



**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA**

**MIGRACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES A UNA RED PROPIA DE FIBRA ÓPTICA  
PARA MEJORAR LA GESTIÓN Y CONTROL DE LOS SERVICIOS EN UNA EMPRESA  
TRANSMISORA ELÉCTRICA**

**Línea de investigación:**

**Sistema de Información y Optimización**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero de  
Telecomunicaciones

**Autor:**

Malque Morote, Alvaro Miguel

**Asesor:**

Díaz Flores, Paul Alberto

ORCID: 0000-0002-9573-8563

**Jurado:**

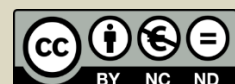
Flores Masías, Edward José

Peña Carrillo, Cesar Serapio

Rosales Fernández, José Hilarión

**Lima - Perú**

**2024**



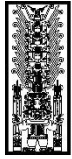
# MIGRACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES A UNA RED PROPIA DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR LA GESTIÓN Y CONTROL DE LOS SERVICIOS EN UNA EMPRESA TRANSMISORA ELÉCTRICA

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>18%</b>	<b>17%</b>	<b>2%</b>	<b>6%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b><a href="http://www.fiber-optical-transceivers.com">www.fiber-optical-transceivers.com</a></b>	<b>2%</b>
	Fuente de Internet	
<b>2</b>	<b><a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a></b>	<b>1%</b>
	Fuente de Internet	
<b>3</b>	<b><a href="http://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a></b>	<b>1%</b>
	Fuente de Internet	
<b>4</b>	<b><a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a></b>	<b>1%</b>
	Fuente de Internet	
<b>5</b>	<b><a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a></b>	<b>1%</b>
	Fuente de Internet	
<b>6</b>	<b><a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a></b>	<b>1%</b>
	Fuente de Internet	
<b>7</b>	<b><a href="http://www.dspace.espol.edu.ec">www.dspace.espol.edu.ec</a></b>	<b>1%</b>
	Fuente de Internet	
<b>8</b>	<b>Submitted to unasam</b>	<b>1%</b>
	Trabajo del estudiante	



## **FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA**

### **MIGRACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES A UNA RED PROPIA DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR LA GESTIÓN Y CONTROL DE LOS SERVICIOS EN UNA EMPRESA TRANSMISORA ELÉCTRICA**

Línea de Investigación:

Sistemas de Información y Optimización.

Informe de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero de  
Telecomunicaciones

Autor:

Malque Morote, Alvaro Miguel

Asesor:

Díaz Flores, Paul Alberto

ORCID: 0000-0002-9573-8563

Jurado:

Flores Masías, Edward José

Peña Carrillo, Cesar Serapio

Rosales Fernández, José Hilarión

Lima–Perú

2024

## **DEDICATÓRIA**

El presente trabajo va dedicado para mi esposa Alejandra y mi hijo Gael, quienes me dan fuerza para seguir adelante y poder cumplir mis metas a pesar de las adversidades.

### **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios que cuida a toda mi familia, a mis padres por darme la oportunidad de estudiar y por apoyarme en cada paso importante que doy en la vida.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	10
<b>ABSTRACT</b> .....	11
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	12
1.1 Trayectoria del Autor .....	12
1.2 Descripción de la empresa.....	14
1.3 Organigrama de la empresa.....	15
1.4 Áreas y funciones desempeñadas .....	16
<b>II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA</b> .....	17
<b>2.1 Planteamiento del Problema</b> .....	17
2.1.1 Determinación del Problema.....	17
2.1.2 Problema Principal .....	18
2.1.3 Problemas Secundarios .....	18
2.1.4 Objetivo Principal.....	18
2.1.5 Objetivos Secundarios .....	19
2.1.6 Justificación.....	19
2.1.7 Alcances y Limitaciones.....	20
<b>2.2 Marco Teórico</b> .....	21

2.2.1 Antecedentes bibliográficos .....	21
2.2.2 Bases teóricas .....	26
2.2.3 Definición de términos básicos.....	34
<b>2.3 Propuesta de Solución.....</b>	<b>37</b>
2.3.1 Metodología de Solución.....	37
2.3.2 Desarrollo de la Solución .....	37
2.3.3 Factibilidad técnica-operativa.....	66
2.3.4 Cuadro de inversión .....	66
<b>2.4 Análisis de resultados.....</b>	<b>68</b>
2.4.1 Análisis Costo-Beneficio.....	68
<b>III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA/INSTITUCIÓN.....</b>	<b>78</b>
<b>IV. CONCLUSIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>V. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>81</b>
<b>VI. REFERENCIAS .....</b>	<b>82</b>
<b>VII. ANEXOS: .....</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01	Línea eléctrica y fibra óptica OPGW.	Pág. 26
Figura N°02	Sistema eléctrico.	Pág. 27
Figura N°03	Fibra Óptica Monomodo y Multimodo.	Pág. 28
Figura N°04	Fibra Óptica OPGW.	Pág. 29
Figura N°05	Caja de Empalme de fibra óptica OPGW.	Pág. 30
Figura N°06	Ejemplo de Multiplexor.	Pág. 30
Figura N°07	Medición con OTDR de 02 hilos en Pariñas - Piura.	Pág. 40
Figura N°08	Espacio en Gabinete y puntos de energía para equipamiento.	Pág. 41
Figura N°09	Diagrama de amplificación entre Paramonga-Chimbote.	Pág. 43
Figura N°10	Topología de Multiplexores de la Red del Norte.	Pág. 47
Figura N°11	Cronograma Adquisición de Servicios y Equipos.	Pág. 48
Figura N°12	Cronograma Adquisición de Servicios.	Pág. 48
Figura N°13	Entrega y cierre administrativo.	Pág. 48
Figura N°14	Cronograma General del Proyecto.	Pág. 49



Figura N°15	IPG Photonics modelo EAR-80-B-P-WC-1RU.	Pág. 50
Figura N°16	Diagrama de Bloque óptico funcional.	Pág. 50
Figura N°17	Equipo Multiplexor FOX615.	Pág. 51
Figura N°18	Tarjetas y SFP para equipos Multiplexores.	Pág. 53
Figura N°19	Instalación Física del FOX615.	Pág. 54
Figura N°20	ODF en las subestaciones eléctricas.	Pág. 54
Figura N°21	Interconexión de ODF hacia al multiplexor.	Pág. 55
Figura N°22	Instalación de Amplificador.	Pág. 55
Figura N°23	Configuración a nivel transporte de los equipos.	Pág. 56
Figura N°24	Esquema de la supervisión SCADA 104.	Pág. 57
Figura N°25	Configuración del Multiplexor para el servicio SCADA 104.	Pág. 58
Figura N°26	Conexionados ethernet para la supervisión SCADA 104.	Pág. 58
Figura N°27	Esquema de comunicación de TLP en G703.CO.	Pág. 59
Figura N°28	Implementación de conexionado de TLP en G703.CO.	Pág. 59
Figura N°29	Esquema de comunicación de TLP en X.21.	Pág. 60
Figura N°30	Implementación de conexionado de TLP X.21.	Pág. 60

Figura N°31	Implementación de conexionado de TLP.	Pág. 61
Figura N°32	Implementación de conexionado de Protección Diferencial.	Pág. 61
Figura N°33	Topología Red Corporativa.	Pág. 62
Figura N°34	Ingreso al gestor FOXMAN-UN.	Pág. 63
Figura N°35	Equipos multiplexores del Norte-FOMAN-UN.	Pág. 64
Figura N°36	Equipos multiplexores del Norte-FOMAN-UN.	Pág. 64
Figura N°37	Alarmas visualizadas en el gestor FOXMAN-UN.	Pág. 65
Figura N°38	Configuraciones en el FOXMAN-UN.	Pág. 65
Figura N°39	Costo/Beneficio desde el año 04 al 10.	Pág. 77

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1	Nivel de Trama SDH.	Pág.33
Tabla N°2	Tipos de VC y su ancho de banda.	Pág.34
Tabla N°3	Subestaciones eléctrica zona norte.	Pág. 38
Tabla N°4	Enlaces de Fibra óptica de la zona norte.	Pág. 39
Tabla N°5	Equipos multiplexores zona norte.	Pág. 42
Tabla N°6	Enlaces de FO más largo de la Zona Norte.	Pág. 43
Tabla N°7	Equipos multiplexores por comprar.	Pág. 44
Tabla N°8	Equipos, tarjetas y SFP a comprar.	Pág. 45
Tabla N°9	Cuadro de Inversión en suministro de equipos.	Pág. 67
Tabla N°10	Cuadro de Inversión de servicios.	Pág. 67
Tabla N°11	Cuadro de Egresos mensual y anual de pago a terceros.	Pág. 69
Tabla N°12	Análisis Costos-Beneficio Año 04.	Pág. 70
Tabla N°13	Análisis Costos-Beneficio Año 05.	Pág. 71
Tabla N°14	Análisis Costos-Beneficio Año 06.	Pág. 72
Tabla N°15	Análisis Costos-Beneficio Año 07.	Pág. 73
Tabla N°16	Análisis Costos-Beneficio Año 08.	Pág. 74
Tabla N°17	Análisis Costos-Beneficio Año 09.	Pág. 75
Tabla N°18	Análisis Costos-Beneficio Año 10.	Pág. 76

## RESUMEN

El presente informe constituye parte de la experiencia profesional en mi carrera, en la cual ejecute como parte del equipo de Telecomunicaciones en la empresa CLARO PERÚ, el proyecto tiene como objetivo que la empresa CLARO realice la ingeniería y la ejecución para que la empresa transmisora eléctrica pueda gestionar y controlar las comunicaciones de sus subestaciones eléctricas de la zona norte del Perú, para ello se realizó un trabajo de ingeniería previa para verificar que servicios se necesitan migrar a la red propia de fibra óptica, también se realizó compras de equipos de telecomunicaciones para soportar la información que se tiene que llevar a los centros de control que tienen como ubicación en el departamento de Lima. En el capítulo II.1, describiremos el planteamiento del problema, delimitaciones del problema, objetivos generales y específicos y una breve justificación e importancia del informe. En el Capítulo II.2, se detallan bases teóricas de los servicios y equipamientos a instalar para el desarrollo de la solución. En el Capítulo II.3, se describe la propuesta de solución para poder migrar las telecomunicaciones de la red de terceros a red propia de fibra óptica. En el Capítulo II.4, se presenta los resultados de la solución planteada y por último se detallarán las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado al realizar el informe.

*Palabras Clave:* migración de telecomunicaciones, fibra óptica, servicios en subestaciones eléctricas, gestión y control de comunicaciones.

## ABSTRACT

This report constitutes part of the professional experience in my career, in which I executed as part of the Telecommunications team in the company CLARO PERÚ, the objective of the project is for the company CLARO to carry out the engineering and execution so that the electric company can manage and control the communications of its electrical substations in the northern part of Peru, for this, prior engineering work was carried out to verify which services needed to be migrated to its own fiber optic network, purchases of telecommunications equipment were also made to support the information that must be taken to the control centers located in the department of Lima. In the Chapter II.1, describes the problem statement, problem boundaries, general and specific objectives, and a brief justification and importance of the report. In the Chapter II.2, The theoretical bases of the services and equipment to be installed for the development of the solution are detailed. In the Chapter II.3, The theoretical bases of the services and equipment to be installed for the development of the solution are detailed. In the Chapter II.4, presents the results of the proposed solution and finally the conclusions and recommendations that have been reached when making the report are detailed.

*Keywords:* telecommunications migration, fiber optic, services in electrical substations, communications management and control.

## I. INTRODUCCIÓN

El presente informe es para sustentar el Título de Ingeniero de Telecomunicaciones por la Modalidad de Suficiencia Profesional, el cual es una modalidad de titulación que implica estar en la capacidad de demostrar las competencias adquiridas a lo largo de la carrera profesional.

Dentro del informe se explica el objetivo de migrar las telecomunicaciones para mejorar la gestión y control de los servicios de comunicaciones de la empresa de transmisión eléctrica a través de CLARO usando la fibra óptica propia de la empresa y la nueva adquisición de equipos de telecomunicaciones para poder soportar la red de la zona norte, por lo que se tendrá en cuenta los servicios y la compatibilidad con los equipos existentes, para ello se explicará en el marco teórico.

Por último, se revisará el cuadro de inversión del proyecto y el análisis de costo beneficio de tener una red propia de telecomunicaciones en la empresa de transmisión eléctrica.

### 1.1 Trayectoria del Autor

El suscrito, identificado con código de alumno N°2009234493 egresó de la carrera profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones en el año 2014 y obtuvo el grado de Bachiller en el mes de marzo del 2017.

- **RED DE ENERGÍA DEL PERÚ**

Empresa líder en transmisión de energía eléctrica del Perú.

Área : Coordinación de Telecomunicaciones

Cargo : Analista de Telecomunicaciones

Periodo : De Octubre del 2021 hasta el momento.

Encargado de la seguimiento, ejecución, control y cierre del proyecto de incorporación de las telecomunicaciones.

- **AMÉRICA MÓVIL PERÚ SAC**

Empresa especializada en brindar servicios de telefonía, internet y televisión.

Área : Construcción e Implementación Red Móvil

Cargo : Analista de Telecomunicaciones

Periodo : De Mayo del 2015 hasta octubre del 2021

Encargado de seguimiento, control y cierre de proyectos de implementación de nuevas radios bases celulares.

