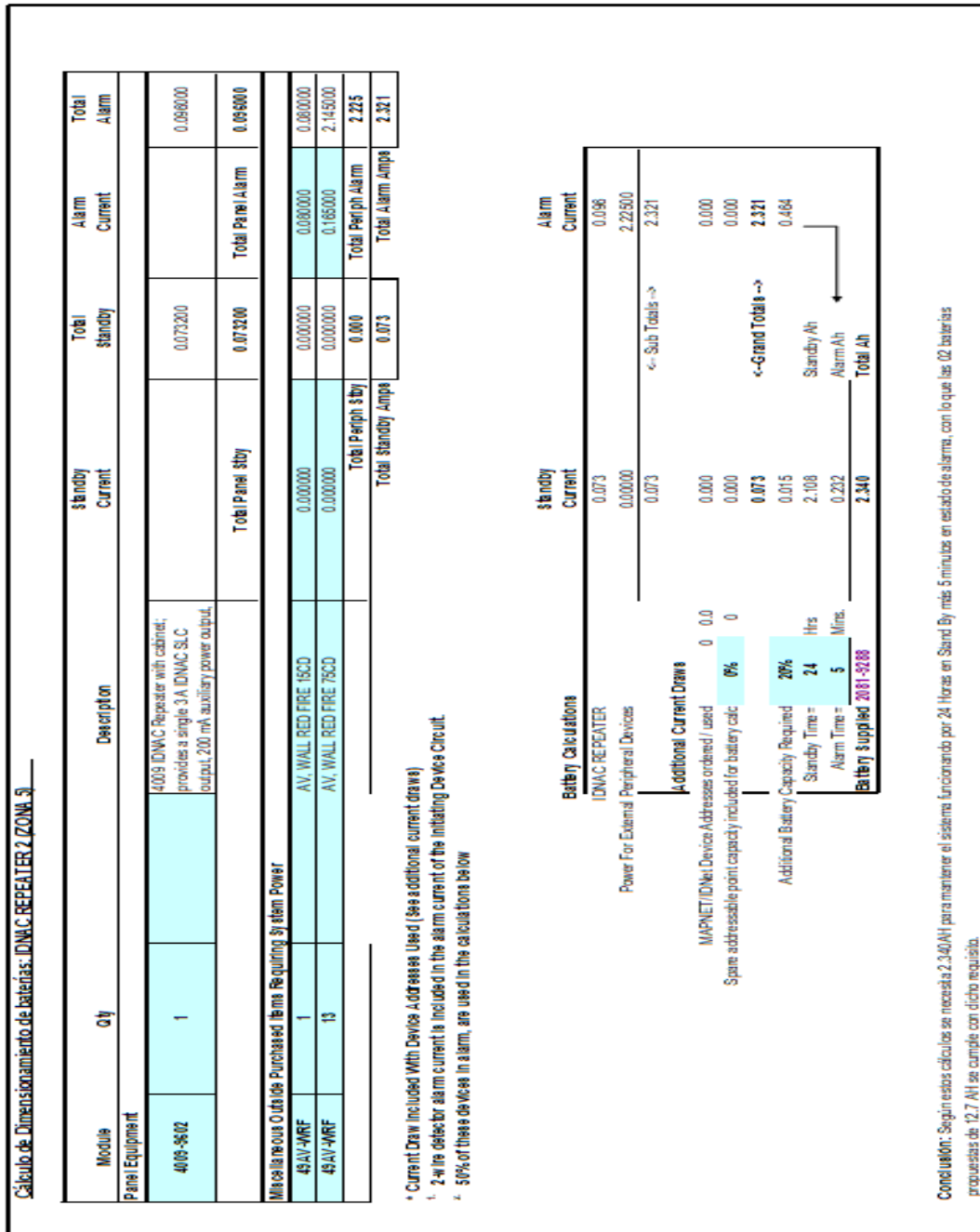
Nota: Elaboración propia

En la figura 3.29 se muestra el cálculo de capacidad de baterías para la fuente IDNAC REPEATER 2 (zona 5)

Figura 3.29

Cálculo de capacidad de baterías para la fuente IDNAC REPEATER 2 (zona 5)

CALCULO DE BATERIAS



Nota: Elaboración propia

En la figura 3.30 se muestra el cálculo de capacidad de baterías para el panel de control FACP (zona 4)

Figura 3.30

Cálculo de capacidad de baterías para el panel de control FACP (zona 4)

CÁLCULO DE BATERÍAS

Cálculo de Dimensionamiento de baterías: FACP (ZONA 4)

Module	Qty	Description	Standby Current	Total Standby	Alarm Current	Total Alarm
<b>Panel Equipment</b>						
4010-9721	1	4010-9721 MASTER CONTROLLER ASSEMBLY WITH LCD DISPLAY; operator interface and RJ45 isolated or un-isolated output communications interface electrically isolated 250 point IDNet2 Module, two Class B IDNAC SLCs, one 2 A output configurable for Auxiliary Power or Simple NAC operation and expansion slot for City Circuit or Alarm(SupV)Relay station.	0.3910000	0.3910000	0.5450000	0.5450000
4010-9818	1	TARJETA INTERFAZ DE RE	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
			Total Panel Stby	0.3910000	Total Panel Alarm	0.5450000
<b>Miscellaneous Outside Purchased Items Requiring System Power</b>						
49AV-WRFO	10	AV, WALL RED FIRE 1500	0.0000000	0.0000000	0.0800000	0.8000000
49AV-WRFO	10	AV, WALL RED FIRE 7500	0.0000000	0.0000000	0.1850000	1.8500000
			Total Periph Stby	0.0000	Total Periph Ala	2.450
			Total Standby Amps	0.391	Total Alarm Amps	2.995

\* Current Draw Included With Device Addresses Used (See additional current draws)

1. 2-wire detector alarm current is included in the alarm current of the Initiating Device Circuit.
2. 50% of these devices in alarm, are used in the calculations below

Battery Calculations	Standby Current	Alarm Current
PANEL DE CONTROL	0.391	0.545
Power For External Peripheral Devices	0.000000	2.450000
	0.391	2.995
←- Sub Totals →-		
<b>Additional Current Draws</b>		
MAPNET/IDNet Device Addresses ordered / used	#REF!	0.000
Spare addressable point capacity included for battery calc	#REF!	0.000
	0	0
←-Grand Totals →-		
<b>Additional Battery Capacity Required</b>	#REF!	2.995
Standby Time =	#REF!	0.599
Alarm Time =	0.300	StandbyAh
<b>Battery Supplied 2081-9296</b>	#REF!	Alarm Ah
		TotalAh

Conclusion: Según estos cálculos se necesita 15.751 AH para mantener el sistema funcionando por 24 Horas en Stand By más 5 minutos en estado de alarma, con lo que las 02 baterías propuestas de 50 AH se cumple con dicho requisito.

Nota: Elaboración propia

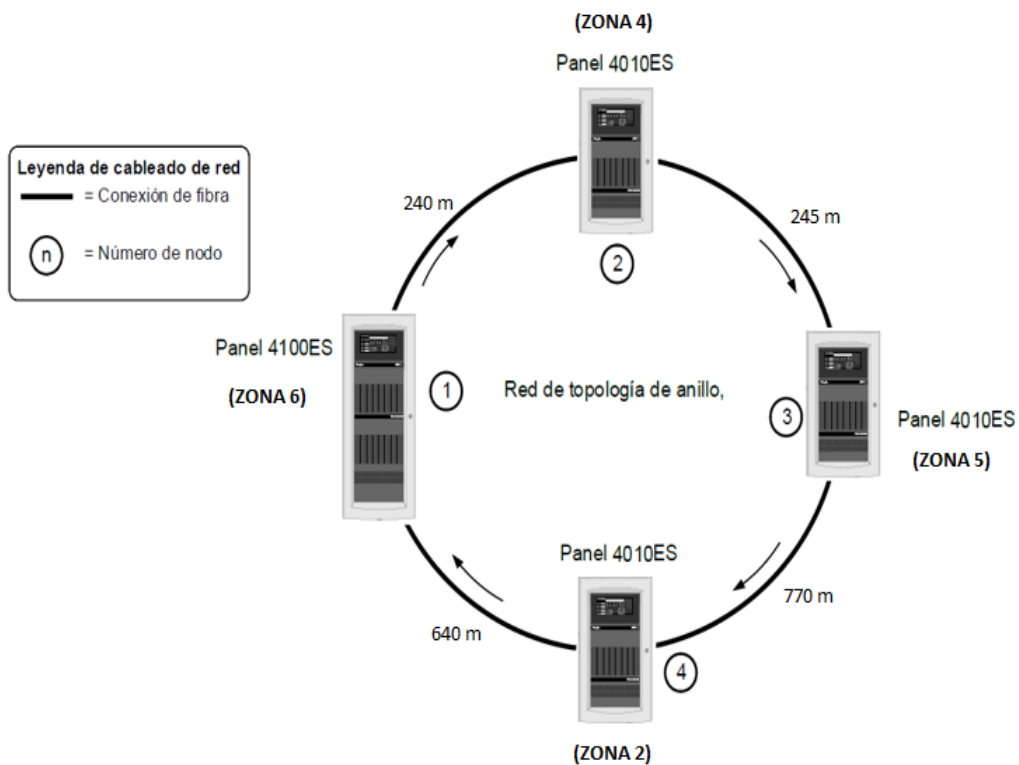
### 3.2.8 Cálculo de potencia de recepción

Para el cálculo de potencia de recepción se consideró los tramos de separación entre los paneles de control y la potencia de llegada, según hojas técnicas la potencia de recepción puede variar entre 0 dBm a -8 dBm.

En la figura 3.31 se muestra el esquema del sistema de comunicación con las distancias de separación respectivas.

**Figura 3.31**

*Esquema del sistema de comunicación con las distancias de separación respectivas.*



*Nota:* Elaboración propia

Para calcular la potencia de recepción de cada tarjeta de conexión se aplicó la fórmula (6)

$$P_r = P_{Sal} - \text{Pérdida total} \quad (6)$$



En donde:

$P_r$ : Potencia óptica recibida por el receptor.

$P_{Sal}$ : Potencia de salida del transmisor.

Los cálculos de la potencia de recepción de cada tarjeta son los siguientes:

- a) Tarjetas de conexión de red de los paneles de control ubicados en la zona 5 y zona 4:

La distancia de recorrido de la fibra óptica entre los paneles de control es 0.245 Km

Datos según hojas técnicas:

- Potencia de salida de Láser: 0.8 mW
- Pérdida en fibra óptica: 1.5 dB/Km
- Atenuación total máxima: 18 dB
- Pérdida en interfaz de fuente a fibra: 0.3 dB
- Pérdida entre fibra y receptor de luz: 0.3 dB

Para convertir la potencia de salida a dBm se aplicó la fórmula (7)

$$P_{Sal} = 10 \log \frac{P(\text{Watts})}{0.001 \text{ Watt}} \quad (7)$$

En donde:

$P_{Sal}$ : Potencia de salida del transmisor en dBm.

P(watts): Potencia de salida del transmisor en W.

$$P_{Sal} = 10 \log \frac{0.8 \text{ mW}}{1 \text{ mW}}$$

$$P_{Sal} = -0.969 \text{ dBm}$$

La pérdida total del cable de fibra óptica se calcula mediante fórmula (8)

$$\text{Pérdida total en el cable} = L \times P_c \quad (8)$$

En donde:

$L$ : Longitud del cable de fibra óptica.

$P_C$ : Pérdida del cable de fibra óptica (dB/Km)

$$\text{Pérdida total en el cable} = 0.245 \text{ Km} \times 1.5 \text{ dB/Km}$$

$$\text{Pérdida total en el cable} = 0.367 \text{ dB}$$

La pérdida total en la comunicación por fibra óptica:

$$\text{Pérdida total} = \text{Pérdida total en el cable} + \text{pérdida en interfaz de fuente luminosa a fibra} + \text{pérdida entre fibra y receptor de luz}$$

$$\text{Pérdida total} = 0.367 + 0.3 + 0.3$$

$$\text{Pérdida total} = 0.967 \text{ dB}$$

Reemplazando en la formula (6) se tiene lo siguiente:

$$P_r = -0.969 - 0.967$$

$$P_r = -1.936 \text{ dBm} = 0.64 \text{ mW}$$

b) Tarjetas de conexión de red de los paneles de control ubicados en la zona 2 y zona 5:

La distancia de recorrido de la fibra óptica entre los paneles de control es 0.77 Km

Datos según hojas técnicas:

- Potencia de salida de LED: 0.8 mW
- Pérdida en fibra óptica: 1.5 dB/Km
- Pérdida en interfaz de fuente luminosa a fibra: 0.3 dB
- Pérdida entre fibra y receptor de luz: 0.3 dB

Para convertir la potencia de salida a dBm se aplicó la fórmula (7)

$$P_{Sal} = 10 \log \frac{0.8 \text{ mW}}{1 \text{ mW}}$$

$$P_{Sal} = -0.969 \text{ dBm}$$

La pérdida total del cable de fibra óptica se calcula mediante formula (8)

$$\text{Pérdida total en el cable} = 0.77 \text{ Km} \times 1.5 \text{ dB/Km}$$

$$\text{Pérdida total en el cable} = 1.155 \text{ dB}$$

La pérdida total en la comunicación por fibra óptica es la siguiente:

*Perdida total = Perdida total en el cable + perdida en interfaz de fuente luminosa a fibra + perdida entre fibra y receptor de luz*

$$Perdida\ total = 1.155 + 0.3 + 0.3$$

$$Perdida\ total = 1.755dB$$

Reemplazando en la formula (6) se tiene lo siguiente:

$$P_r = -0.969 - 1.755$$

$$P_r = -2.724dB$$

$$P_r = -2.724\ dB = 0.534mW$$

c) Tarjetas de conexión de red de los paneles de control ubicados en la zona 6 y zona 2:

La distancia de recorrido de la fibra óptica entre los paneles de control es 0.640 Km

Datos según hojas técnicas:

- Potencia de salida de LED:0.8mW
- Perdida en fibra óptica:1.5 dB/Km
- Pérdida en interfaz de fuente luminosa a fibra:0.3 dB
- Perdida entre fibra y receptor de luz:0.3 dB

Para convertir la potencia de salida a dBm se aplicó la fórmula (7)

$$P_{Sal} = 10 \log \frac{0.8\ mW}{1\ mW}$$

$$P_{Sal} = -0.969\ dBm$$

La pérdida total del cable de fibra óptica se calcula mediante formula (8)

$$Perdida\ total\ en\ el\ cable = 0.640\ Km \times 1.5dB/Km$$

$$Perdida\ total\ en\ el\ cable = 0.96\ dB$$

La pérdida total en la comunicación por fibra óptica es la siguiente:

*Perdida total = Perdida total en el cable + perdida en interfaz  
de fuente luminosa a fibra + perdida entre fibra y receptor de luz*

$$Perdida\ total = 0.96 + 0.3 + 0.3$$

$$Perdida\ total = 1.56dB$$

Reemplazando en la formula (6) se tiene lo siguiente:

$$P_r = -0.969 - 1.56$$

$$P_r = -2.529\ dBm$$

$$P_r = -2.529\ dBm = 0.558\ mW$$

d) Tarjetas de conexión de red de los paneles de control ubicados en la zona 4 y zona6:

La distancia de recorrido de la fibra óptica entre los paneles de control es 0.240 Km

Datos según hojas técnicas:

- Potencia de salida de LED:0.8mW
- Perdida en fibra óptica:1.5 dB/Km
- Pérdida en interfaz de fuente luminosa a fibra:0.3 dB
- Perdida entre fibra y receptor de luz:0.3 dB

Para convertir la potencia de salida a dBm se aplicó la fórmula (7)

$$P_{Sal} = 10 \log \frac{0.8\ mW}{1\ mW}$$

$$P_{Sal} = -0.969\ dBm$$

La pérdida total del cable de fibra óptica se calcula mediante formula (8)

$$Perdida\ total\ en\ el\ cable = 0.240\ Km \times 1.5dB/Km$$

$$Perdida\ total\ en\ el\ cable = 0.36\ dB$$

La pérdida total en la comunicación por fibra óptica es la siguiente:

$$\text{Pérdida total} = \text{Pérdida total en el cable} + \text{pérdida en interfaz de fuente luminosa a fibra} + \text{pérdida entre fibra y receptor de luz}$$

$$\text{Pérdida total} = 0.36 + 0.3 + 0.3$$

$$\text{Pérdida total} = 0.96 \text{ dBm}$$

Reemplazando en la fórmula (6) se tiene lo siguiente:

$$P_r = -0.969 - 0.96$$

$$P_r = -1.929 \text{ dBm}$$

$$P_r = -1.929 \text{ dBm} = 0.641 \text{ mW}$$

### 3.2.9 Validación del diseño mediante software

Para la validación del diseño se utilizó los siguientes softwares:

- ❖ TrueNAC V3
- ❖ Optisystem

#### TrueNAC V3

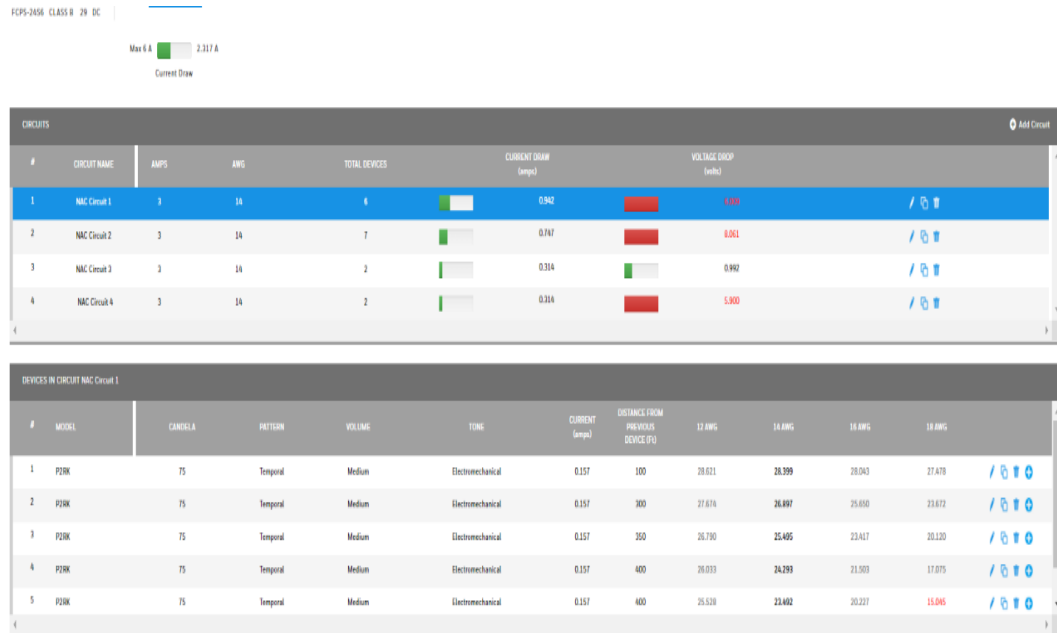
El TrueNAC V3 es un software de la empresa SIMPLEX cuya finalidad es proporcionar información al diseñador o usuario sobre las caídas de voltaje de los aparatos de notificación en un lazo NAC, asimismo muestra los datos de la fuente de alimentación y el tipo de cable necesario para la conexión de los aparatos de notificación.

En la figura 3.32 se muestra las tablas de datos de la NAC 1. En la tabla superior de esta figura se visualiza la corriente total de consumo de la NAC 1 ( $I=0.942 \text{ A}$ ) y en la tabla inferior se puede visualizar las características de los aparatos de notificación, las distancias de los aparatos con respecto a la fuente y los posibles calibres de cables para su conexión los cuales. según la tabla inferior es recomendable utilizar el cable 12 AWG o 14 AWG ya que con estos cables se tiene menos caída de voltaje en el aparato de notificación con mayor distancia hacia la fuente, el cual es 25.520 V.

En la figura 3.33 se muestran los datos de la NAC 2. En la tabla superior de esta figura se visualiza la corriente total de consumo de la NAC 2 ( $I=0.747$  A) y la caída de tensión del aparato de notificación con mayor distancia hacia la fuente es 25.664 V.