- **AMÉRICA MÓVIL PERÚ SAC**

Empresa especializada en brindar servicios de telefonía, internet y televisión.

Área : Ingeniería Red Móvil

Cargo : Practicante de Ingeniería Red Móvil

Periodo : De Noviembre del 2014 hasta mayo del 2015

Encargado de la ingeniería y costos para proyectos de adecuaciones en radio bases celulares.

- **BISEINSA**

Empresa especializada en instalación de equipos de telecomunicaciones y energía.

Área : Redes

Cargo : Practicante de Redes

Periodo : De Agosto del 2014 hasta noviembre del 2014

Encargado de instalación y configuración de router's para Telefónica del Perú.

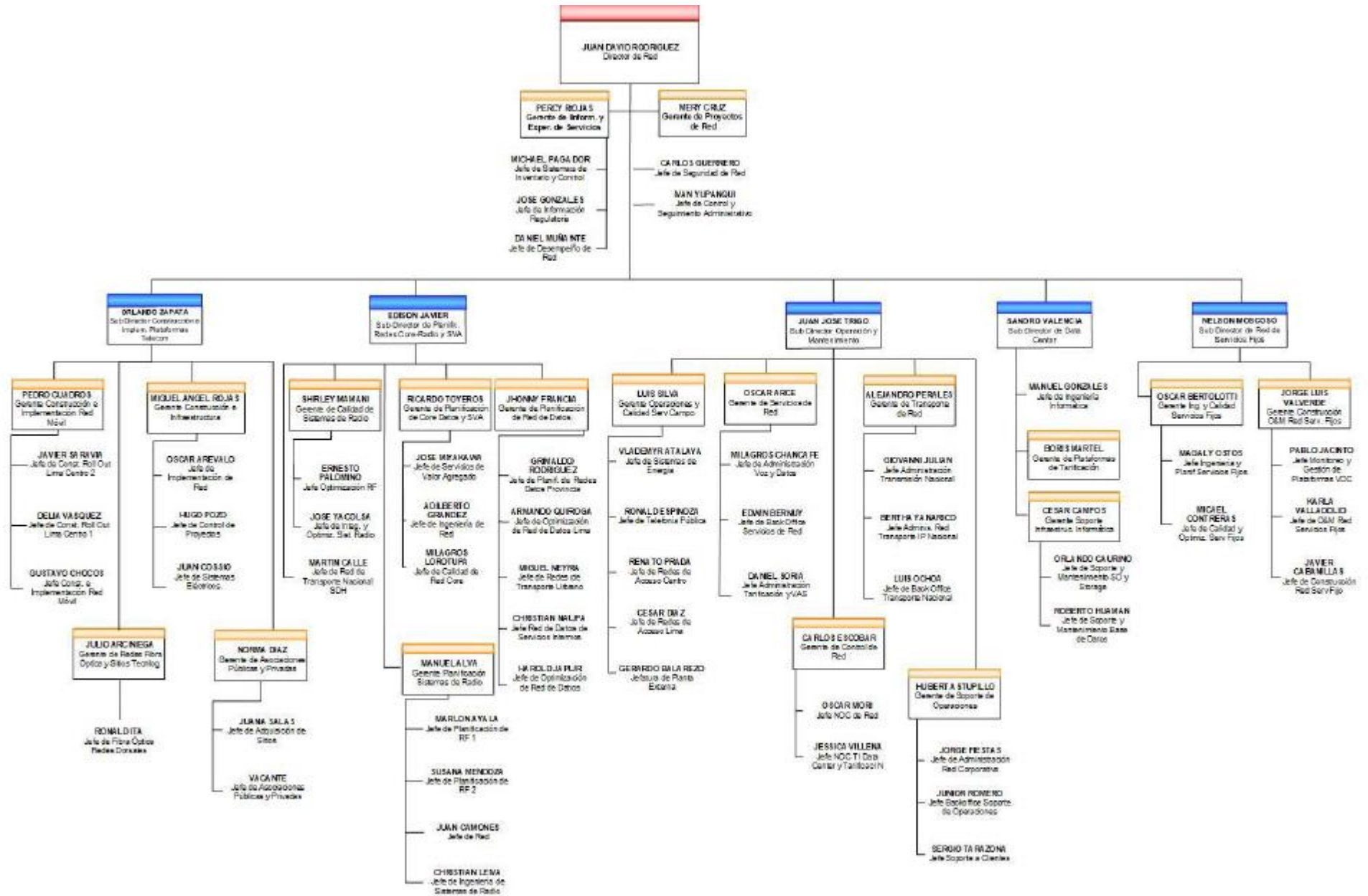
## **1.2 Descripción de la empresa**

América Móvil opera en el Perú desde el 10 de agosto de 2005 es una de las principales compañías de telecomunicaciones del país, ofrece una red de alta calidad y amplia cobertura en los 24 departamentos del Perú, para generar oportunidades de crecimiento a través de las telecomunicaciones.

Cuentan con un programa de inversiones orientado a desplegar de forma sostenible una gran infraestructura de telecomunicaciones. Asimismo, se enfocan en ampliar el alcance de las conexiones de fibra disponibles en sus sitios móviles, lo cual permite que sigan aportando al desarrollo del país, promoviendo la inclusión digital de cada vez más peruanos.



### 1.3 Organigrama de la empresa



#### 1.4 Áreas y funciones desempeñadas

El suscrito desarrolló el cargo de Analista de Telecomunicaciones y dentro de las funciones principales se puede destacar lo siguiente:

- Implementación del proyecto de Telecomunicaciones de acuerdo con los estándares y normativas aplicables de energía y telecomunicaciones.
- Implementación de ampliaciones y/o modificaciones en la infraestructura existente para soportar servicios solicitados acorde al área cliente.
- Revisión de los nuevos proyectos a nivel de Telecomunicaciones que ingresan a la empresa.
- Control del seguimiento administrativo tanto CAPEX y OPEX siguiendo los lineamientos y estándares establecidos.
- Conciliación con proveedores para cierre de presupuestos para ejecución de trabajos solicitados por el cliente interno.
- Implementación de indicadores y acciones en la gestión de procesos y de proyectos para la toma de decisiones a nivel gerencial.
- Revisión de las fallas o averías que estén relacionado al canal de comunicaciones de la empresa en la zona norte del Perú.

## **II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA**

### **2.1 Planteamiento del Problema**

#### **2.1.1 Determinación del Problema**

##### **PERÚ**

La energía eléctrica actualmente tiene un papel muy importante en el Perú, un impacto de corte de energía puede afectar a muchas empresas, negocios, al hogar, a las comunicaciones y puede generar un caos entre los habitantes.

Por eso es importante tener gestión y control sobre la generación, la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Hoy en día el COES (Comité de Operación Económica del Sistema) es el encargado de administrar el SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional de Perú), su objetivo es la utilización óptima de los recursos para la prestación del servicio eléctrico, mediante el monitoreo permanente de las unidades de generación e instalaciones de transmisión eléctrica, para coordinar las acciones necesarias que permitan mantener los niveles de tensión y de frecuencia dentro de los rangos de calidad establecidos en las normas vigentes.

##### **CLARO PERÚ**

La empresa Claro como partner de una empresa transmisora de energía eléctrica tiene como proyecto enviar las comunicaciones de las 15 subestaciones eléctricas al COES(Comité de Operación Económica del Sistema) y lo hacen hacia dos (02) centros de control que tienen en el departamento de lima, hasta el año 2021 los canales de comunicaciones de estas 15 subestaciones eléctricas lo contrataban a un operador de telecomunicaciones, pero la gestión y control total de las comunicaciones no lo administraba la empresa transmisora de energía eléctrica y al solicitar nuevos

servicios se incrementaba el costo de inversión como el pago recurrente anual, por lo que era necesario aprovechar la infraestructura propia de telecomunicaciones que se tiene instalado en las torres de alta tensión como la fibra óptica OPGW (Optical Ground Wire) para realizar una red de transporte que soporte los servicios actuales y futuros.

### **2.1.2 Problema Principal**

En base a lo anterior, se formula el siguiente problema:

- ¿La Migración de las telecomunicaciones a una red propia de fibra óptica mejorará la gestión y control de los servicios en la empresa transmisora eléctrica?

### **2.1.3 Problemas Secundarios**

Del problema principal se desglosan los siguientes problemas secundarios:

- ¿La Migración de las telecomunicaciones a una red propia de fibra óptica mejorará la gestión de los servicios en la empresa transmisora eléctrica?
- ¿La Migración de las telecomunicaciones a una red propia de fibra óptica mejorará el control de los servicios en la empresa transmisora eléctrica?
- ¿La Migración de las telecomunicaciones a una red propia de fibra óptica optimizará los costos a largo plazo en la empresa transmisora eléctrica?

### **2.1.4 Objetivo Principal**

Mejorar la gestión, control y optimizar los costos de los servicios de comunicaciones en la empresa transmisora eléctrica al migrar las telecomunicaciones a la red propia de fibra óptica.

### **2.1.5 Objetivos Secundarios**

- Mejorar la gestión de los servicios de comunicaciones en la empresa transmisora eléctrica al migrar las telecomunicaciones a la red propia de fibra óptica.
- Mejorar el control de los servicios de comunicaciones en la empresa transmisora eléctrica al migrar las telecomunicaciones a la red propia de fibra óptica.
- Optimizar los costos de los servicios de comunicaciones en la empresa transmisora eléctrica al migrar las telecomunicaciones a la red propia de fibra óptica.

### **2.1.6 Justificación**

El desarrollo de este informe busca brindar el conocimiento necesario para replicar la metodología y así aprovechar la infraestructura propia que tienen otras empresas y puedan abaratar los costos recurrentes en servicios de telecomunicaciones.

Es importante también recalcar que el proyecto tiene como fin la independencia de las telecomunicaciones en la empresa transmisora eléctrica y así puedan tener un mayor gestión y control de los servicios actuales que son necesarios para el correcto funcionamiento de la red transmisora de energía a nivel nacional, también la infraestructura que se plantea está pensado en el futuro y así puedan sumarse más servicios como cámara de videovigilancia, reporte o estadísticas de equipos, aumentos de ancho de banda en las subestaciones eléctricas, etc.

### **2.1.7 Alcances y Limitaciones**

#### **Alcances**

El presente informe comprende el proceso de la migración de los servicios de telecomunicaciones de la red de terceros hacia la red propia de fibra óptica en la zona norte de la empresa transmisora eléctrica y se dejará como antecedente para futuros proyectos similares.

#### **Limitaciones**

- Problemas con el suministro de equipos por la crisis de los semiconductores.
- Coyuntura política en el Perú que impidió el acceso a algunas zonas del norte del país.
- Información limitada de la topología de la red actual suministrada por el tercero.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Antecedentes bibliográficos

a. Según Sulca (2022). En la Universidad Nacional del Callao se sustentó la tesis titulada: “AUTOMATIZACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TUMBES, MEDIANTE UN SISTEMA SCADA PARA MONITOREAR EL ENVÍO DE DATOS EN TIEMPO REAL AL CENTRO DE CONTROL DE ELECTRONOROESTE S.A.-2022” tiene como objetivo el enfoque de la automatización de una subestación eléctrica para el departamento de TUMBES, a fin de tener un monitoreo en tiempo real de los equipos de la subestación eléctrica y con esto la optimización de la supervisión del control de calidad de los equipos eléctricos encargados de las operaciones, basados en los diferentes protocolos de comunicación para reportar las señales a un sistema SCADA. La implementación de este proyecto se realizó principalmente con el protocolo de comunicación IEC 61850 para la supervisión de las diferentes magnitudes eléctricas como fueron los voltajes, corrientes, potencias, posiciones de los equipos de patio y la creación de registros históricos de todas las señales. La tesis concluye que la implementación de un sistema automatizado produjo una reducción en los costos de operación debido a la reducción de personal para atender las fallas y la solución de las mismas como la disponibilidad de la información en tiempo real, es la parte más importante de un sistema de potencia, ya que permite optimizar los tiempos de adquisición de datos para el análisis de los problemas.

Comentarios: La tesis aporta en la implementación de un sistema SCADA automatizado con el protocolo de comunicación IEC 61850; el mismo sistema se tiene en las subestaciones eléctricas que se plantea migrar hacia la red propia de fibra óptica de la empresa transmisora eléctrica, lo que

nos facilita comprender el protocolo de comunicación para el envío de señales a través de los multiplexores.

b. Según Lopez (2020). En la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa se sustentó la tesis titulada: “DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIÓN ENTRE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE PUERTO BRAVO DISTRITO DE MOLLENDO Y LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE SAN JOSE DISTRITO DE LA JOYA EN EL DEPARTAMENTO DE AREQUIPA” tiene como objetivo el diseño de una red de comunicación confiable, de calidad y económicamente factible, que permita compartir información en tiempo real de los sistemas de control SCADA y telefonía PBX. Y otras aplicaciones futuras que se requiera implementar en las centrales por medio de la red de comunicación. Dado que en la actualidad se tiene la necesidad de interconectar los centros de control de las centrales de generación eléctrica y/o las subestaciones eléctricas, con finalidad de brindar un servicio energía de manera óptima y cumplir las normas técnicas de intercambio de información en tiempo real que exige las centrales que están interconectadas al sistema eléctrico interconectado nacional (SEIN). Se requiere de una red de comunicación entre la central termoeléctrica de puerto bravo y la subestación eléctrica de San José, para mantener una comunicación confiable, de buena calidad y de forma permanente, y más que cumpla con los estándares técnicos de comunicación entre centrales y/o subestaciones eléctricas. También las aplicaciones que se desarrollaran gracias al diseño de esta red de comunicación como automatizar y controlar a distancia dichas centrales eléctricas, propone diseñar una red de comunicación por fibra óptica, que es el medio de transmisión más confiable si hablamos de tecnologías de transmisión en la actualidad, y el que cuenta con unas amplias prestaciones técnicas para necesidades actuales y futuras. La tesis concluye que el enlace de comunicación será altamente



confiable, ya que la tecnología de fibra óptica es inmune a interferencias electromagnéticas (EMI) y de radio frecuencia (RFI), también la atenuación de la señal a transmitir es mínima, también indica que el enlace de comunicaciones cubrirá los requerimientos iniciales para los servicios de Sistema de Control SCADA y Telefonía Privada PBX . Podrá también cubrir futuros servicios que se requieran, gracias al tendido de fibras adicionales en la Red.