**Figura 3.32**

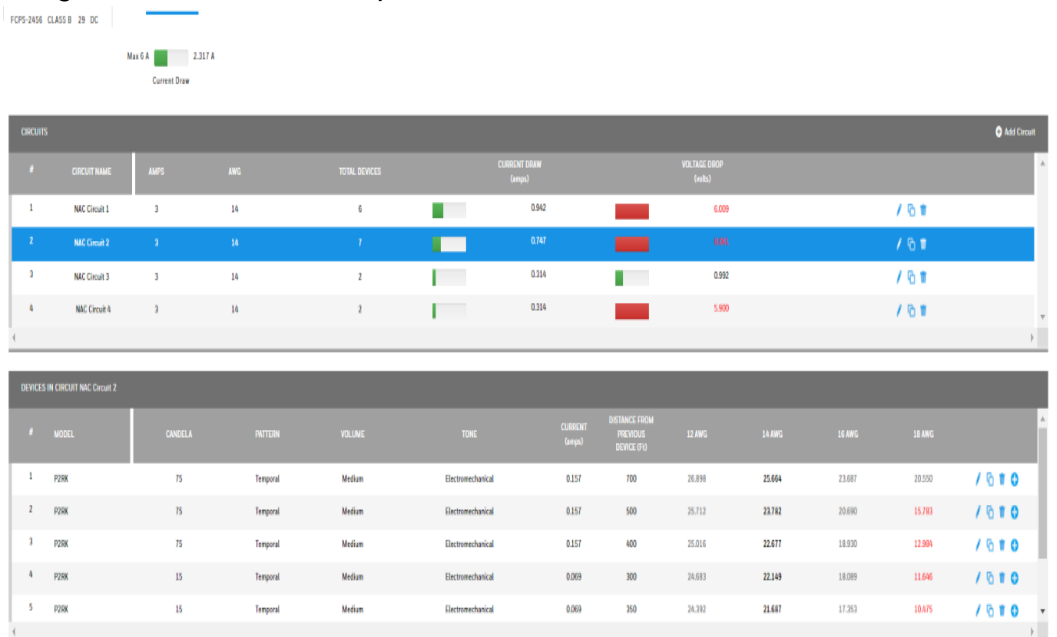
*Imagen de la tabla de datos para la NAC 1*



*Nota: Elaboración propia*

**Figura 3.33**

*Imagen de la tabla de datos para la NAC 2*

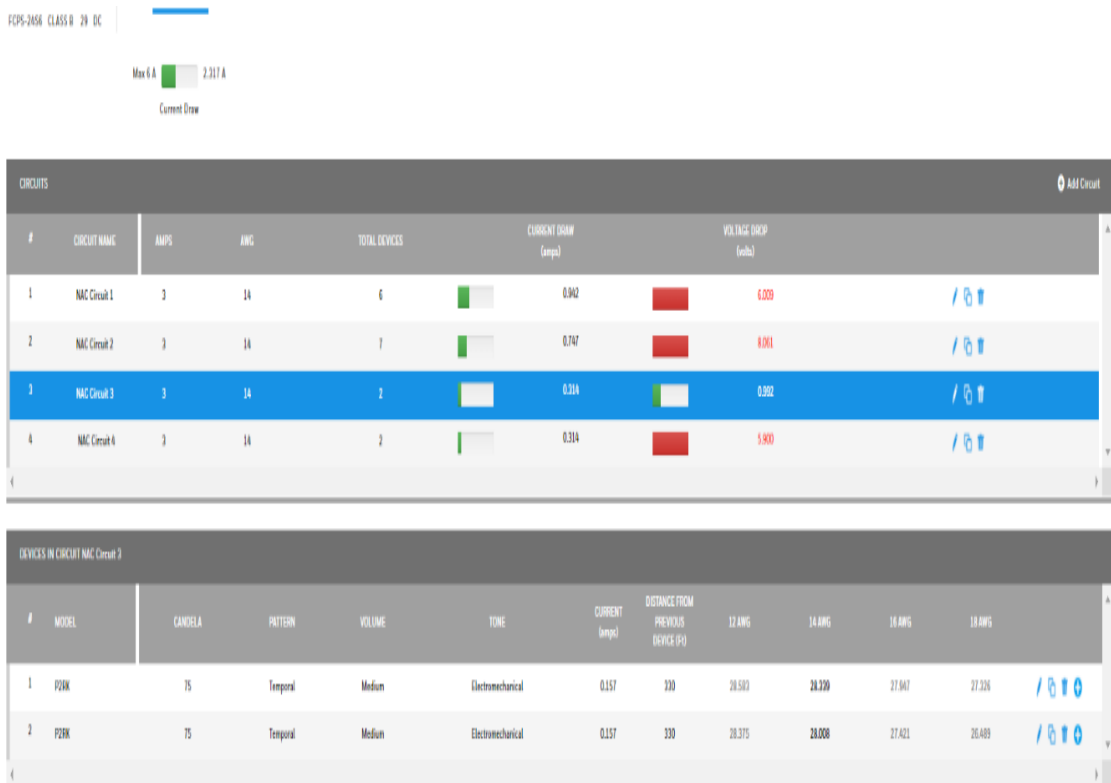


*Nota: Elaboración propia*

En la figura 3.34 se muestran los datos de la NAC 3. En la tabla superior de esta figura se visualiza la corriente total de consumo de la NAC 3 ( $I=0.314$  A) y la caída de tensión del aparato de notificación con mayor distancia hacia la fuente es 28.008 V.

**Figura 3.34**

*Imagen de la tabla de datos para la NAC 3*

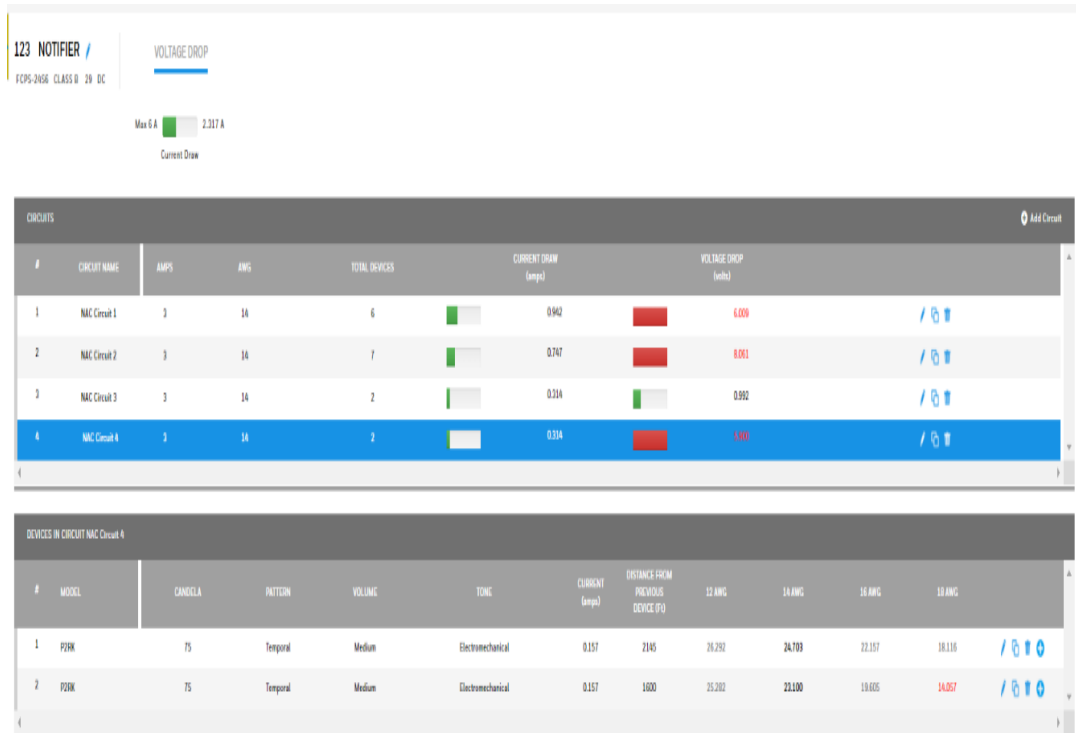


*Nota: Elaboración propia*

En la figura 3.35 se muestran los datos de la NAC 4. En la tabla superior de esta figura se visualiza la corriente total de consumo de la NAC 4 ( $I=0.314$  A) y la caída de tensión del aparato de notificación con mayor distancia hacia la fuente es 24.703 V.

**Figura 3.35**

*Imagen de la tabla de datos para la NAC 4*



*Nota:* Elaboración propia

**OPTISYSTEM**

Para la validación del sistema de comunicación se utilizó el software Optisystem de la empresa Optiwave Design Software, el cual permite simular el diseño de redes ópticas bajo ciertos parámetros.

La simulación se realizó para cada uno de los tramos que compone la red de comunicación y se verificó que la potencia óptica recibida en cada tarjeta de conexión estuviera acorde a los cálculos realizados anteriormente. Asimismo, se verificó si el BER se encuentra en un rango aceptable de acuerdo al ancho de banda necesario.

Para la simulación se tomó como referencia los datos técnicos de las tarjetas de conexión de red, la fibra óptica y conectores.



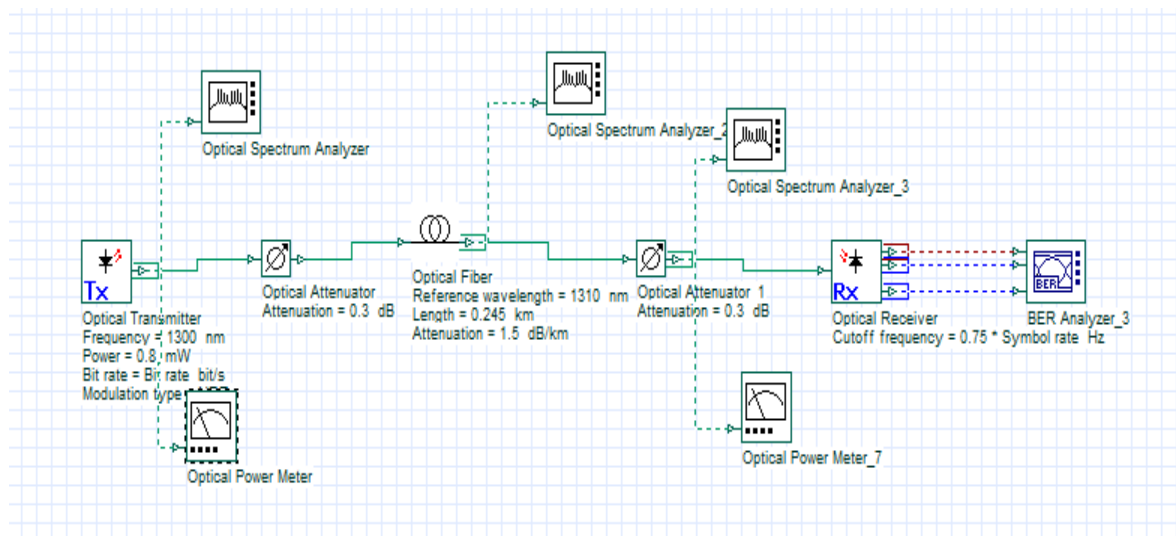
a) Tarjetas de conexión de red de los paneles de control ubicados en la zona 5 y zona 4:

Para la interconexión de los paneles de control ubicados en la zona 5 y en la zona 4 se utilizaron en el diseño dos tarjetas de conexión una en cada panel según hojas técnicas del fabricante. Cada tarjeta está compuesta por un transmisor y un receptor de las cuales solo se tomará como referencia el transmisor de la primera tarjeta y el receptor de la segunda tarjeta.

En la figura 3.36 se representa la conexión entre el transmisor de la tarjeta de conexión de la zona 4 y el receptor de la tarjeta de conexión de la zona 5 mediante fibra óptica multimodo cuya longitud de onda es 1310 nm.

**Figura 3.36**

*Conexión del transmisor, atenuadores, fibra óptica y receptor óptico en Optisystem para la zona 5 y zona 4.*



*Nota:* Elaboración propia

Asimismo, en esta interconexión se agregó atenuadores para simular las pérdidas de potencia óptica entre la fibra óptica y las tarjetas de conexión.

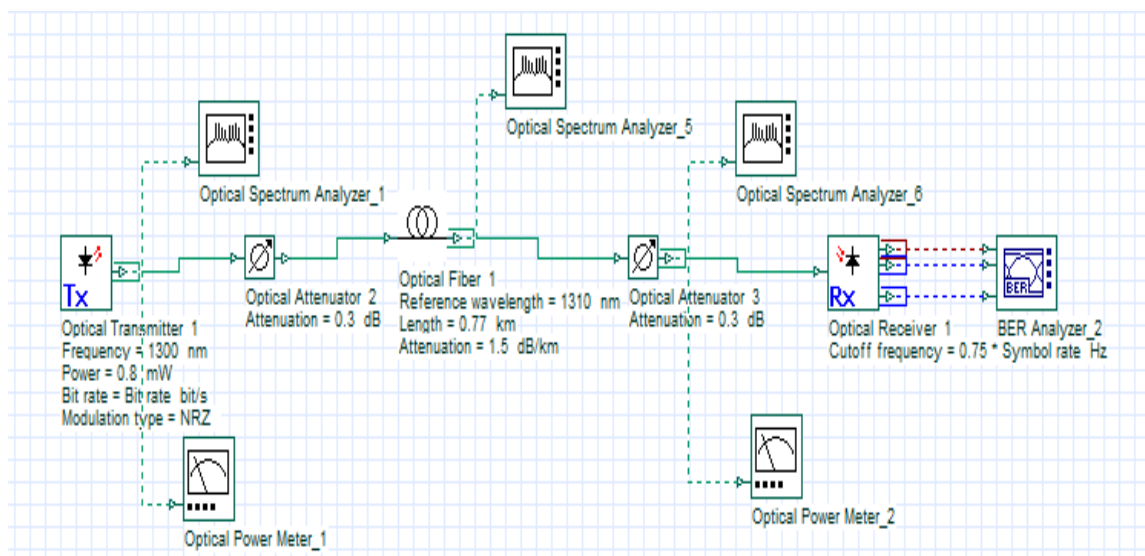
b) Tarjetas de conexión de red de los paneles de control ubicados en la zona 2 y zona 5:

Para la interconexión de los paneles de control ubicados en la zona 2 y en la zona 5 se utilizaron en el diseño dos tarjetas de conexión una en cada panel según hojas técnicas del fabricante. Cada tarjeta está compuesta por un transmisor y un receptor de las cuales solo se tomará como referencia el transmisor de la primera tarjeta y el receptor de la segunda tarjeta.

En la figura 3.37 se representa la conexión entre el transmisor de la tarjeta de conexión de la zona 5 y el receptor de la tarjeta de conexión de la zona 2 mediante fibra óptica multimodo cuya longitud de onda es 1310 nm.

**Figura 3.37**

*Conexión del transmisor, atenuadores, fibra óptica y receptor óptico en Optisystem para la zona 2 y zona 5.*



*Nota: Elaboración propia*

Asimismo, en esta interconexión se agregó atenuadores para simular las pérdidas de potencia óptica entre la fibra óptica y las tarjetas de conexión.

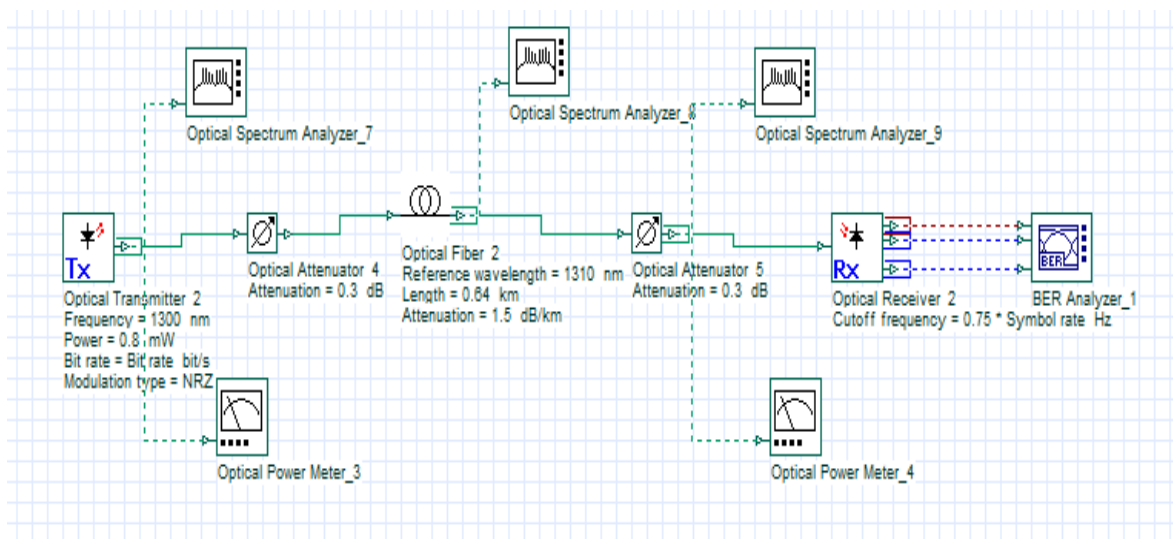
c) Tarjetas de conexión de red de los paneles de control ubicados en la zona 6 y zona 2:

Para la interconexión de los paneles de control ubicados en la zona 6 y en la zona 2 se utilizaron en el diseño dos tarjetas de conexión una en cada panel según hojas técnicas del fabricante. Cada tarjeta está compuesta por un transmisor y un receptor de las cuales solo se tomará como referencia el transmisor de la primera tarjeta y el receptor de la segunda tarjeta.

En la figura 3.38 se representa la conexión entre el transmisor de la tarjeta de conexión de la zona 2 y el receptor de la tarjeta de conexión de la zona 6 mediante fibra óptica multimodo cuya longitud de onda es 1310 nm.

**Figura 3.38**

*Conexión del transmisor, atenuadores, fibra óptica y receptor óptico en Optisystem para la zona 6 y zona 2.*



*Nota:* Elaboración propia

Asimismo, en esta interconexión se agregó atenuadores para simular las pérdidas de potencia óptica entre la fibra óptica y las tarjetas de conexión.

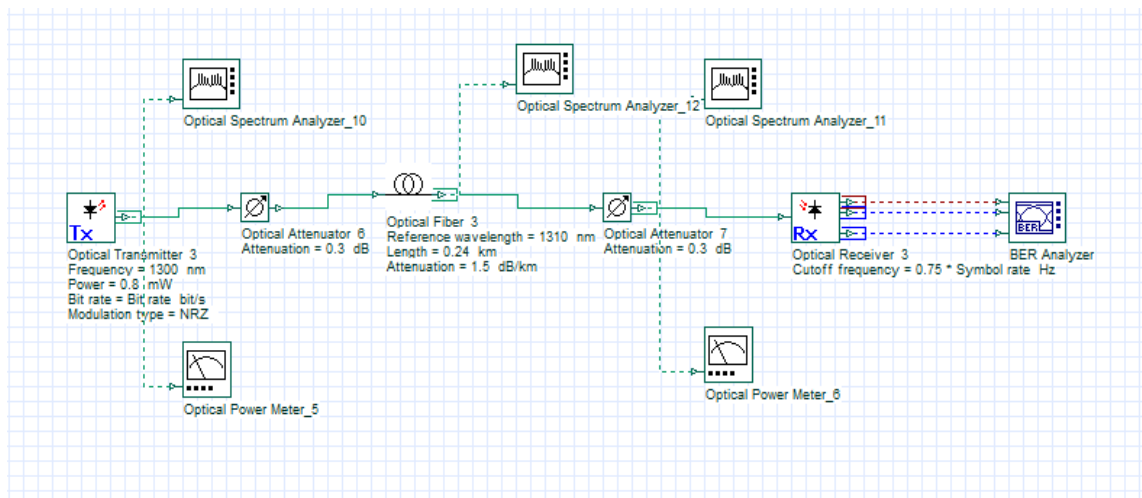
d) Tarjetas de conexión de red de los paneles de control ubicados en la zona 4 y zona 6:

Para la interconexión de los paneles de control ubicados en la zona 4 y en la zona 6 se utilizaron en el diseño dos tarjetas de conexión una en cada panel según hojas técnicas del fabricante. Cada tarjeta está compuesta por un transmisor y un receptor de las cuales solo se tomará como referencia el transmisor de la primera tarjeta y el receptor de la segunda tarjeta.

En la figura 3.39 se representa la conexión entre el transmisor de la tarjeta de conexión de la zona 6 y el receptor de la tarjeta de conexión de la zona 4 mediante fibra óptica multimodo cuya longitud de onda es 1310 nm.

**Figura 3.39**

*Conexión del transmisor, atenuadores, fibra óptica y receptor óptico en Optisystem para la zona 6 y zona 2.*



*Nota: Elaboración propia*

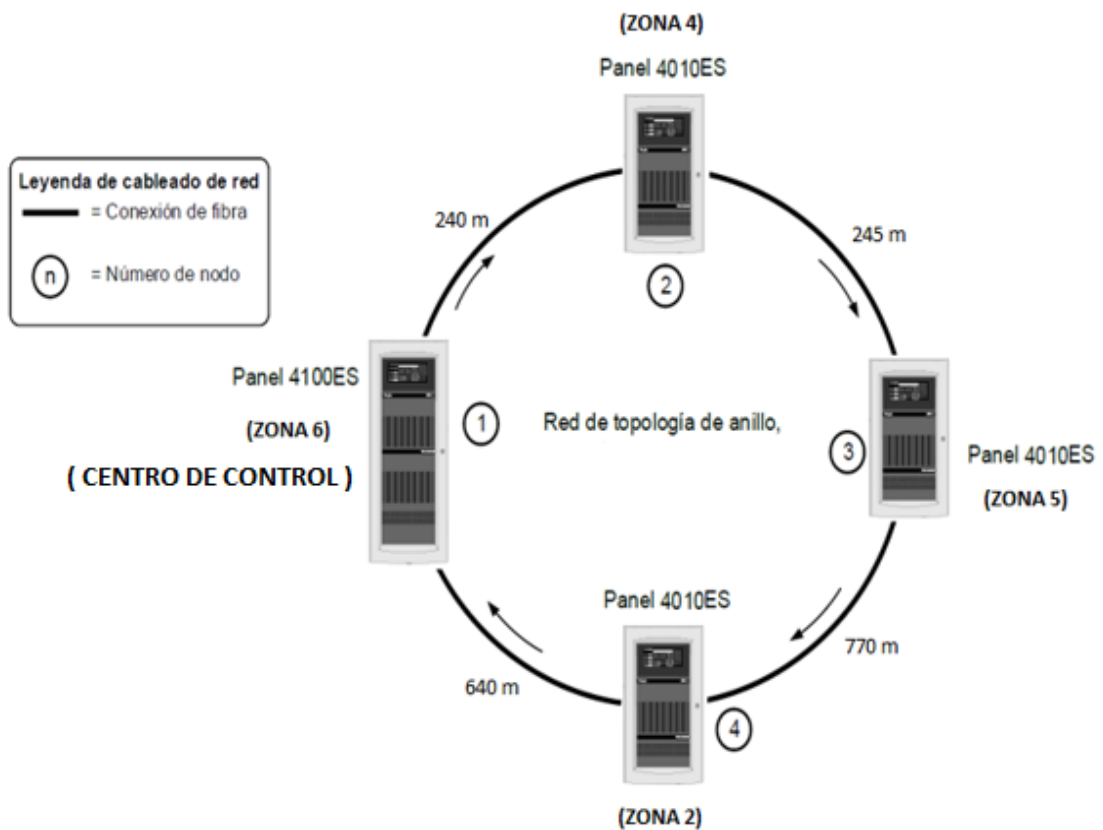
Asimismo, en esta interconexión se agregó atenuadores para simular las pérdidas de potencia óptica entre la fibra óptica y las tarjetas de conexión.