Comentarios: La tesis aporta en la implementación de una red de comunicaciones a través de fibra óptica entre dos puntos (Central Hidroeléctrica-Subestación Eléctrica), similar a la red que vamos a plantear más adelante, pero con la diferencia que en la red de la empresa transmisora eléctrica son 16 Subestaciones eléctricas que tienen que reportar a los centros de controles.

c. Según Pozo (2019). En la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur se sustentó el trabajo de suficiencia profesional: “DISEÑO DEL ENLACE ENTRE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA MOLLEPATA A LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA EN LA REGIÓN AYACUCHO, 2019” tiene como objetivo el diseño del enlace entre la subestación eléctrica Mollepata a la subestación eléctrica San Francisco mediante el cable de fibra óptica en la región Ayacucho y para el diseño del enlace óptico se requiere el análisis de un estudio de campo detallado mediante una georreferenciación de las infraestructuras de la red existente, la selección de la ruta óptima, el cable de fibra óptica a utilizar según su aplicación de instalación y componentes requeridos para el soporte en torres de alta tensión. La tesis concluye que el enlace de comunicación será altamente confiable y continúa debido a la fibra óptica por ser inmune a interferencias electromagnéticas en torres de líneas de alta tensión.

Comentarios: El informe de suficiencia profesional aporta en la implementación de un enlace de comunicaciones a través de fibra óptica, el cual nos permite identificar la confiabilidad del medio

de transmisión para este tipo de infraestructuras ya que la fibra óptica es inmune a las interferencias electromagnéticas.

d. Según Coloma (2023). En la Escuela de Posgrado Newman se sustentó el trabajo de investigación: “Propuesta de un diseño de una red de datos por medio de enlaces de fibra óptica para el mejoramiento de las comunicaciones de las subestaciones del Sistema Eléctrico Duran de la empresa distribuidora CNEL EP GUAYAS LOS RIOS, Ecuador 2022” tiene como objetivo realizar un diagnóstico situacional acerca de los sistemas de comunicación implementados en las subestaciones eléctricas del sistema Durán y establecer una estimación de costos de recursos a emplear en la instalación de los enlaces de la fibra óptica en las subestaciones del cantón Durán mediante el análisis económico. La tesis concluye evidenció que el sistema de comunicación con el que cuenta actualmente la empresa eléctrica de CNEL EP es un sistema robusto, es decir, que dicho sistema contempla un manejo complejo ya que existe complicaciones en la comunicación con las subestaciones. Cabe destacar que, es importante considerar ciertas características para un enlace de comunicación óptima, esto se debe a que los casos de fallos que se den en el sistema no afecten a los usuarios ya que es fundamental contar con la disponibilidad de las redes de comunicación con la opción de un enlace redundante.

Comentarios: El trabajo de investigación aporta que el sistema de comunicación vía fibra óptica es un sistema robusto y que nos permite poder cubrir futuros servicios que se requieran en la red.

e. Según Beltrán (2018). En la Universidad Ricardo Palma se sustentó la tesis titulada: “DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES QUE INCLUYE EL ESTÁNDAR IEEE C37.94 ENTRE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS SAN GABÁN Y AZÁNGARO, 2018”

tiene como objetivo realizar un sistema de comunicaciones adecuado que permita la implementación y el soporte de protocolos específicos para su correcto desempeño. Estos sistemas de protecciones están conformados por la interacción de relés que desempeñan la función de protección diferencial de línea, además de cumplir con otras funciones de protección, como las de distancia, de transformadores, de barras, y algunas otras funciones complementarias. En esta tesis se realizaron los cálculos necesarios el sistema de comunicaciones entre ambas subestaciones eléctricas, considerando las especificaciones técnicas necesarias para implementar un protocolo de comunicaciones basado en el estándar IEEE C37.94 a través de la multiplexación de señal de comunicación de los relés, que permitirían soportar la protección diferencial de línea. Para ello se realizaron cálculos de longitudes de fibra óptica monomodo, niveles de pérdida del medio de comunicación, márgenes de reserva de atenuación y consideraciones para balancear y compensar dichas pérdidas por atenuación. La tesis concluye que el canal de comunicaciones tiene todas las condiciones establecidas por el estándar IEEE C37.94., por lo tanto, se puede implementar cualquier sistema de protección diferencial de línea, sin que estos tengan problema alguno para comunicarse a través del medio diseñado y también se indica que este diseño no solo puede servir para establecer un sistema de comunicaciones para sistemas de protecciones diferenciales de líneas eléctricas, sino también, para establecer las comunicaciones de cualquier otro tipo de estándar y sistemas de protección, monitoreo, control, supervisión u otras necesidades

Comentarios: La tesis aporta conocer más sobre el protocolo de comunicaciones basado en el estándar IEEE C37.94 a través de la multiplexación de las señales de comunicación de los relés, lo cual nos facilita poder realizar la migración de los protocolos a la red propia de fibra óptica de la empresa transmisora eléctrica.

## 2.2.2 Bases teóricas

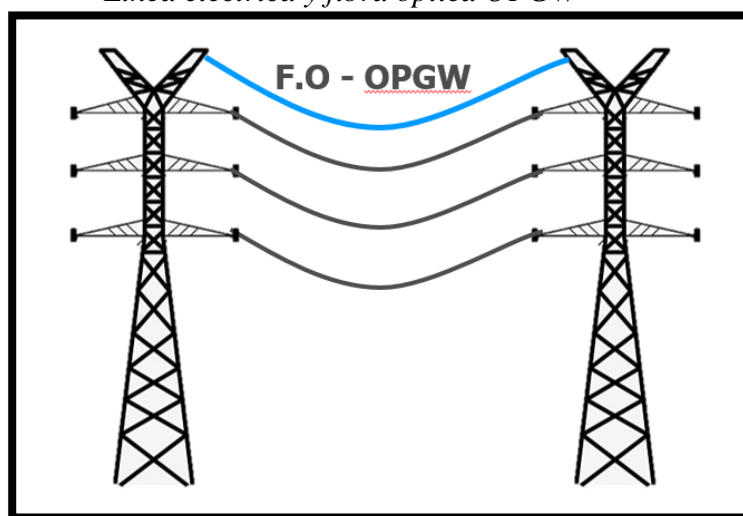
### 2.2.2.1 Infraestructura de Transmisión Eléctrica.

**a.- Líneas de Transmisión Eléctrica:** Las líneas de transmisión son los enlaces que conectan las centrales generadoras y las centrales de distribución; una red de distribución une las cargas aisladas dentro de una zona específica en las líneas de transmisión y para mejorar como optimizar el funcionamiento de una red eléctrica, es necesario realizar estudios de carga de estabilidad y cálculos de fallas (Nasimba y Díaz, 2020).

Las líneas de transmisión eléctrica trabajan con una alta tensión y con propósitos de seguridad se necesita un conductor de tendido de paralelo de cable de guarda como protección para evitar descargas eléctricas que interrumpan la operación de la línea, actualmente se tiene la fibra óptica OPGW que también cumple con esa función.

**Figura N°01:**

*Línea eléctrica y fibra óptica OPGW*

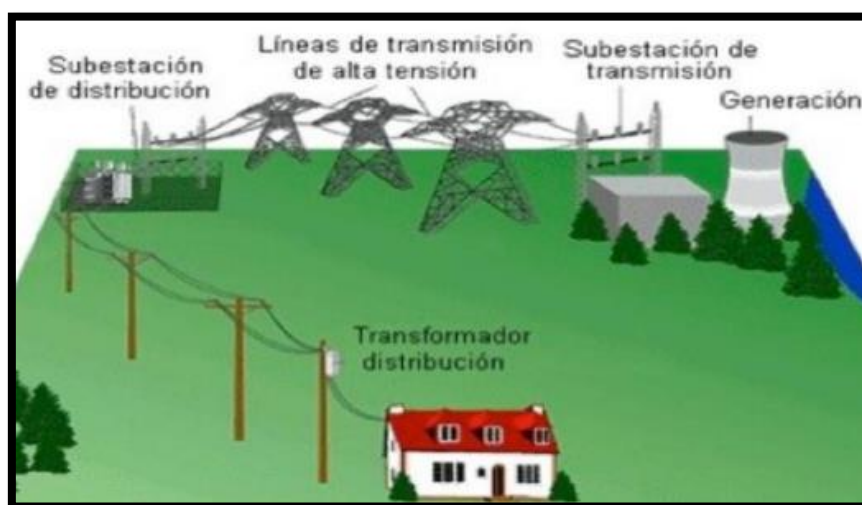


**Fuente:** *Elaboración propia*

**b.- Subestación Eléctrica:** Una Subestación Eléctrica es un conjunto de equipos utilizados para facilitar el flujo de energía en un sistema de potencia, garantizar la seguridad del sistema

mediante dispositivos automáticos de protección y redistribuir el flujo de energía a través de rutas alternativas; también es posible asociar una Subestación con una central de generación y controlar directamente el flujo de potencia al sistema, utilizar transformadores de potencia para convertir la tensión de suministro a niveles más altos o bajos, o conectar diferentes rutas de flujo al mismo nivel de tensión (Rape, 2020).

**Figura N°02:**  
*Sistema eléctrico*



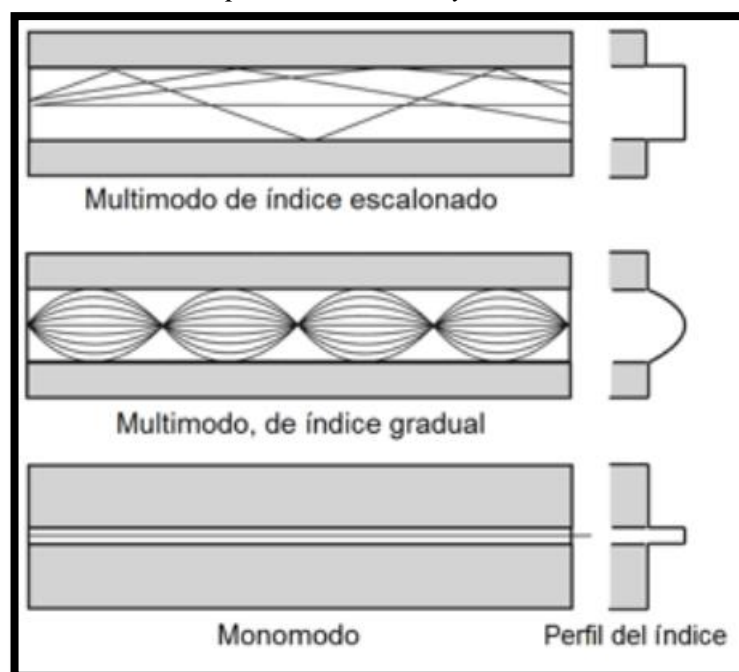
**Fuente:** *Rincón eléctrico*

**c.- Centro de Control:** Es un área destinada al monitoreo y control que converge toda la información de las diferentes subestaciones eléctricas y líneas de transmisión eléctrica para la correcta operación y mantenimiento de la red.

**d.- Fibra óptica:** La fibra óptica es un método de comunicación que transmite señales de luz a través de hilos delgados hechos de fibra de vidrio puro o plástico. La luz se guía a lo largo del centro de la fibra, conocido como núcleo, rodeado por un material óptico llamado revestimiento o cladding; la fibra también posee un recubrimiento adicional denominado buffer que la protege de la

humedad y de daños físicos, es el que quitamos al realizar la terminación o el empalme (The Fiber Optic Association, 2021).

**Figura N°03:**  
*Fibra Óptica Monomodo y Multimodo*



**Fuente:** *The Fiber Optic Association*

**e.- Fibra óptica OPGW:** Un cable de guarda con fibra óptica también conocido como cable OPGW es un tipo de cable que se utiliza en la construcción de líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica, el cable combina las funciones de conexión a tierra y de comunicaciones, que contiene una estructura tubular con una o más fibras ópticas en el mismo, rodeadas por capas de hilos aluminio y acero (SectorElectricidad, 2014).

El cable OPGW se instala entre la parte superior de las estructuras de alta tensión y la parte conductora del cable, lo cual sirve para unir las puestas a tierra de las estructuras adyacentes, protegiendo a las estructuras de las descargas atmosféricas. Las fibras ópticas dentro del cable se

utilizan para la transmisión de datos a alta velocidad, ya sea para uso propio del sistema eléctrico de protección y control de la línea de transmisión, para la comunicación de voz y datos. La fibra óptica en sí está aislada del resto del conductor aéreo de la línea de transmisión eléctrica, por lo que protege las señales que transmite contra la inducción producida por una descarga atmosférica y el ruido externo.