### 3.3. Resultados:

Con el diseño de interconexión de paneles de control mediante fibra óptica se logró comunicar los paneles de control de las áreas administrativas y el panel principal ubicado en el área de vigilancia (Centro de control). En la figura 3.40 se muestra el esquema de conexión de red tipo anillo de los paneles de control de la planta pesquera.

**Figura 3.40**

*Interconexión de paneles de control mediante red tipo anillo*



*Nota:* Elaboración propia

Mediante el software TrueNAC se validó los resultados de los cálculos de caída de voltaje para los aparatos de notificación de todas zonas, tomando

como referencia la zona 2 ya que es una zona en la cual los aparatos de notificación se encuentran más alejadas del panel de control.

Al comparar la cantidad de caída de voltaje de la figura 3.32 y la figura 3.41 se puede concluir que la diferencia es 0.15 V y es óptimo utilizar el cable de calibre 14 AWG.

### Figura 3.41

*Imagen del cálculo de caída de voltaje de la NAC 1*

IDNAC FACP (ZONA 2) NAC1

**PRIMER PISO:**

**Caída de Voltaje:**

Se calculará la máxima caída de voltaje del lazo NAC1 para la ZONA 2 (PRIMER PISO) con calibre de cable 14 AWG el cual posee los siguientes dispositivos:

Cant	Descripción	Ihs(mA)
6	Sirenas/strobo de 75 CD	165

**Ru:** resistencia por metro de cable 14 AWG = 0.0092 Ω/m. (según hoja técnica)  
**Vn:** Voltaje nominal del lazo/branch IDNAC 29v (según hoja técnica)  
**Rw:** Resistencia del cable de longitud L.  
**Vhs:** Voltaje que reciben los dispositivos  
**RHS:** Resistencia de carga total (Suma de resistencia de todos los dispositivos)  
**L:** Longitud total del cable  
**Ihs:** Corriente que consume cada dispositivo (Sirena/Strobo)  
**IA:** Corriente total de lazo/branch

**Cálculos:**

6 Sirenas/strobo de 75 CD →  $6 \times 165\text{mA} = \frac{0.99}{0.990} \text{ A}$   
**Total (IA):** 0.990 A

**IA = Ihs1 + Ihs2..... = 0.990 A**

**L = 183 m**

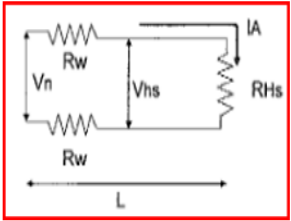
**Rw = Ru \* L = 0.0092 \* 183 ≈ 1.684 Ω**

Por ser cableado en **Clase B** se tiene:  $Vn = IA * (RHS + 2Rw) = Vhs + IA * 2Rw$

Entonces:  $Vhs = Vn - IA * 2Rw = 29 \text{ v} - 0.99\text{A} (2 \times 1.684 \text{ ohm})$

Con lo que se tiene un voltaje **Vhs = 25.67 V**

Y una caída de voltaje del lazo/branch de:  $100 ( (Vn - Vhs) / Vn ) \approx 11.49 \%$



**Conclusión:** Según éstos cálculos el voltaje de los dispositivos es aproximadamente de 25.67 v, y según hojas técnicas estos trabajan normalmente de un rango de (23 - 31) voltios.

*Nota:* Elaboración propia

Al comparar la figura 3.33 con el cálculo de caída de tensión que se muestra en la figura 3.42, se observa que la diferencia de la caída de tensión es 0,184 V lo cual significa que el cálculo es óptimo.

## Figura 3.42

### Imagen del cálculo de caída de voltaje de la NAC 2

IDNAC FACP (ZONA 2) - NAC 2

**PRIMER PISO:**

**Caída de Voltaje:**

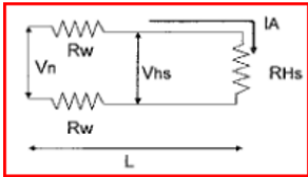
Se calculará la máxima caída de voltaje del lazo NAC 2 para la ZONA 2 (PRIMER PISO Y SEGUNDO PISO) con calibre de cable 14 AV/G el cual posee los siguientes dispositivos:

Cant	Descripción	Ihs(mA)
3	Sirenas/strobo de 75 CD	165
4	Sirenas/strobo de 15 CD	80

**Ru:** resistencia por metro de cable 14 AV/G = 0.0092  $\Omega$ /m. (según hoja técnica)  
**Vn:** Voltaje nominal del lazo/branch IDNAC 23V (según hoja técnica)  
**Rw:** Resistencia del cable de longitud L.  
**Vhs:** Voltaje que reciben los dispositivos  
**RHS:** Resistencia de carga total (Suma de resistencia de todos los dispositivos)  
**L:** Longitud total del cable  
**Ihs:** Corriente que consume cada dispositivo (Sirena/Strobo)  
**IA:** Corriente total de lazo/branch

**Cálculos:**

3 Sirenas/strobo de 75 CD  $\rightarrow$  3 x 165mA = 0.495 A  
 4 Sirenas/strobo de 15 CD  $\rightarrow$  4 x 80mA = 0.32 A  
**Total (IA):** 0.815 A



**IA** = Ihs1 + Ihs2 = 0.815 A  
**L** = 235 m  
**Rw** = Ru L = 0.0092 \* 235  $\approx$  2.16  $\Omega$

Por ser cableado en **Clase B** se tiene:  $Vn = IA * (RHS + 2Rw) = Vhs + IA * 2Rw$   
 Entonces:  $Vhs = Vn - IA * 2Rw = 23 \text{ v} - 0.815 \text{ A} (2 \times 2.16 \text{ ohm})$   
 Con lo que se tiene un voltaje **Vhs = 25.48 V**  
 Y una caída de voltaje del lazo/branch de:  $100 (Vn - Vhs) / Vn = 12.15 \%$

**Conclusión:** Según éstos cálculos el voltaje de los dispositivos es aproximadamente de 25.48 v, y según hojas técnicas estos trabajan normalmente de un rango de <23-31> voltios.

Nota: Elaboración propia

Al comparar la figura 3.34 con el cálculo de caída de tensión que se muestra en la figura 3.43, se observa que la diferencia de la caída de tensión es 0,372 V lo cual significa que el cálculo es óptimo.

## Figura 3.43

### Imagen del cálculo de caída de voltaje de la NAC 3

IDNAC FACP (ZONA 2) -NAC 3

**PRIMER PISO:**

**Caída de Voltaje:**

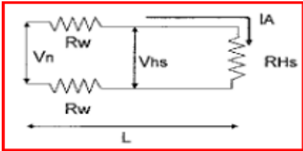
Se calculará la máxima caída de voltaje del lazo NAC 3 para la ZONA 2 con calibre de cable 14 AV/G el cual posee los siguientes dispositivos:

Cant	Descripción	Ihs(mA)
2	Sirenas/strobo de 75 CD	165

**Ru:** resistencia por metro de cable 14 AV/G = 0.0092  $\Omega$ /m. (según hoja técnica)  
**Vn:** Voltaje nominal del lazo/branch IDNAC 23V (según hoja técnica)  
**Rw:** Resistencia del cable de longitud L.  
**Vhs:** Voltaje que reciben los dispositivos  
**RHS:** Resistencia de carga total (Suma de resistencia de todos los dispositivos)  
**L:** Longitud total del cable  
**Ihs:** Corriente que consume cada dispositivo (Sirena/Strobo)  
**IA:** Corriente total de lazo/branch

**Cálculos:**

2 Sirenas/strobo de 75 CD  $\rightarrow$  2 x 165mA = 0.33 A  
**Total (IA):** 0.330 A



**IA** = Ihs1 + Ihs2 = 0.330 A  
**L** = 102 m  
**Rw** = Ru L = 0.0092 \* 102  $\approx$  0.94  $\Omega$

Por ser cableado en **Clase B** se tiene:  $Vn = IA * (RHS + 2Rw) = Vhs + IA * 2Rw$   
 Entonces:  $Vhs = Vn - IA * 2Rw = 23 \text{ v} - 0.330 \text{ A} (2 \times 0.94 \text{ ohm})$   
 Con lo que se tiene un voltaje **Vhs = 28.38 V**  
 Y una caída de voltaje del lazo/branch de:  $100 (Vn - Vhs) / Vn = 2.136 \%$

**Conclusión:** Según éstos cálculos el voltaje de los dispositivos es aproximadamente de 28.38 v, y según hojas técnicas estos trabajan normalmente de un rango de <23-31> voltios.

Nota: Elaboración propia

Al comparar la figura 3.35 con el cálculo de caída de tensión que se muestra en la figura 3.44, se observa que la diferencia de la caída de tensión es 0.327V lo cual significa que el cálculo es óptimo.

### Figura 3.44

Imagen del cálculo de caída de voltaje de la NAC 4

IDNAC FACP (ZONA 2) - NAC4

**Caída de Voltaje:**

Se calculará la máxima caída de voltaje del lazo NAC 4 para la ZONA 1 con calibre de cable 14 AWG el cual posee los siguientes dispositivos:

Cant	Descripción	Ihs(mA)
2	Sirenas/strobo de 75 CD	165

Ru: resistencia por metro de cable 14 AWG = 0.0092 Ω/m. (según hoja técnica)  
Vn: Voltaje nominal del lazo/branch IDNAC 29V (según hoja técnica)  
Rw: Resistencia del cable de longitud L  
Vhs: Voltaje que reciben los dispositivos  
RHS: Resistencia de carga total (Suma de resistencia de todos los dispositivos)  
L: Longitud total del cable  
Ihs: Corriente que consume cada dispositivo (Sirena/Strobo)  
IA: Corriente total de lazo/branch

**Cálculos:**

2 Sirenas/strobo de 75 CD --> 2 x 165mA =  $\frac{0.33}{0.330}$  A

Página 1

IA = Ihs1 + Ihs2..... = 0.330 A

L = 654 m

Rw = Ru L = 0.0092 \* 654 = 6.017 Ω

Por ser cableado en Clase B se tiene: Vn = IA \* (RHS + 2Rw) = Vhs + IA \* 2Rw

Entonces: Vhs = Vn - IA \* 2Rw = 29 v - 0.330 A (2 x 6.017 ohm)

Con lo que se tiene un voltaje **Vhs = 25.03 V**

Y una caída de voltaje del lazo/branch de: 100 ( Vn-Vhs)/Vn ≈ 13.69 %

**Conclusión:** Según éstos cálculos el voltaje de los dispositivos es aproximadamente de 25.03 v, y según hojas técnicas estos trabajan normalmente de un rango de <23- 31> voltios.

Nota: Elaboración propia

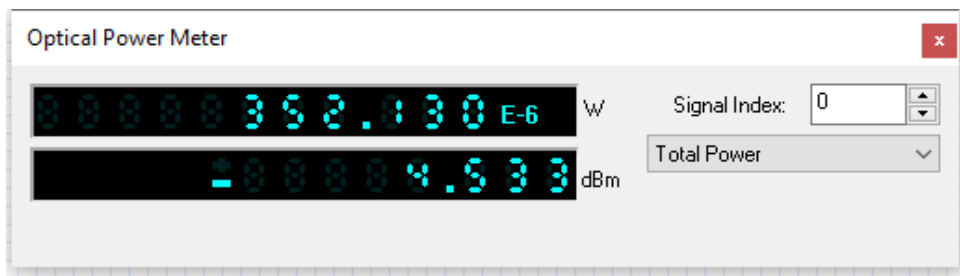
Mediante el software Optisystem se validó los resultados de los cálculos de la potencia de recepción para cada tarjeta de conexión, tomando como referencia el módulo de recepción de cada tarjeta de conexión ya que es el dispositivo que va a recibir la señal del panel colindante a la zona respectiva.

En la figura 3.45 se muestra la medida de potencia de recepción de la zona 5, la cual es 352.130 uW y al compararla con el resultado del cálculo cuyo valor es 640 uW se puede verificar que la diferencia es aceptable ya que el receptor puede amplificar la señal, aumentando la ganancia del amplificador. Asimismo, se puede visualizar que en el diagrama de ojo mostrado en la figura 3.46, la señal está bien definida, eso quiere decir que los bits recibidos pueden ser reconocidos por el receptor.



**Figura 3.45**

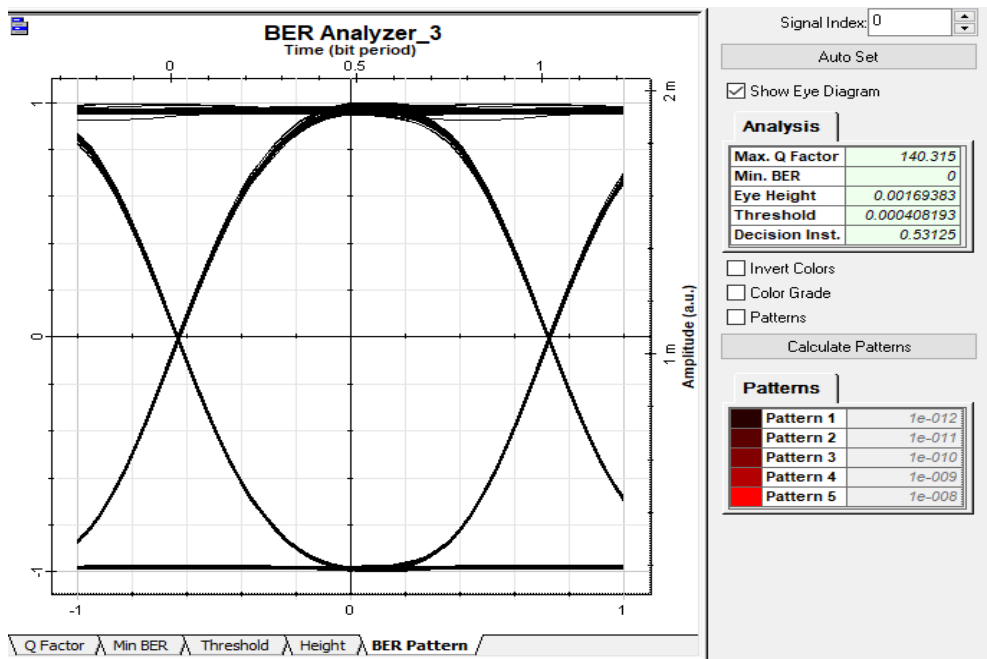
*Medición de la potencia óptica en el receptor de la zona 5.*



*Nota: Elaboración propia*

**Figura 3.46**

*Diagrama de ojo para el módulo de recepción de la zona 5*



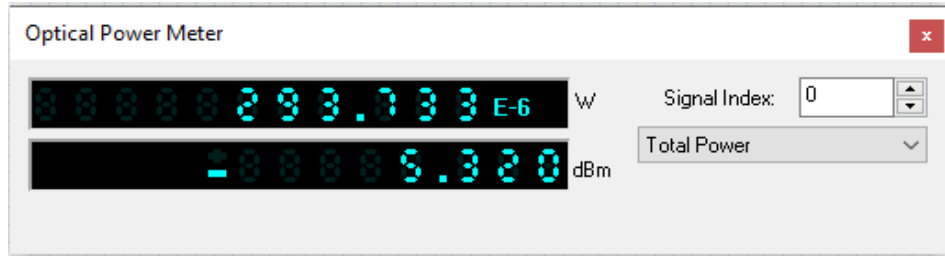
*Nota: Elaboración propia*

En la figura 3.47 se muestra la medida de potencia de recepción de la zona 2, la cual es 293.733 uW y al compararla con el resultado del cálculo cuyo valor es 534 uW se puede verificar que la diferencia es aceptable ya que el receptor puede amplificar la señal, aumentando la ganancia del amplificador. Asimismo, se puede visualizar que en el diagrama de ojo mostrado en la

figura 3.48, la señal está bien definida, eso quiere decir que los bits recibidos pueden ser reconocidos por el receptor.

**Figura 3.47**

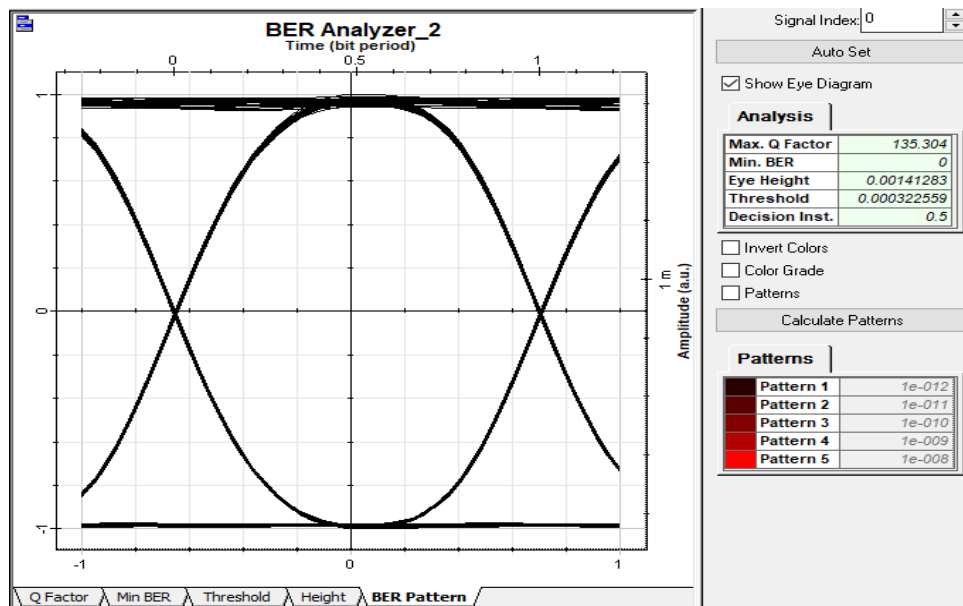
*Medición de la potencia óptica en el receptor de la zona 2.*



*Nota: Elaboración propia*

**Figura 3.48**

*Diagrama de ojo para el módulo de recepción de la zona 2*



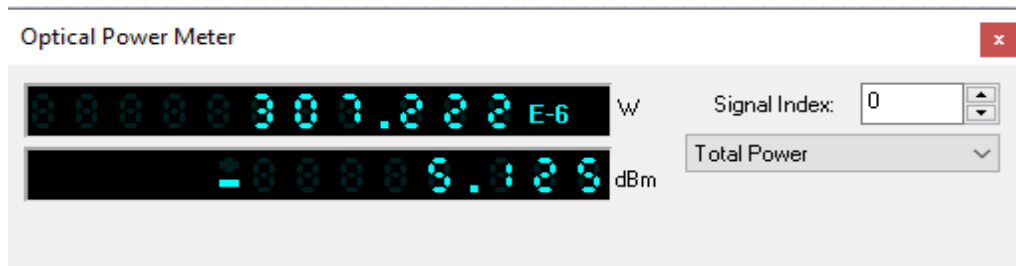
*Nota: Elaboración propia*

En la figura 3.49 se muestra la medida de potencia de recepción de la zona 6, la cual es 307.222 uW y al compararla con el resultado del cálculo cuyo valor es 558 uW se puede verificar que la diferencia es aceptable ya que el receptor puede amplificar la señal, aumentando la ganancia del amplificador.

Asimismo, se puede visualizar que en el diagrama de ojo mostrado en la figura 3.50, la señal está bien definida, eso quiere decir que los bits recibidos pueden ser reconocidos por el receptor.