**Figura N°04:**  
*Fibra Óptica OPGW*



**Fuente:** *Sectorelectricidad*

**f.- Mufa:** Es un producto que tiene como función proteger las fibras, las uniones y los dispositivos ópticos que facilita la organización de los empalmes y almacenamientos de la fibra, tiene un diseño de cierre que evita el ingreso de la humedad y aire al interior.

En el sector eléctrico se le conoce como “caja de empalme” y tienen que cumplir con ciertas características por estar expuesto a climas muy adversos.

**Figura N°05:**  
*Caja de Empalme de fibra óptica OPGW*



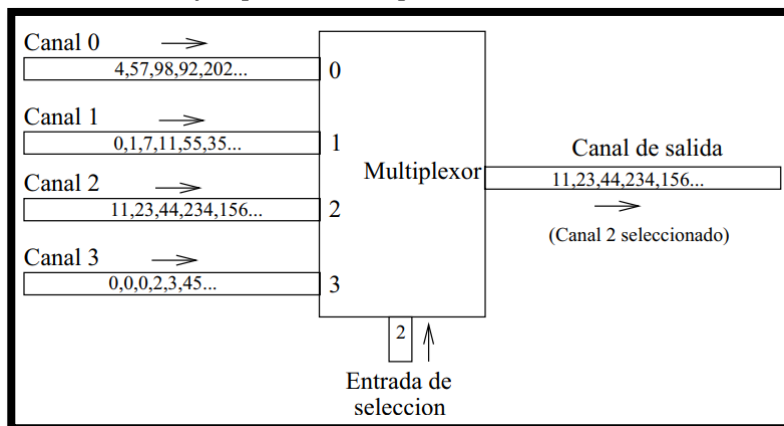
**Fuente:** *PLP Brasil*

### 2.2.2.2 Servicios y conceptos de Telecomunicaciones en una red de energía eléctrica.

**a.- Multiplexor:** Es un circuito combinacional en el que puede tener muchos canales de datos y si realizamos una selección de alguno de ellos podemos hacer que aparezca en la salida, en conclusión, es un circuito nos permite seleccionar la información acorde a la necesidad de la solución.

La multiplexación por división de tiempo (MDT), es el tipo de multiplexación más utilizado en la actualidad, especialmente en los sistemas de transmisión digitales. En ella, el ancho de banda total del medio de transmisión es asignado a cada canal durante una pequeña parte del tiempo.

**Figura N°06:**  
*Ejemplo de Multiplexor*



**Fuente:** *Circuitos MSI*



**b.- Router:** Un router es un dispositivo de hardware que permite la interconexión de ordenadores en red y opera en capa tres, así permite que varias redes u ordenadores se conecten entre sí y, por ejemplo, compartan una misma conexión de Internet; un típico enrutador funciona en un plano de control en el que el aparato obtiene información acerca de la salida más efectiva para un paquete específico de datos y en un plano de reenvío el dispositivo se encarga de enviar el paquete de datos recibidos a otra interfaz (Bembibre, 2009).

**c.- Esquema de Teleprotección:** Los esquemas de teleprotección sirven para lograr una desconexión selectiva y sin retardo para cualquier falla en el 100% del tramo de la línea mediante la Protección de Distancia (ANSI 21), estos esquemas son necesarios porque la configuración temporizada e independiente de las zonas de distancia normales de cada relé impide el despeje de las fallas selectiva e instantáneamente si no se usa teleprotección (Chinchilla, 2021). La teleprotección consiste en que el equipo de protección elabora intercambios de información con el extremo opuesto mediante vías de comunicación convencionales con relés de transmisión y recepción, o mediante una conexión de comunicación digital. Los sistemas de telecomunicaciones utilizados pueden ser hilo piloto, onda portadora por línea de potencia (PLC: *Power Line Carrier*), microondas o fibra óptica, siendo esta la más fiable para enviar señales de disparo ante cualquier condición del sistema, por ser el medio menos perturbado por cambios en el sistema, además, es preferible por el empleo de OPGW (del inglés: *Optical Ground Wire*, fibra óptica concéntrica en el cable de guarda) para múltiples usos y servicios, por lo que su empleo para señales de protección tiene un costo marginal. Generalmente, la señal de telecomunicación no dispara el interruptor sin el criterio de la protección del extremo receptor, excepto en el caso de transferencia de disparo directo. En consecuencia, las señales falsas

que son enviadas durante condiciones normales no tendrán ninguna influencia en la seguridad del sistema.

**d.- Protección Diferencial de Línea (87L):** Se basa en la comparación de la corriente que entra por la línea de transmisión y la que sale para el equipo; si se considera idealmente un punto de intersección, la suma de todas las corrientes entrantes tiene que ser igual a la suma de las corrientes salientes y la zona de protección es entre los trafos de intensidad (Fernandez, 2018). Las intensidades medidas en un extremo de la línea son enviadas por comunicaciones al relé de la subestación del otro extremo y viceversa, para que ambas protecciones puedan actuar y ambos relés deben de ser idénticos. Si la longitud de la línea es pequeña, esta comunicación se puede hacer a través de fibra óptica. Para longitudes de línea mayores es necesario un equipo multiplexor de comunicaciones de la subestación.

**e.- SDH:** Synchronous Digital Hierarchy es un conjunto de niveles de estructura de señales digitales estandarizados que se pueden utilizar para la transmisión de información síncrona, multiplexación, adición, eliminación y conexión cruzada; puede ser transmitida en señales síncronas en medios de transmisión como fibra óptica, microondas, etc (HTF Zoey, 2020). El equipo de transmisión óptica SDH puede realizar muchas funciones, como la gestión eficaz de la red, la supervisión empresarial en tiempo real, el mantenimiento dinámico de la red, el interfuncionamiento entre diferentes fabricantes de equipos y puede mejorar en gran medida la tasa de utilización de los recursos de la red, reducir los costos de administración y mantenimiento, también se puede realizar una operación y mantenimiento de red flexible, confiable y eficiente.

El nivel de velocidad de la señal SDH se expresa como STM-N, donde n es un número entero positivo. En la actualidad, SDH solo puede soportar un cierto valor n, es decir, n solo puede ser 1, 4, 16 y 64. La señal del módulo más básica e importante es STM-1, con una tasa de 155.520mbit / s. La señal STM-N de nivel superior se obtiene insertando la señal STM-1 del módulo básico entre bytes. La tasa del nivel STM-4 es 622.080mbit / s, el nivel STM-16 es 2488.320mbit / s, STM-64 La tasa del nivel es 9953.280mbit / s.

**Tabla N°1:**  
*Nivel de Trama SDH*

<b>Nivel de trama SDH</b>	<b>Ancho de banda de carga (Kbit /s)</b>	<b>Tasa de transmisión (Kbit /s)</b>
<b>STM-0</b>	50112	51,840
<b>STM-1</b>	150336	155,520
<b>STM-4</b>	601344	622,080
<b>STM-16</b>	2405376	2,488,320
<b>STM-64</b>	9621504	9,953,280
<b>STM-256</b>	38486016	39,813,120

**Fuente:** *HTF Zoey*

El sistema de transmisión SDH en el mundo tiene una estructura de trama unificada, velocidad estándar de transmisión digital e interfaz óptica estándar, lo que hace que el sistema de gestión de red funcione entre sí. Por tanto, tiene una buena compatibilidad horizontal. Puede ser totalmente compatible con el PDH existente y puede adaptarse a todo tipo de nuevas señales comerciales. Forma un estándar de sistema de transmisión digital unificado global y mejora la confiabilidad de la red.

El período de trama de SDH es constante, lo que hace que la velocidad de la señal STM-N sea regular. Por ejemplo, STM-16 es igual a 4 veces STM-4 y 16 veces STM-1. Sin embargo, la tasa de señal E2 en PDH es igual a 4 veces la tasa de señal E1. Por lo tanto, SDH simplifica la tecnología de multiplexación y división y es conveniente para arriba y abajo de la carretera, especialmente adecuado para transmisión de gran capacidad.”

**f.- Contenedor Virtual (VC-N):** El contenedor virtual (VC, virtual container) es un contenedor al cual se le ha agregado su cabecera de ruta y puede transmitirse en una trama STM o bien, depositarse en un VC mayor, el cual se transporta luego directamente en la STM (Vargas, 2011). Un Contenedor Virtual pueden ser clasificados de acuerdo a la transmisión en: de orden superior (HO: Higher Order), y VC de orden inferior (LO: Lower Order). LO son los que se transmiten en contenedores ‘más grandes’, tales como los VC11, VC12, VC2. El VC3 también es un LOVC cuando es transmitido en un VC4. Los HO son aquellos que se transmiten directamente en la trama STM-1, por ejemplo, el VC4, cuando el VC3 se transmite directamente en la trama STM-1 también es denominado de Orden Superior.

**Tabla N° 2:**  
*Tipos de VC y su ancho de banda.*

<b>VC tipo</b>	<b>VC Ancho de Banda(kbit/s)</b>	<b>VC Carga Útil (kbit/s)</b>
<b>VC-11</b>	1.664	1.600
<b>VC-12</b>	2.240	2.176
<b>VC-2</b>	6.848	6.784
<b>VC-3</b>	48.960	48.384
<b>VC-4</b>	150.336	149.760

**Fuente:** *Elaboración propia*

### 2.2.3 Definición de términos básicos

- **Banda ancha:** Acceso de alta capacidad que permite ofrecer diversos servicios convergentes a través de infraestructura de red fiable, con independencia de las tecnologías empleadas y cuyos parámetros serán actualizados por el Instituto periódicamente.
- **Calidad:** Totalidad de las características de un servicio de telecomunicaciones y radiodifusión que determinan su capacidad para satisfacer las necesidades explícitas e

implícitas del usuario del servicio y cuyos parámetros serán definidos y actualizados regularmente por el Instituto.

- **C37.94:** Es la norma que establece los parámetros físicos (capa 1) para la transmisión en baja velocidad, nx64 de 1 hasta 12, de los mensajes de telecontrol. Sobre esa capa física es posible efectuar la transmisión de cualquier protocolo, la conexión es vía fibra óptica multimodo.
- **Desagregación:** Es la separación de elementos (físicos y/o lógicos), funciones o servicios de una red de telecomunicaciones, con el objeto de darles un tratamiento específico y cuyo costo puede determinarse por separado.
- **Diseño:** Proceso de definición de la arquitectura, componentes, interfaces y otras características de un sistema o de un componente.
- **G703:** Es un estándar de la UIT-T que define las características físicas y eléctricas de la interfaz para transmitir voz o datos sobre canales digitales tales como los E1 (hasta 2048 Kbit/s) o T1 (equivalente US de 1544 Kbit/s).<sup>1</sup> Las interfaces G.703 son utilizadas, por ejemplo, para la interconexión de routers y multiplexores. G.703 también especifica E0 (64 kbit / s).
- **Implementación:** Proceso de transformación de un diseño en componentes de hardware, software o de ambos.
- **Interconexión:** Es la vinculación de recursos físicos y soportes lógicos, incluidas las instalaciones esenciales necesarias, para permitir el Inter funcionamiento de las redes y la interoperabilidad de servicios de telecomunicaciones.
- **MPLS:** Siglas de Multiprotocol Label Switching (conmutación de etiquetas multiprotocolo), una técnica que unifica la transferencia de diferentes tipos de datos a través de una misma red,

para superar las limitaciones de velocidad y mejorar el flujo de trabajo de Internet.

- **Plan de proyecto:** Documento que describe el enfoque técnico y de gestión que seguirá un proyecto. Generalmente, el plan describe el trabajo a realizar, los recursos necesarios, los métodos a utilizar, los procesos a seguir, los programas a cumplir y la forma en la que se organiza el proyecto.
- **SFP:** El módulo SFP permite la transmisión por fibra óptica entre dispositivos de red como conmutadores, enrutadores, tarjetas de servidor o convertidores de medios. El módulo SFP (también conocido como: transceptor SFP o Mini-GBIC) es un módulo óptico que convierte la señal óptica en eléctrica y viceversa
- **Switch:** Es un dispositivo de interconexión de redes informáticas. En computación y en informática de redes, un switch es el dispositivo analógico que permite interconectar redes operando en la capa 2 o de nivel de enlace de datos del modelo OSI.
- **Topología:** Se puede definir como el mapa de las interconexiones entre numerosos nodos y dispositivos dispuestos física y / o lógicamente entre ellos.
- **Tráfico:** Datos, escritos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que circulan por una red de telecomunicaciones.
- **Tecnologías:** Conjunto de instrumentos, recursos técnicos o procedimientos empleados en un determinado campo o sector.
- **Verificación.** Confirmación mediante examen ya portación de pruebas objetivas de que se cumplen los requisitos específicos.

## 2.3 Propuesta de Solución

### 2.3.1 Metodología de Solución

En el presente informe se detallará las actividades y los pasos que se deberán realizar para cumplir con el objetivo principal y los objetivos secundarios:

- a. Realizas las visitas técnicas a las subestaciones eléctricas de la zona Norte que debe contemplar lo siguiente:
  - Mediciones reflectométricas de la fibra óptica.
  - Espacio físico y puntos de energía para nuevos equipos.
  - Metrados de cables para la migración de los servicios.
- b. Ingeniería de la nueva Red de transporte de comunicaciones de la zona Norte.
- c. Cronograma del proyecto.
- d. Gestión de Compra de los nuevos equipos a implementar en la red.
- e. Instalación de equipamiento.
- f. Migración de Servicios de fibra óptica de terceros a propia.
- g. Gestión y Control de los equipos multiplexores en la zona norte del país.

### 2.3.2 Desarrollo de la Solución

a. **Visitas Técnicas a las subestaciones eléctricas de la Zona Norte:**

Se realizó la visita técnica a quince (15) subestaciones eléctricas y a una (01) estación regeneradora de fibra óptica, como se detalla en el siguiente cuadro:

**Tabla N°3:**  
*Subestaciones Eléctrica Zona Norte*

<b>N°</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>Tipo</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Departamento</b>
<b>1</b>	Pariñas	Subestación	-4.556483	-81.182124	Piura
<b>2</b>	La Niña	Subestación	-5.935556	-80.530272	Piura
<b>3</b>	La Brea	Subestación	-4.589856	-81.276214	Piura
<b>4</b>	Vizcarra	Subestación	-9.8942	-76.933339	Ancash
<b>5</b>	Reque	Subestación	-6.87154	-79.800161	Lambayeque
<b>6</b>	Trujillo Nueva	Subestación	-8.096633	-78.992242	La Libertad
<b>7</b>	Chimbote Nueva	Subestación	-8.929264	-78.495856	Ancash
<b>8</b>	Zorritos	Subestación	-3.645559	-80.603616	Tumbes
<b>9</b>	Talara	Subestación	-4.537382	-81.265442	Piura
<b>10</b>	Piura	Subestación	-5.168198	-80.698319	Piura
<b>11</b>	Chiclayo	Subestación	-6.781278	-79.868917	Lambayeque
<b>12</b>	Guadalupe	Subestación	-7.306143	-79.458369	La Libertad
<b>13</b>	Trujillo Norte	Subestación	-8.046889	-79.056677	La Libertad
<b>14</b>	Chimbote1	Subestación	-9.011644	-78.557354	Ancash
<b>15</b>	Paramonga	Subestación	-10.679919	-77.742475	Lima
<b>16</b>	Pampas San Pedro	Repetidor	-6.900219	-79.471016	Lambayeque

**Fuente:** *Elaboración propia.*

Donde se realizó mediciones reflectrométricas en la banda 1310 nm, en esta banda trabajan los equipos multiplexores, teniendo como resultados de las mediciones lo siguiente:



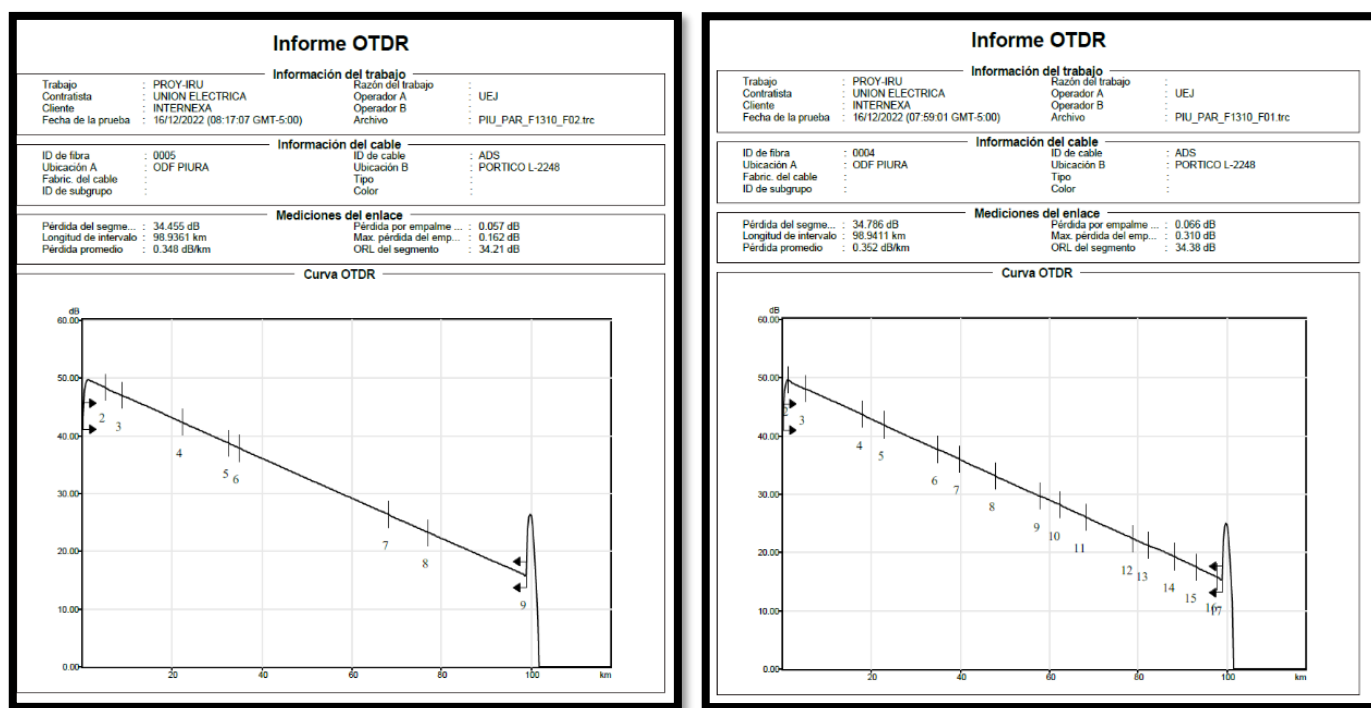
**Tabla N°4:**  
*Enlaces de Fibra óptica de la Zona Norte*

N°	SITIO A	SITIO B	L.ÓPTICA (km)	Pérdida (db)
1	Zorritos	Talara	136.80	27.36
2	Talara	Pariñas	11.50	2.3
3	Pariñas	Piura	98.70	34.786
4	Piura	La Niña	92.90	18.58
5	La Niña	Chiclayo	126.40	25.28
6	Chiclayo	Reque	14.80	2.96
7	Reque	Guadalupe	74.60	14.92
8	Guadalupe	Trujillo	106.30	21.26
9	Trujillo	Chimbote	136.80	27.36
10	Chimbote	Paramonga	226.20	45.24
11	La Brea	Pariñas	14.42	2.884
12	Talara	Piura	103.80	20.76
13	La Niña	Pam. San Pedro	185.30	37.06
14	Pam. San Pedro	Trujillo Nueva	151.40	30.28
15	Trujillo Norte	Trujillo Nueva	4.12	0.824
16	Chimbote Nueva	Paramonga	227.80	45.56
17	Paramonga	Vizcarra	149.13	29.826

**Fuente:** *Elaboración propia.*

En las siguientes graficas podemos observar las mediciones reflectométricas del enlace Pariñas – Piura, teniendo como pérdida total promedio 34.7 db en la banda 1310 nm.

**Figura N°07:**  
**Medición con OTDR de 02 hilos en Pariñas – Piura**



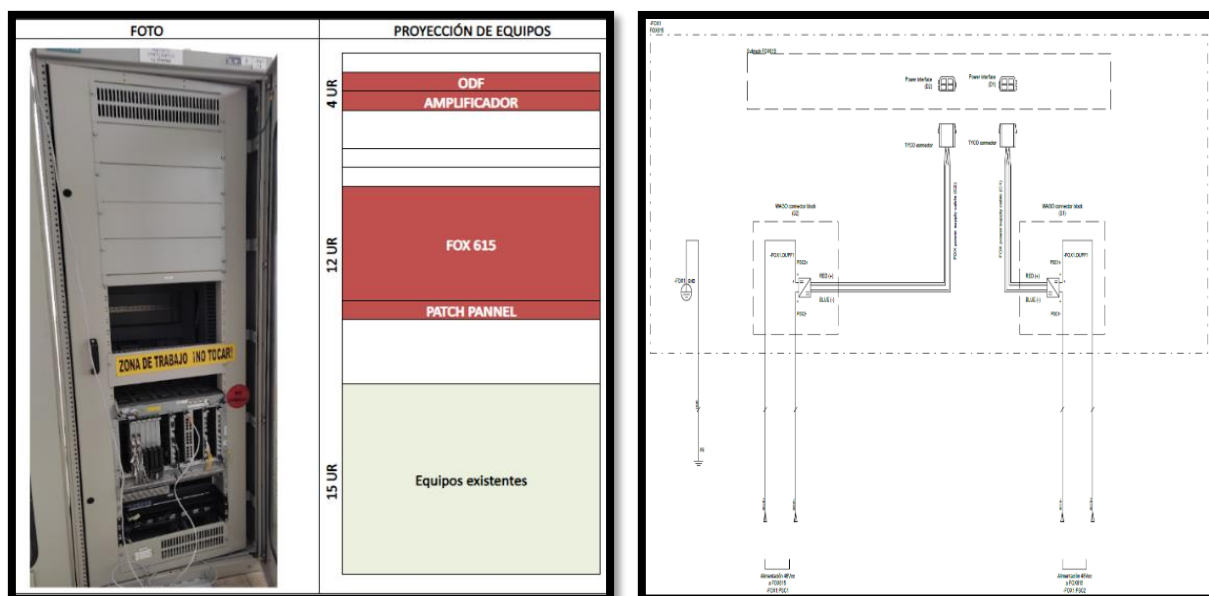
**Fuente:** *Elaboración propia*

Dentro de las visitas técnicas realizadas a las quince (15) subestaciones eléctricas y a una (01) estación regeneradora de fibra óptica, se ubicó espacio físico para el equipamiento a instalar, teniendo las siguientes consideraciones de unidades de rack:

- Multiplexor: 10 UR
- Patch Pannel: 2 UR
- Amplificador: 2 UR
- ODF : 2 UR

También se tuvo en cuenta los puntos de energía en DC (48 V) y sobre la existencia de equipamiento que se podría utilizar para la red de transporte.

**Figura N°08:**  
*Espacio en Gabinete y puntos de energía para equipamiento*



**Fuente:** *Elaboración propia*

En las visitas realizadas se encontraron equipos multiplexores XMC25 y FOX615 ya instalados que servirán para soportar la nueva red de transporte, en las demás subestaciones o dependiendo de la importancia de la subestación se tendrá que comprar nuevos equipos, la distribución sería la siguiente:

**Tabla N°5:**  
*Equipos Multiplexores Zona Norte*

N°	NOMBRE	Tipo	Multiplexor	Modelo	Comentarios
1	Pariñas	Subestación	Existente	XMC25	Existe 02 Equipos.
2	La Niña	Subestación	Existente	XMC25/FOX615	Existe 02 Equipos.
3	La Brea	Subestación	Existente	XMC25	Existe 02 Equipos.
4	Vizcarra	Subestación	Existente	FOX615	Existe 01 Equipo.
5	Reque	Subestación	-	-	<b>Comprar 01 Equipo.</b>
6	Trujillo Nueva	Subestación	Existente	XMC25	Existe 01 Equipo.
7	Chimbote Nueva	Subestación	Existente	XMC25	Existe 01 Equipo.
8	Zorritos	Subestación	-	-	<b>Comprar 01 Equipo.</b>
9	Talara	Subestación	Existente	FOX615	<b>Comprar 01 Equipo.</b>
10	Piura	Subestación	Existente	XMC25/FOX615	Existe 02 Equipos.
11	Chiclayo	Subestación	Existente	FOX615	Existe 01 Equipo.
12	Guadalupe	Subestación	-	-	<b>Comprar 01 Equipo.</b>
13	Trujillo Norte	Subestación	Existente	XMC25	Existe 01 Equipo.
14	Chimbote I	Subestación	Existente	XMC25	Existe 01 Equipo.
15	Paramonga	Subestación	Existente	XMC25	<b>Comprar 01 Equipo.</b>
16	Pampas San Pedro	Repetidor	-	-	<b>Comprar 01 Equipo.</b>

**Fuente:** *Elaboración propia.*

**b. Ingeniería de la Red de Transporte de la Zona Norte:**

Luego de realizar las visitas técnicas se tiene en consideración la compra de nuevos equipos, y se consideró para los equipos existentes comprar tarjetas y SFP, para que pueda integrarse entre sí y pueda soportar la migración de servicios, el detalle se explica a continuación:

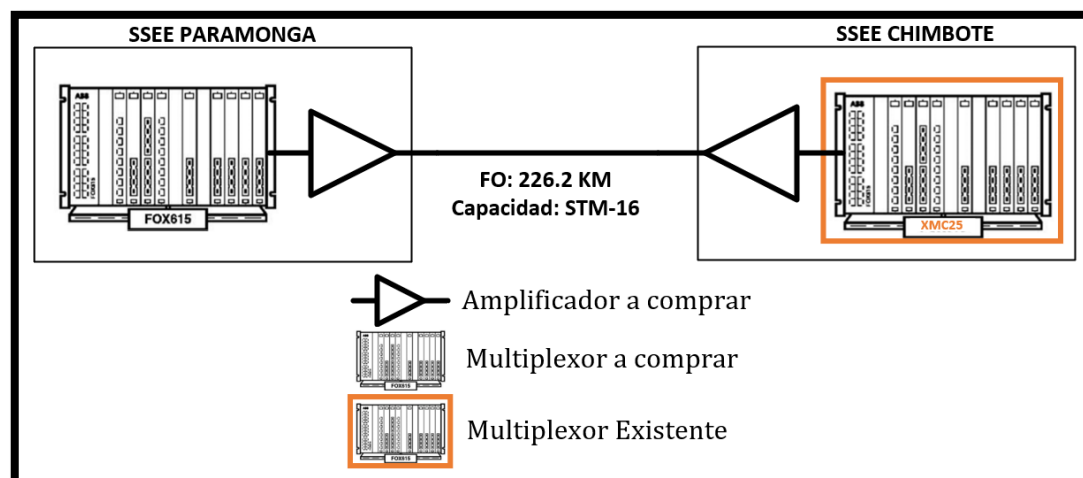
**Amplificador:** Según la tabla N°4 del presente informe se tiene los enlaces de fibra óptica y los enlaces más largos son entre Chimbote y Paramonga, teniendo como punto de convergencia de la red en estos puntos, ya que se pretende enviar todas las señales a los Centros de Control de Lima (San Juan y Planicie) por lo cual es necesario tener una gran capacidad en cualquiera de los siguientes puntos:

**Tabla N° 6:***Enlaces de FO más largo de la Zona Norte*

N°	SITIO A	SITIO B	L.ÓPTICA (km)	Pérdida (db)
1	Chimbote	Paramonga	226.20	76.908
2	Chimbote Nueva	Paramonga	227.80	77.452

**Fuente:** *Elaboración propia.*

Para que la red del Norte pueda ser soportada se ha previsto la compra de 02 amplificadores en las Subestaciones Eléctrica Chimbote y Paramonga, la capacidad que se pretende instalar y configurar es en STM-16, el diagrama sería el siguiente:

**Figura N°09:***Diagrama de amplificación entre Paramonga-Chimbote***Fuente:** *Elaboración propia.*

**Multiplexor:** Según la tabla N°5 del presente informe se ha encontrado en las visitas realizadas equipos multiplexores en las subestaciones eléctricas, de modelo XMC25 y FOX615 que en la actualidad son de la marca Hitachi (ABB). En las subestaciones donde no haya equipos multiplexores o en donde se amerita para respaldar las comunicaciones se tendrán que comprar de los modelos ya existentes en la Zona Norte para que puedan tener interoperabilidad entre subestaciones, el detalle y la cantidad sería el siguiente:

**Tabla N°7:**  
*Equipos Multiplexores a Comprar*

N°	NOMBRE	TIPO	MOTIVO	CONCLUSIÓN
1	Reque	Subestación	No existe equipo Multiplexor	Comprar 01 Equipo.
2	Zorritos	Subestación	No existe equipo Multiplexor	Comprar 01 Equipo.
3	Talara	Subestación	Se debe tener redundancia.	Comprar 01 Equipo.
4	Guadalupe	Subestación	No existe equipo Multiplexor	Comprar 01 Equipo.
5	Paramonga	Subestación	Se debe tener redundancia.	Comprar 01 Equipo.
6	Pampas San Pedro	Repetidor	No existe equipo Multiplexor	Comprar 01 Equipo.

**Fuente:** *Elaboración propia.*

**Tarjetas y SFP:** Para la migración de las telecomunicaciones de la red de terceros hacia fibra propia, se necesita considerar tarjetas para los equipos nuevos y existentes de transporte a nivel SDH que soporten hasta capacidad de STM-16, también se debe tener en cuenta tarjetas que soporten los protocolos de comunicaciones en X.21, C37.94 y G703.1 co, que sirven para la protección de las líneas tanto como para tele protección externa y protección diferencial.

Luego de realizar la revisión de los equipos existentes y la necesidad de interoperabilidad de los equipos y servicios existentes se necesita que el equipo multiplexor a comprar sea del modelo FOX615 y de la marca Hitachi (ABB), teniendo que comprar también las tarjetas para los equipos existentes como nuevos, según la tabla N°8.

**Tabla N°8:**  
*Equipos, tarjetas y SFP a comprar*

N°	S.E	EQUIPO	TIPO	CESM2	SAMO2	NUSA1	SFP STM4	SFP STM16	ETE24	ELET1	OPIC2	LECO1	LEDS1
1	ZORRITOS	NUEVO	FOX615	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
2	TALARA	NUEVO	FOX615	1	1	0	3	0	0	1	1	0	1
	TALARA CTM	EXISTENTE	FOX615	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
3	PARIÑAS1	EXISTENTE	XMC25	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0
	PARIÑAS2	EXISTENTE	XMC25	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0
4	LA BREA1	EXISTENTE	XMC25	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	LA BREA2	EXISTENTE	XMC25	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
5	PIURA CTM	EXISTENTE	FOX615	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	PIURA	EXISTENTE	XMC25	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0
6	LA NIÑA	EXISTENTE	XMC25	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
	LA NIÑA CTM	EXISTENTE	FOX615	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
7	SAN PEDRO	NUEVO	FOX615	1	1	0	2	0	0	1	0	0	0
8	CHICLAYO	EXISTENTE	FOX615	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0
9	REQUE	NUEVO	FOX615	1	1	0	0	2	0	1	2	1	0
10	GUADALUPE	NUEVO	FOX615	1	1	0	0	2	0	1	0	1	0
11	TRUJILLO NORTE	EXISTENTE	XMC25	0	0	2	0	3	1	0	0	0	0
12	TRUJILLO NUEVA	EXISTENTE	XMC25	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0
13	CHIMBOTE 1	EXISTENTE	XMC25	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0
14	CHIMBOTE NUEVA	EXISTENTE	XMC25	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0
15	PARAMONGA NUEVA 1	NUEVO	FOX615	1	2	0	0	3	0	1	0	0	1
	PARAMONGA NUEVA 2	EXISTENTE	XMC25	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
16	VIZCARRA	EXISTENTE	FOX615	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>22</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

**Fuente:** *Elaboración propia.*

Luego de realizar la revisión de los equipos existentes y la necesidad de interoperabilidad de los equipos y servicios existentes se necesita que el equipo multiplexor a comprar sea del modelo FOX615 y de la marca Hitachi (ABB), teniendo que comprar también las tarjetas para los equipos existentes como nuevos, según la tabla N°8.

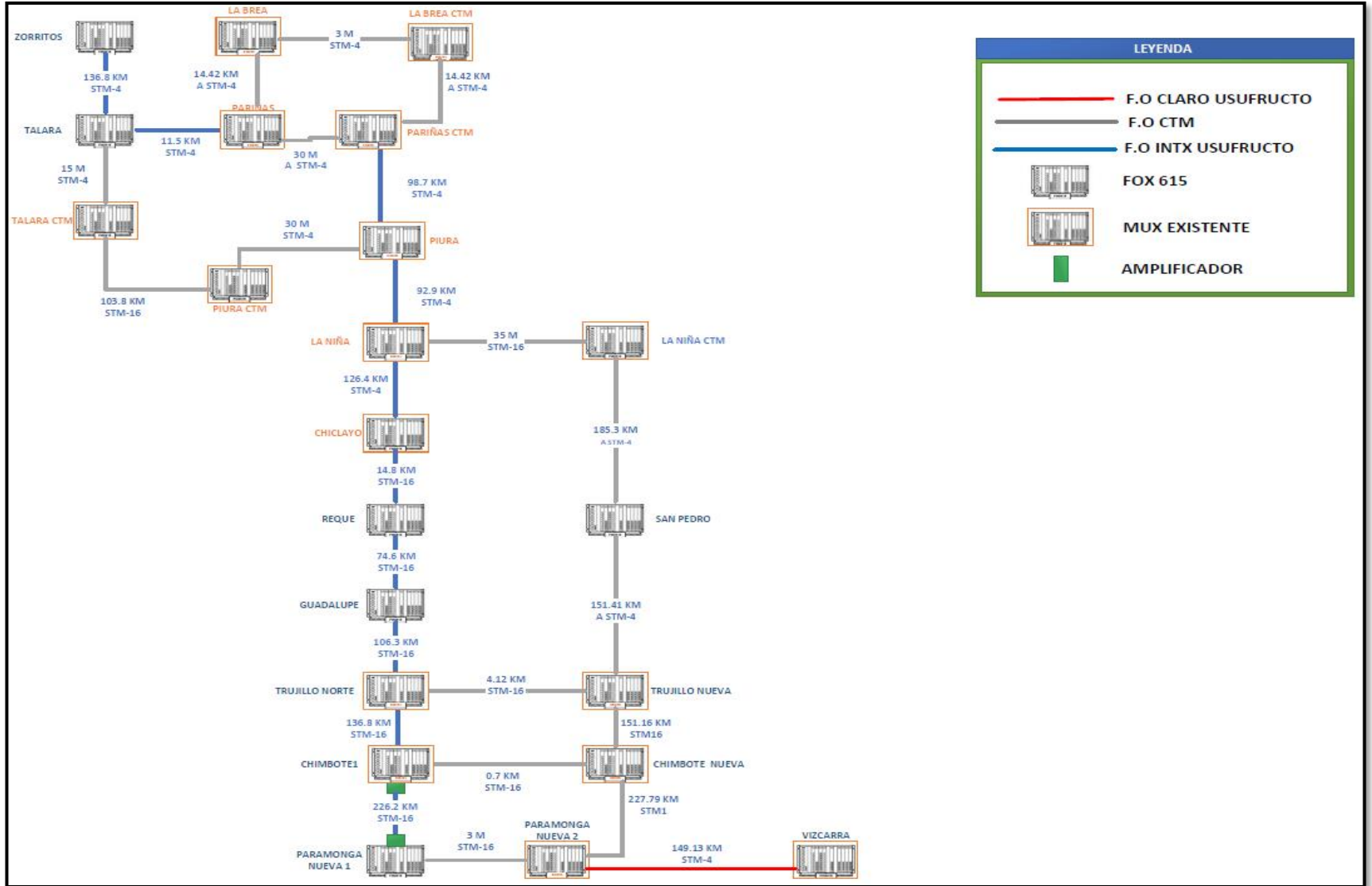
El resumen de la compra sería el siguiente:

- Multiplexor FOX615: 06
- Tarjeta CESM2: 06
- Tarjeta SAMO2: 07
- Tarjeta NUSA1: 05
- Tarjeta ETE24: 01
- Tarjeta ELET1: 06
- Tarjeta OPIC2: 08
- Tarjeta LECO1: 03
- Tarjeta LEDS1: 03
- SFP STM-4: 30
- SFP STM-16: 24

Teniendo definido lo que se necesita para implementar la nueva red de transporte por la fibra óptica propia, se plasma la ingeniería final en la figura N°10 del presente informe, teniendo en cuenta la distancia de fibra óptica, la capacidad y los multiplexores existentes y nuevos que se pretenden adquirir con el proyecto.



**Figura N°10:**  
*Topología de Multiplexores de la Red del Norte*



Fuente: *Elaboración propia.*

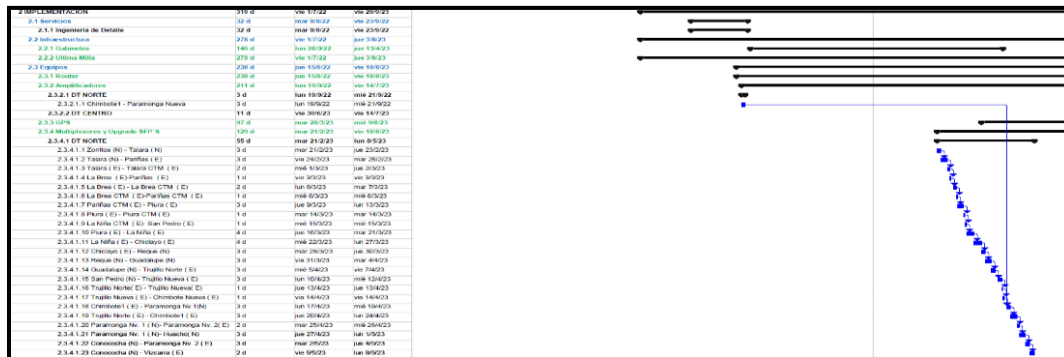
**Cronograma del Proyecto:** El proyecto al ser grande, tiene como duración un total de un (01) año y once (11) meses por el tiempo de adquisición del suministro de equipos, se realizó el cronograma con MS Project y se realiza el seguimiento y control con esta herramienta, a continuación, se indica el detalle:

**Figura N°11:**  
*Cronograma Adquisición de Servicios y Equipos*

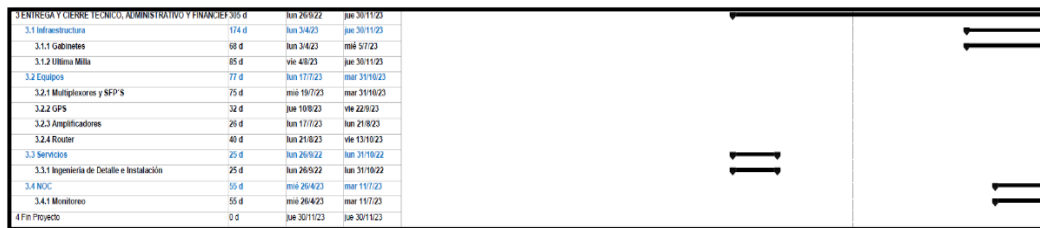


Fuente: *Elaboración propia.*

**Figura N°12:**  
*Cronograma Adquisición de Servicios*

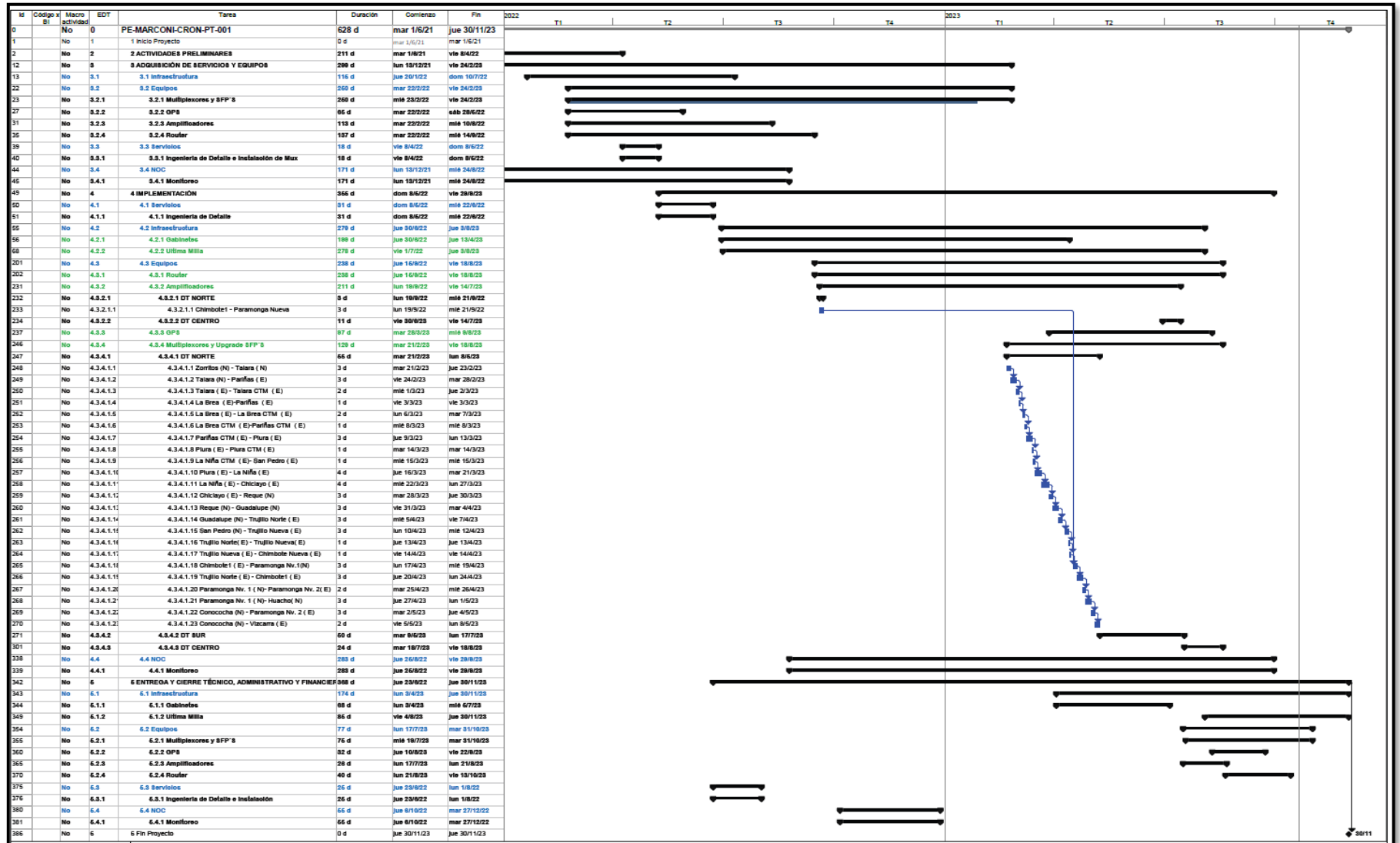


**Figura N°13:**  
*Entrega y cierre administrativo*



Fuente: *Elaboración propia.*

**Figura N°14:**  
*Cronograma General del Proyecto.*



Fuente: *Elaboración propia.*

**Gestión de Compra de los nuevos equipos a implementar en la red:** De acuerdo con la Ingeniería de la Red de Transporte de la zona norte, se tiene que realizar la compra de equipos que se detalla a continuación:

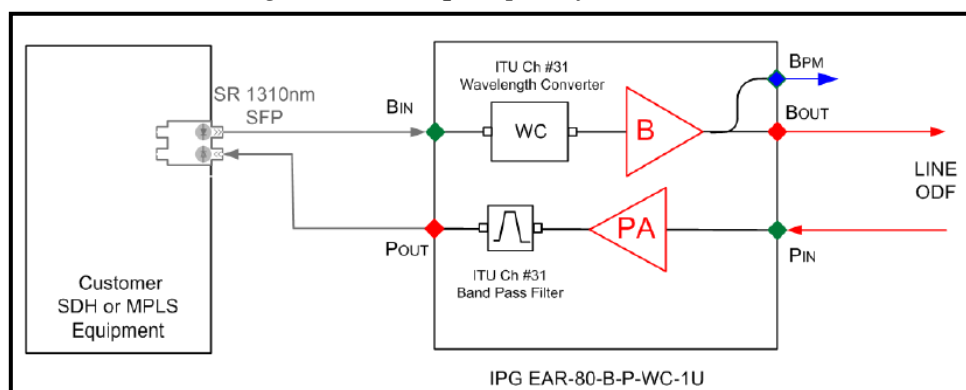
- **02 amplificadores:** Necesario para el enlace entre las subestaciones eléctricas de Paramonga-Chimbote, se revisó técnicamente como económicamente y el postor a quien se adquirió los amplificadores es IPG Photonics modelo: EAR-80-B-P-WC-1RU.

**Figura N°15:**  
*IPG Photonics modelo: EAR-80-B-P-WC-1RU.*



**Fuente:** *Elaboración propia.*

**Figura N°16:**  
*Diagrama de Bloque óptico funcional*

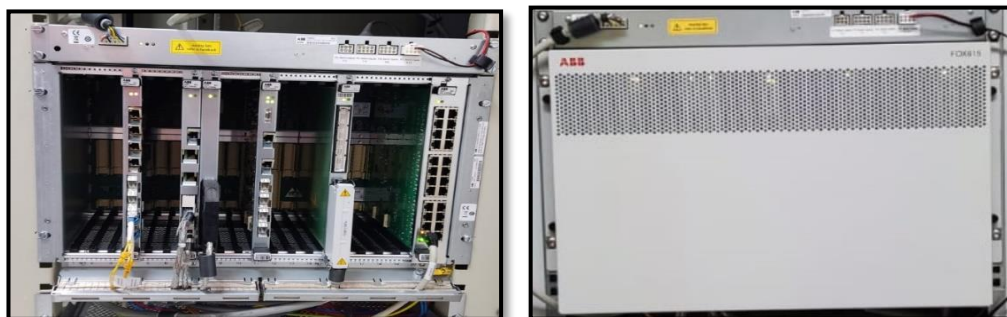


**Fuente:** *IPG Photonics*

- **06 multiplexores:** Necesario para realizar la migración de los servicios de la red de fibra de terceros a la fibra propia, el equipo debe ser interoperable con los equipos existentes, por lo que se consideró la compra de los equipos multiplexores FOX615 de Hitachi (ABB) y del gestor FOXMAN como licencias para los equipos nuevos y existentes para que puedan ser gestionados y controlados remotamente.

El equipo FOX615 un nodo de acceso multiservicio puede entregar servicios de voz (TDM o VoIP), datos TDM, Ethernet y MPLS simultáneamente y admite todas las interfaces TDM: E1, V35, X21, RS232, FXO, FXS, Teleprotección, Protección Diferencial, IEEE C37.94, G.703 Codireccional, STM-1, STM-4, STM-16 y SHDSL.

**Figura N°17:**  
*Equipo Multiplexor FOX615*



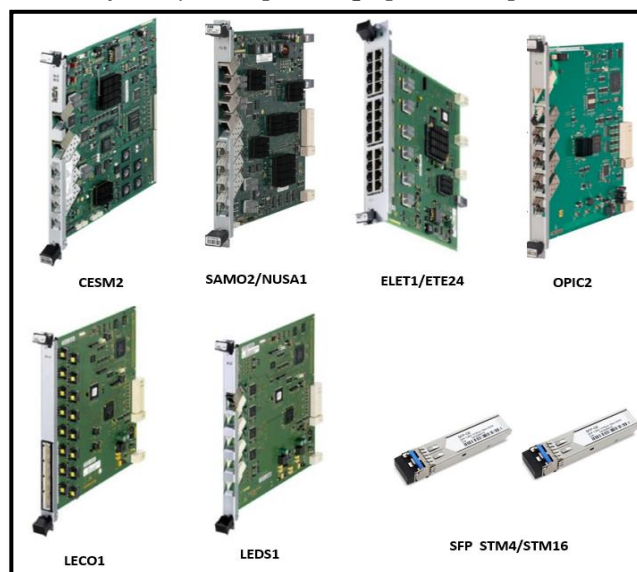
**Fuente:** *Elaboración Propia*

- **06 tarjetas CESM2:** La función de la tarjeta es de controlar el hardware, gestión del sistema de control de chasis, gestión de tráfico y enrutamiento, conmutación de paquetes, protección de links y sincronización. Cuenta con 4 puertos ópticos, 1 puerto ethernet, un puerto de sincronismo y un puerto ethernet consola.

- **07 tarjetas SAMO2:** La función de la tarjeta sirve para realizar cross conexiones a nivel SDH tanto en alto y bajo orden, cuenta con 2 puertos ópticos que soportan hasta STM-16, 2 puertos ópticos que soportan hasta STM-4 y 4 puertos ethernet para EoS.
- **05 tarjetas NUSA1:** Tiene la misma función que la tarjeta SAMO2, con la diferencia que esta tarjeta funciona en los equipos de modelo XMC25, los cuales ya existentes en algunas subestaciones eléctricas del Norte (Revisar Tabla N°08)
- **06 tarjetas ELET1:** La tarjeta funciona como switch integrado en el multiplexor, cuenta con 24 puertos ethernet eléctricos, soporta VLAN y QoS, RSTP y MSTP.
- **01 tarjeta ETE24:** Tiene la misma función que la tarjeta ELET1, con la diferencia que esta tarjeta funciona en los equipos de modelo XMC25, los cuales ya existentes en algunas subestaciones eléctricas del Norte (Revisar Tabla N°08)
- **08 tarjetas OPIC2:** Tiene 4 interfaces compatibles con IEEE C37.94 (IEC 62843) vía modulo SFP y 07 Salidas IRIG-B(6 eléctricas y 1 óptica), esta tarjeta nos servirá para teleprotecciones externas con el protocolo C37.94 y para las protecciones diferenciales de las líneas eléctricas que las comunicaciones son entre relé a relé.
- **03 tarjetas LECO1:** Tiene la interfaz de 8x E0 (Codireccional) que soporta el protocolo G703.1 co., esta tarjeta nos servirá para las teleprotecciones externas de las líneas eléctricas.
- **03 tarjetas LEDS1:** Tiene las interfaces que soportan V.24/V.28(DB-25), V.35(M-25), V11/X.24(DB15), RS-485 y ethernet 10/100 Base T, esta tarjeta nos servirá para las teleprotecciones externas que su comunicación es con conector DB-15.

- **54 SFP:** Estos transceptores SFP ópticos nos servirán para las conexiones entre multiplexores que dependerá de la capacidad que queramos configurar en cada enlace, ya sea en STM-4 o STM-16.

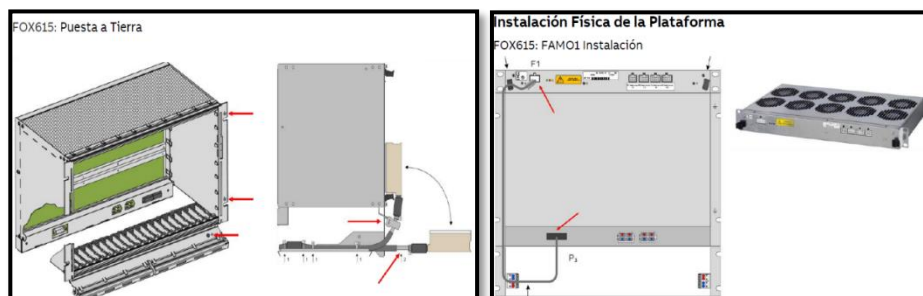
**Figura N°18:**  
*Tarjetas y SFP para equipos Multiplexores*



**Fuente:** *Elaboración Propia*

**Instalación de equipamiento:** De acuerdo con la ingeniería realizada se tiene que instalar 06 equipos en las subestaciones eléctricas indicadas en la tabla N°07, teniendo en consideración las recomendaciones y manuales del fabricante.

**Figura N°19:**  
*Instalación Física del FOX615*



**Fuente:** Hitachi (ABB)

Finalmente se instaló los multiplexores, se insertó las tarjetas compradas y se interconectó entre sí a través de los enlaces de fibra óptica propia, a continuación, se muestra algunas de las fotografías de las instalaciones realizadas en las subestaciones eléctricas:

- ODF a utilizar para la interconexión entre subestaciones eléctricas.