**Figura 3.49**

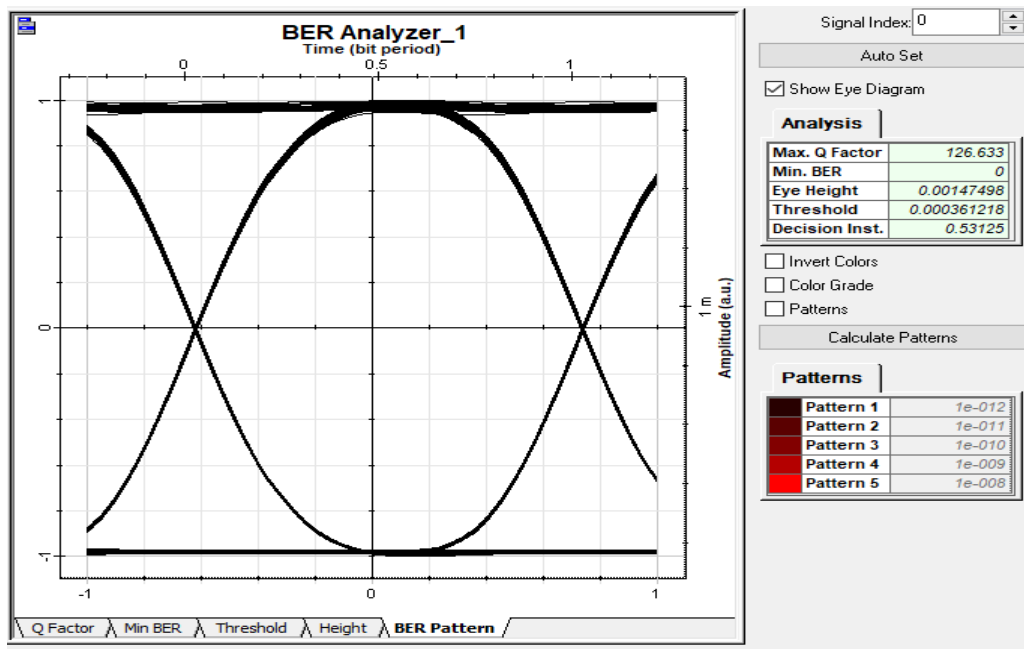
*Medición de la potencia óptica en el receptor de la zona 6.*



*Nota: Elaboración propia*

**Figura 3.50**

*Diagrama de ojo para el módulo de recepción de la zona 6*

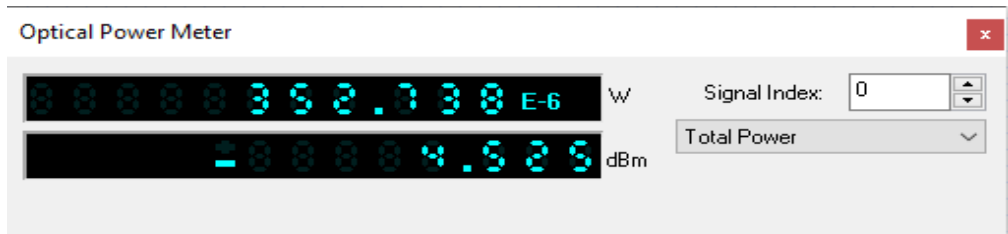


*Nota: Elaboración propia*

En la figura 3.51 se muestra la medida de potencia de recepción de la zona 4, la cual es 352.730 uW y al compararla con el resultado del cálculo cuyo valor es 641 uW se puede verificar que la diferencia es aceptable ya que el receptor puede amplificar la señal, aumentando la ganancia del amplificador. Asimismo, se puede visualizar que en el diagrama de ojo mostrado en la figura 3.52, la señal está bien definida, eso quiere decir que los bits recibidos pueden ser reconocidos por el receptor.

**Figura 3.51**

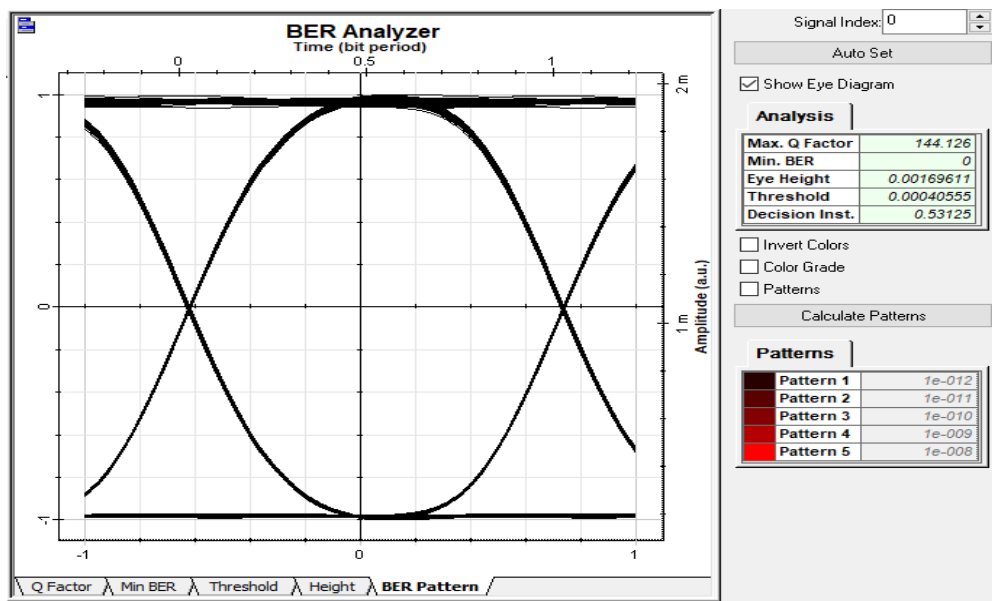
*Medición de la potencia óptica en el receptor de la zona 4.*



*Nota: Elaboración propia*

**Figura 3.52**

*Diagrama de ojo para el módulo de recepción de la zona 4*



*Nota: Elaboración propia*

## CONCLUSIONES

Después de realizar el proyecto se concluye lo siguiente

- 1 Mediante el análisis del sistema de detección y alarma de incendios existente se concluye que sistema presenta ausencia de comunicación entre los paneles de control.
- 2 Al realizar el diseño del sistema de detección y alarma de incendios se ha logrado centralizar el sistema en el área de vigilancia mediante una red de paneles por fibra óptica lo cual permitió gestionar los procedimientos de alerta y evacuación a tiempo.
- 3 El promedio de las diferencias entre los datos extraídos del software de evaluación y los datos calculados es de 0,5, por ende, queda validado el funcionamiento del sistema.

## RECOMENDACIONES

- 1 Es recomendable seguir las instrucciones publicadas del fabricante para optimizar el funcionamiento de los dispositivos de detección y alarma de incendios.
- 2 Se recomienda interconectar el sistema a una central de bomberos para que estos puedan monitorear en informarse en tiempo real si es que la planta pesquera requiere de intervención para extinguir un incendio.
- 3 Para la instalación de los detectores de humo se recomienda ubicarlos a 125 mm de las lámparas de luz para evitar interferencias electromagnéticas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cerna Quispe, R. J. (2020). *Diseño de un sistema de detección y alarma de incendios para una planta pesquera* [Tesis de ingeniería, Pontificia Universidad Católica Del Perú].  
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1905964>
- Solano Giraldo, F. J. (2017). *Interconexión del sistema de detección y alarma contra incendio entre las plantas de refinería y de fundición” plantea la interconexión entre las plantas de refinería y de fundición* [Informe de suficiencia, Pontificia Universidad Tecnológica Del Perú].  
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1967577>
- Mamani Rodrigo, E. O. (2020). *Implementación de un sistema de detección y alarma de incendios en salas eléctricas y subestaciones de 7.5 mVA, 34.5/4.16 KV* [Trabajo de suficiencia, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/11788>
- Chávez Robalino, L. E. (2017). *Sistema electrónico de alerta temprana para la detección de incendios en la empresa ACETERM de la ciudad de santo domingo de los Tsáchilas* [Proyecto de investigación, Universidad técnica de Ambato].  
[https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26220/1/Tesis\\_t1295ec.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26220/1/Tesis_t1295ec.pdf)
- Proano Lozada, L.A (2009), *Sistema de comunicación por fibra óptica y enlace inalámbrico para la Corporación Nacional de Electricidad CNEL regional santo domingo* [Trabajo de graduación, Universidad técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/106/1/t539ec.pdf>

NFPA (2010) *Código y normas para un mundo más seguro.*

[https://www.nfpajla.org/recursos/C&SForaSaferWorld\\_SPAN.pdf](https://www.nfpajla.org/recursos/C&SForaSaferWorld_SPAN.pdf)

SENCICO (29 de julio de 2020) Normas del Reglamento Nacional de

Edificaciones. [https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-](https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-)

[publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-](https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-)

[rne](https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-)



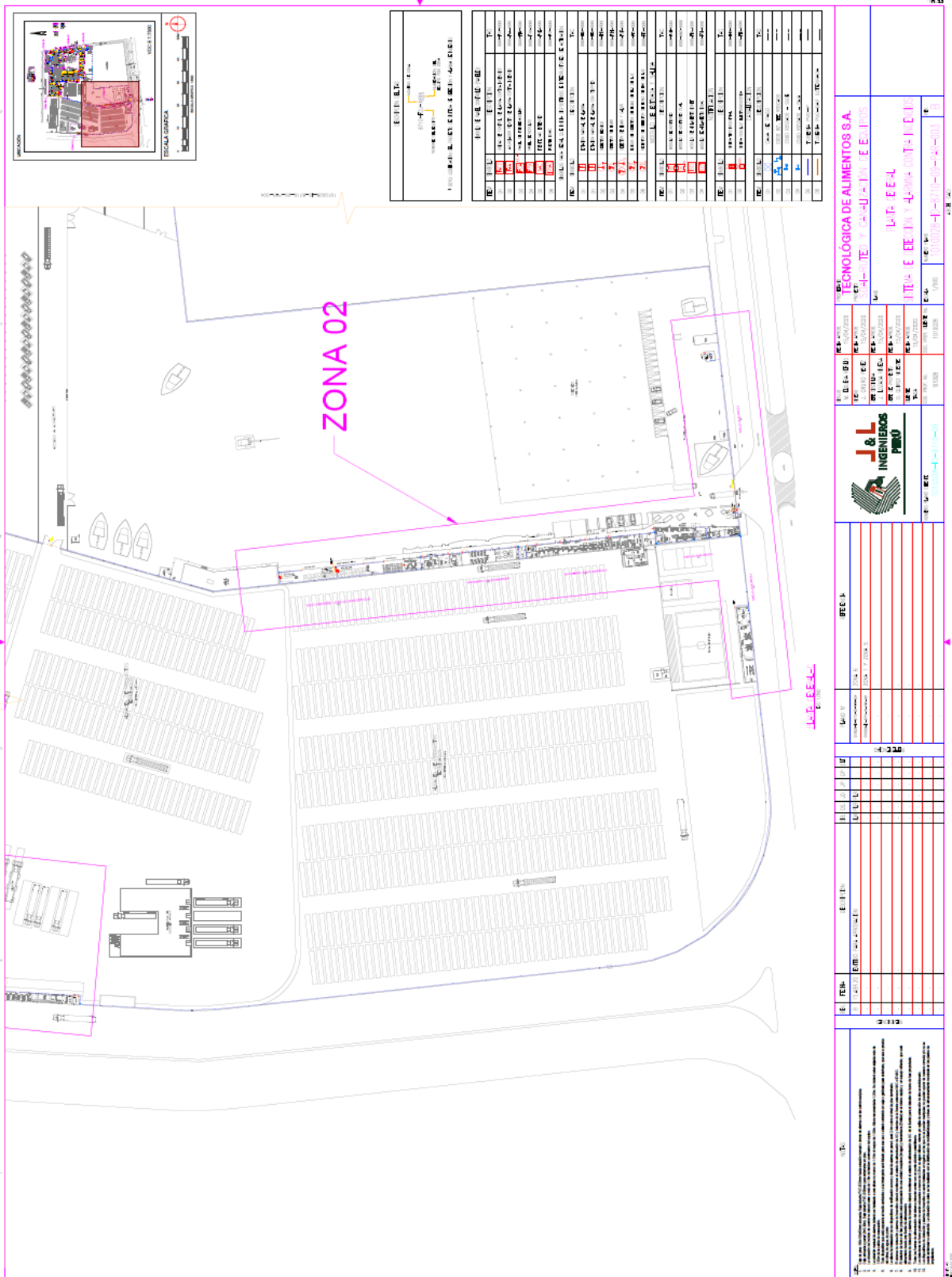






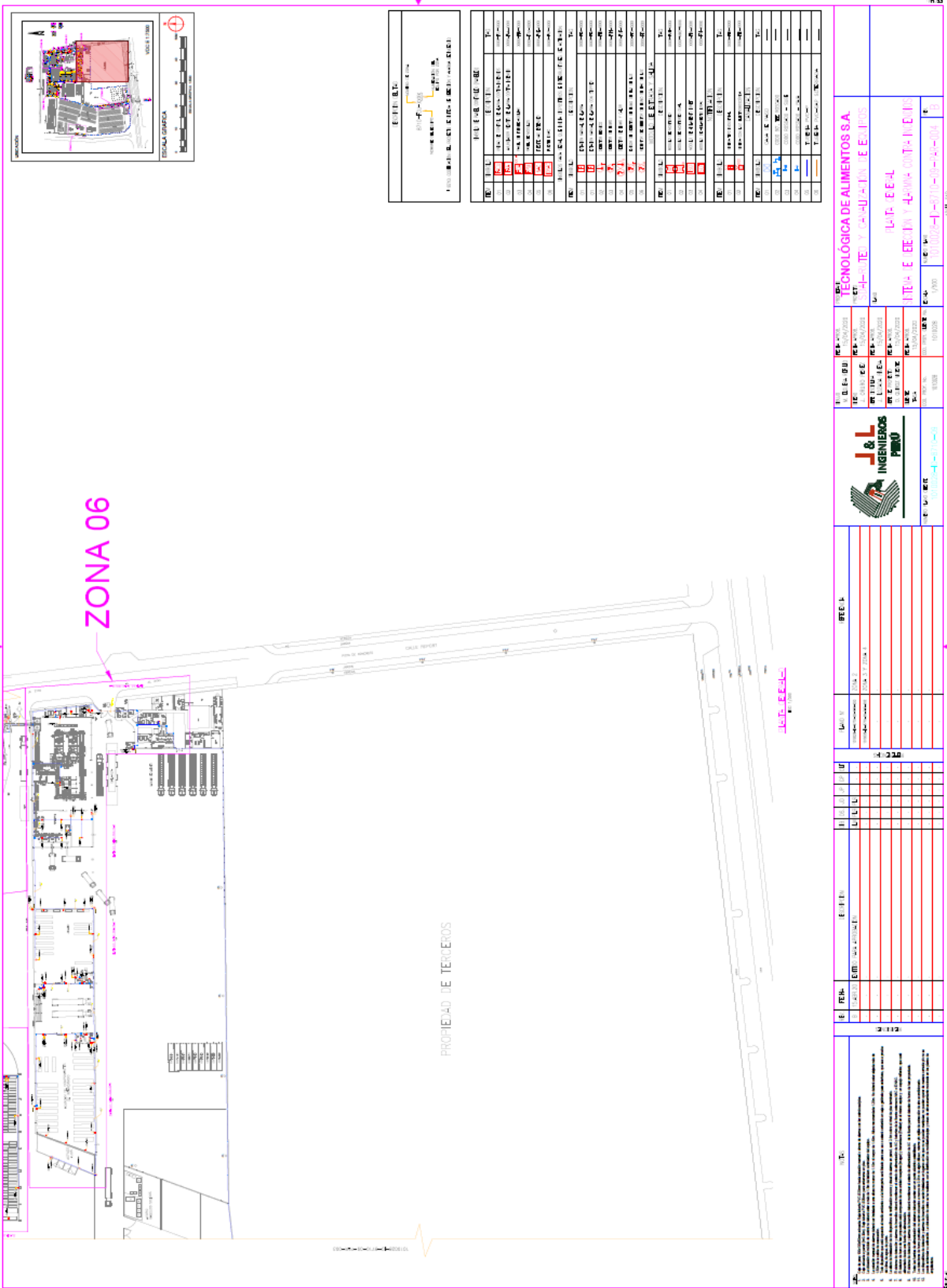
# ANEXO D

## Plano de diseño del sistema de detección y alarma de incendios (PARTE III)



# ANEXO E

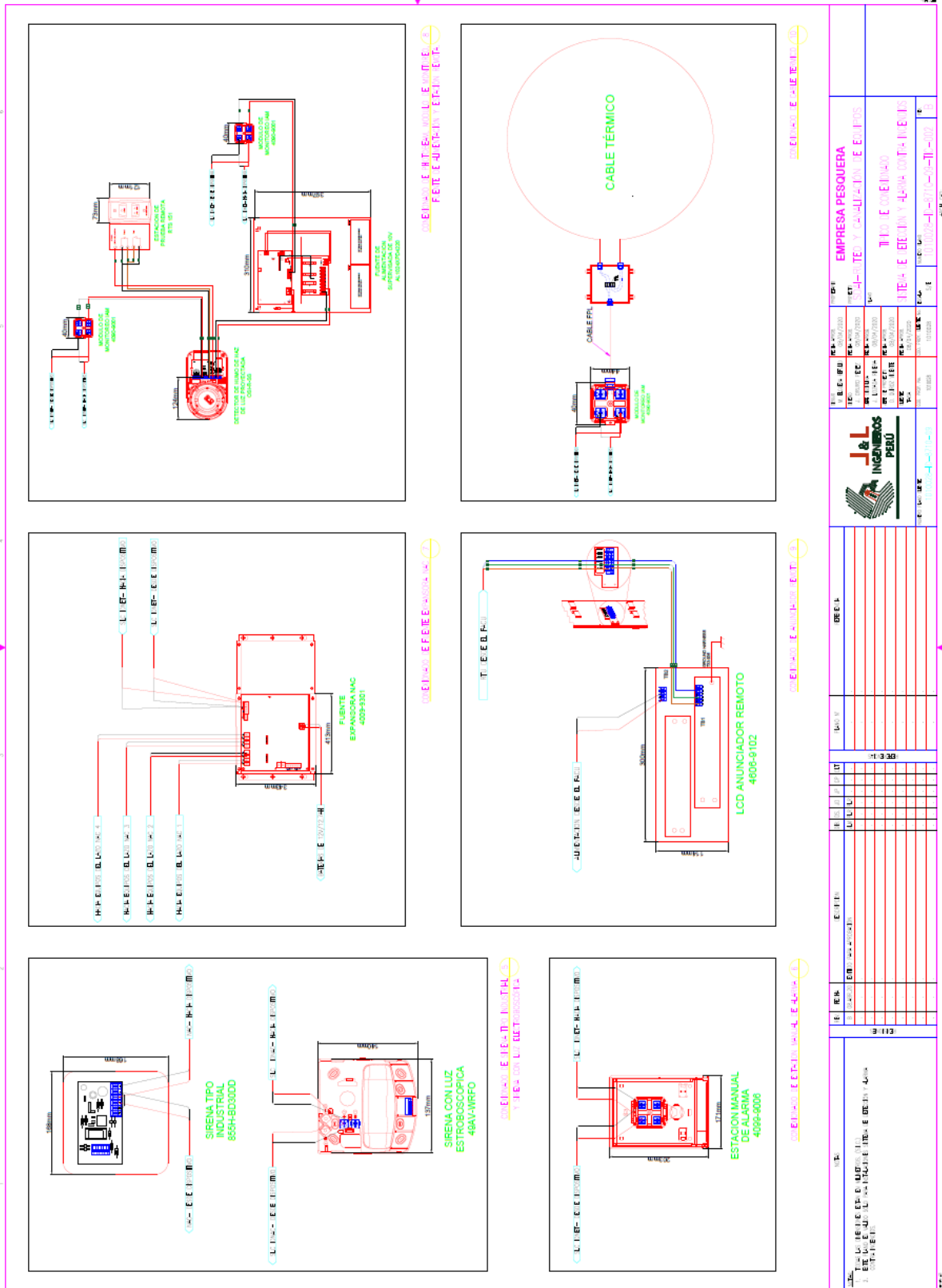
## Plano de diseño del sistema de detección y alarma de incendios (PARTE IV)





# ANEXO G

## Plano de conexiónado del sistema de detección y alarma de incendios



		<b>EMPRESA PESQUERA</b> <b>SOCIEDAD ANÓNIMA</b> <b>TIPO DE CONECCION</b> <b>TIPO DE ALARMA</b>
<b>TEC. EN E.I.</b> <b>INGENIERO EN ELECTRICIDAD</b> <b>INGENIERO EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES</b>	<b>INGENIERO EN ELECTRICIDAD</b> <b>INGENIERO EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES</b>	<b>INGENIERO EN ELECTRICIDAD</b> <b>INGENIERO EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES</b>
<b>INGENIERO EN ELECTRICIDAD</b> <b>INGENIERO EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES</b>	<b>INGENIERO EN ELECTRICIDAD</b> <b>INGENIERO EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES</b>	<b>INGENIERO EN ELECTRICIDAD</b> <b>INGENIERO EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES</b>



## ANEXO H

### Instalación de panel de control principal SIMPLEX 4100.





## ANEXO I

### Instalación de panel de control SIMPLEX 4010.



**ANEXO J**  
**Instalación de detector de humo.**



## ANEXO K

Instalación de módulos dentro de gabinete con sus respectivos etiquetados.



## ANEXO L

Instalación de sirena industrial con su respectivo etiquetado.





## ANEXO LL

Instalación de estación manual con su respectivo etiquetado.



## ANEXO M

### Instalación de sirena con luz estroboscópica



## ANEXO N

### Instalación de 4009 IDNAC REPEATER con su respectivo etiquetado





## ANEXO O

Instalación de 4009 IDNet NAC EXTENDER con su respectivo etiquetado.





## ANEXO P

Instalación de Display remoto con su respectivo etiquetado.



## ANEXO Q

Prueba de funcionamiento de detector de humo mediante probador de humo en spray.



## ANEXO R

### Prueba de funcionamiento de detector de funcionamiento de estación manual.





## ANEXO S

### Prueba de funcionamiento de panel de control.