**Figura N°20:**  
*ODF en las subestaciones eléctricas*

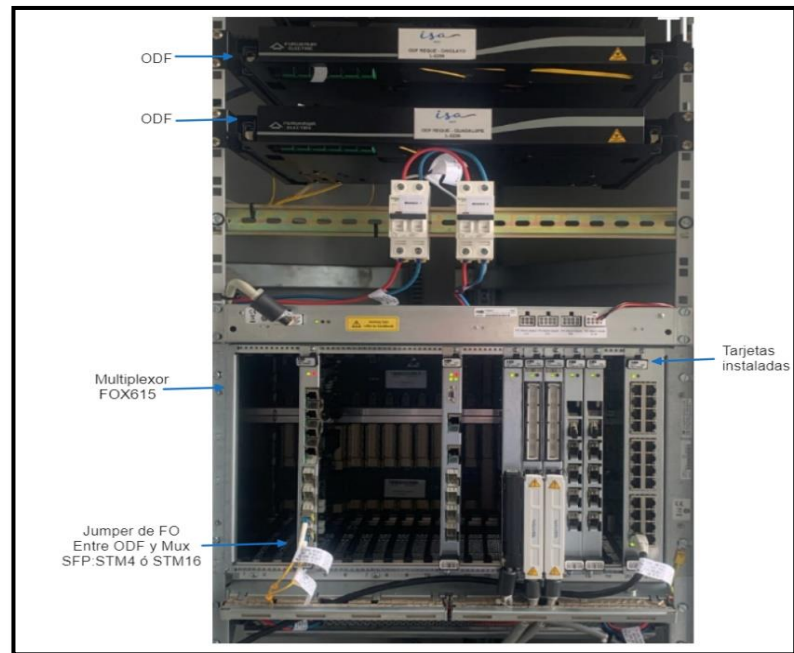


**Fuente:** Elaboración propia

- Interconexión de Fibra óptica entre ODF y Multiplexor FOX615



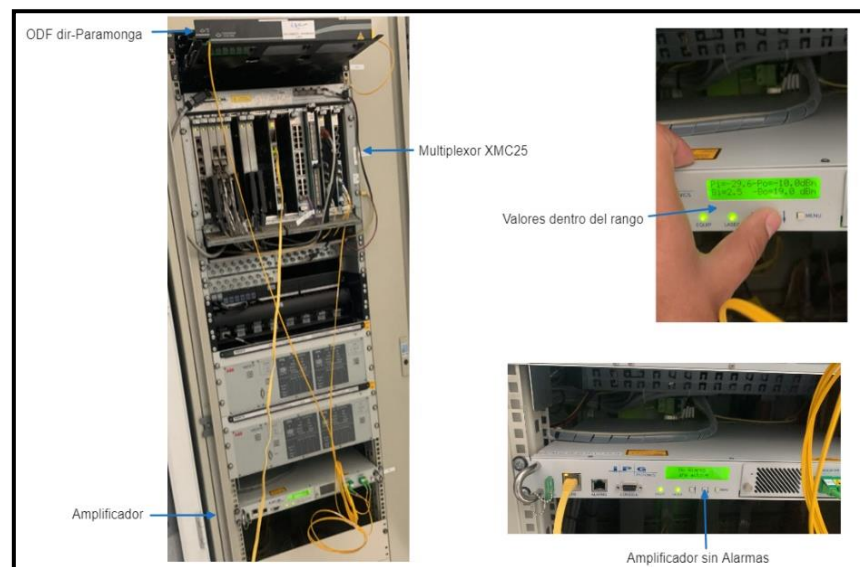
**Figura N°21:**  
*Interconexión de ODF hacía al multiplexor.*



**Fuente:** *Elaboración propia*

- Instalación de Amplificador en las subestaciones Paramonga y Chimbote.

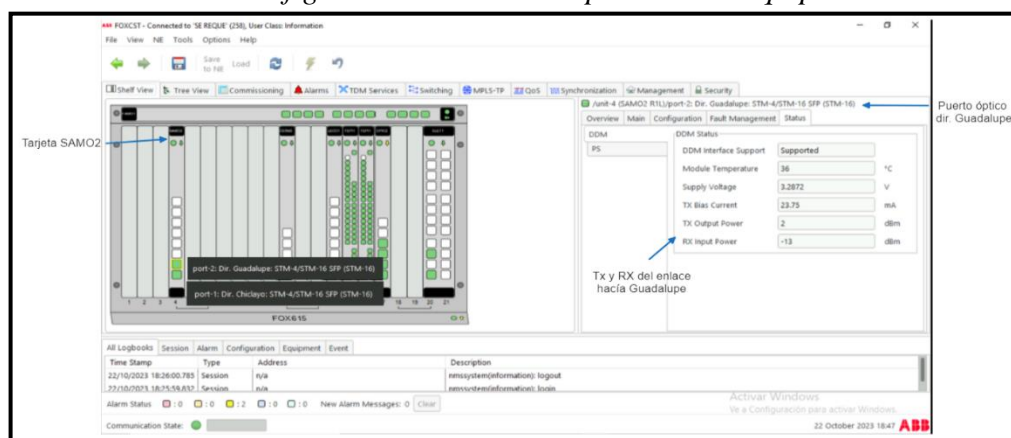
**Figura N°22:**  
*Instalación de Amplificador*



**Fuente:** *Elaboración propia*

- Configuración de equipos Multiplexores, con ayuda del programa FOXCAST se puede conectar de manera de local y realizar las configuraciones para la habilitación de la red de transporte y configuración de las capacidades.

**Figura N°23:**  
*Configuración a nivel transporte de los equipos*

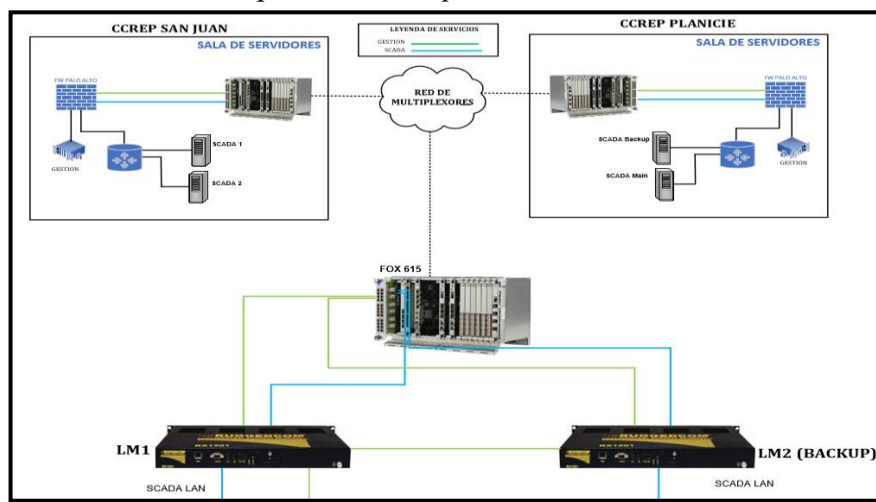


**Fuente:** *Elaboración propia*

**Migración de Servicios de fibra óptica de terceros a propia:** En las subestaciones eléctricas se tienen los siguientes servicios de comunicación que tienen que ser migrados a la nueva red de transporte de multiplexores de la zona Norte:

- Supervisión SCADA 104: Conexión de los routers ruggerdcom hacia el equipo multiplexor para la gestión y supervisión SCADA 104 que reportan a los centros de control de San Juan y Planicie a través de la red de multiplexores, en la siguiente figura se puede observar el esquema del servicio.

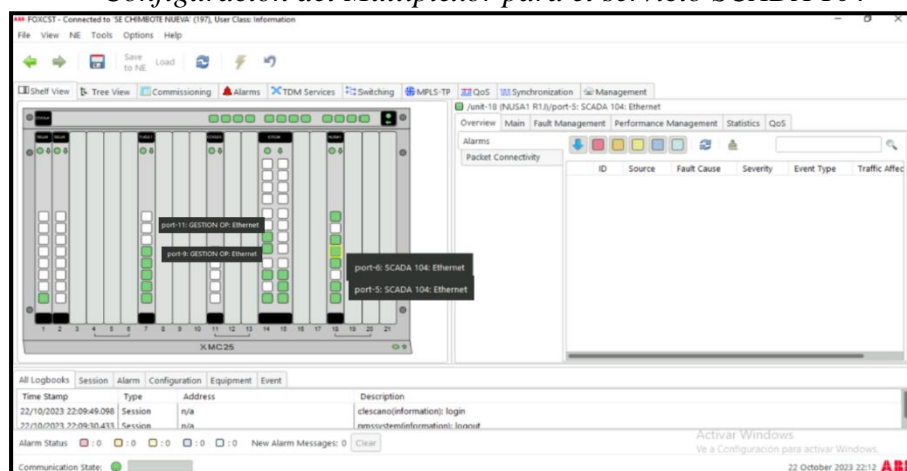
**Figura N°24:**  
*Esquema de la supervisión SCADA 104.*



**Fuente:** *Elaboración propia*

Se realiza 04 conexiones ethernet, 02 para la gestión de los equipos y 02 para reportar la supervisión scada 104 a los centros de control, luego se realiza la configuración del equipo multiplexor para que pueda realizar la comunicación a través de las VLAN e IP seteadas, se hacen pruebas en conjunto con el personal de Centro de Control para verificar que el canal de comunicaciones se encuentre en óptimas condiciones.

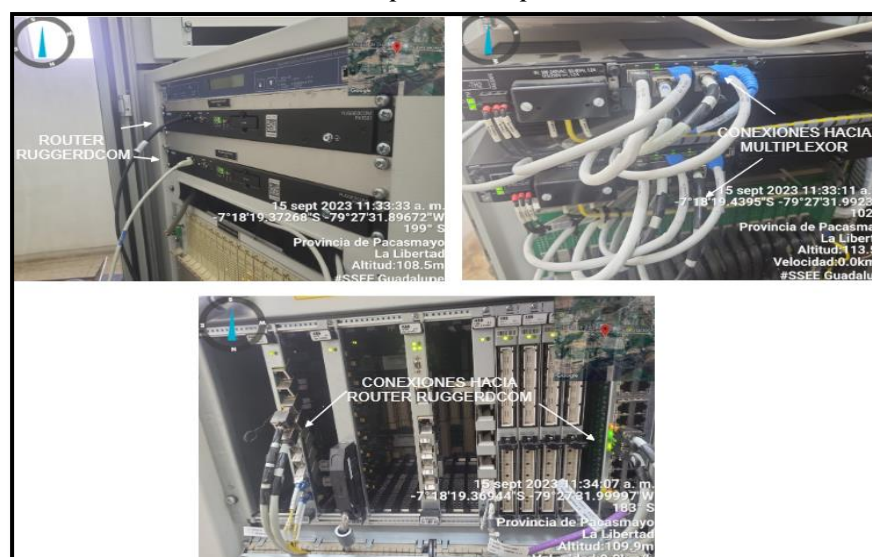
**Figura N°25:**  
*Configuración del Multiplexor para el servicio SCADA 104*



**Fuente:** *Elaboración propia*

A continuación, se observa las fotos de las conexiones realizadas en las subestaciones eléctricas desde los 2 equipos ruggedcom hacía el equipo multiplexor, de acuerdo con el esquema de la supervisión 104 de la figura N°24.

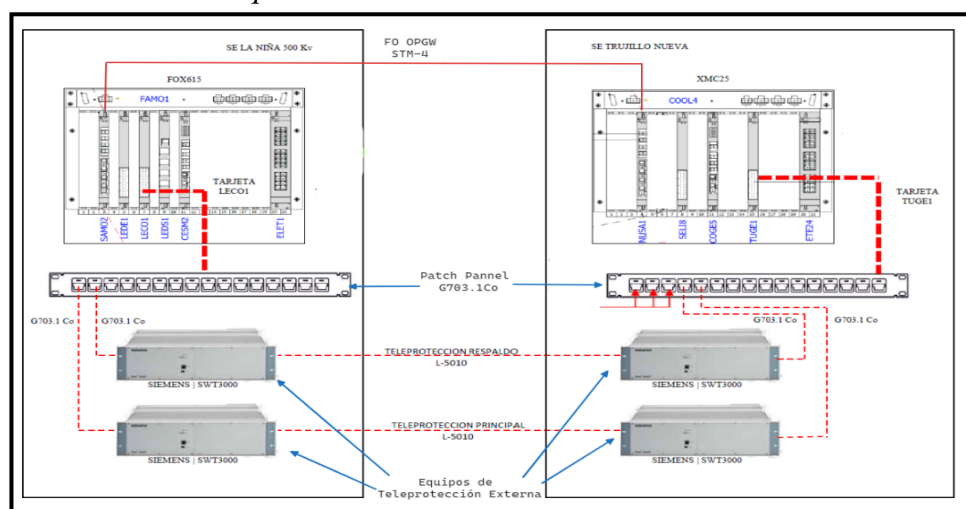
**Figura N°26:**  
*Conexionados ethernet para la supervisión SCADA 104.*



**Fuente:** *Elaboración propia*

- Teleprotección externa: Para las migraciones de los servicios de comunicación entre las teleprotecciones externas se usaron las tarjetas LEDS1 y LECO1 en los equipos FOX615 y para los equipos XMC25 se utilizaron la TUGE1 y TUDA1, a continuación se pueden observar los diferentes esquemas que se han encontrado en las subestaciones eléctricas del Norte.

**Figura N°27:**  
*Esquema de comunicación de TLP en G703.CO*



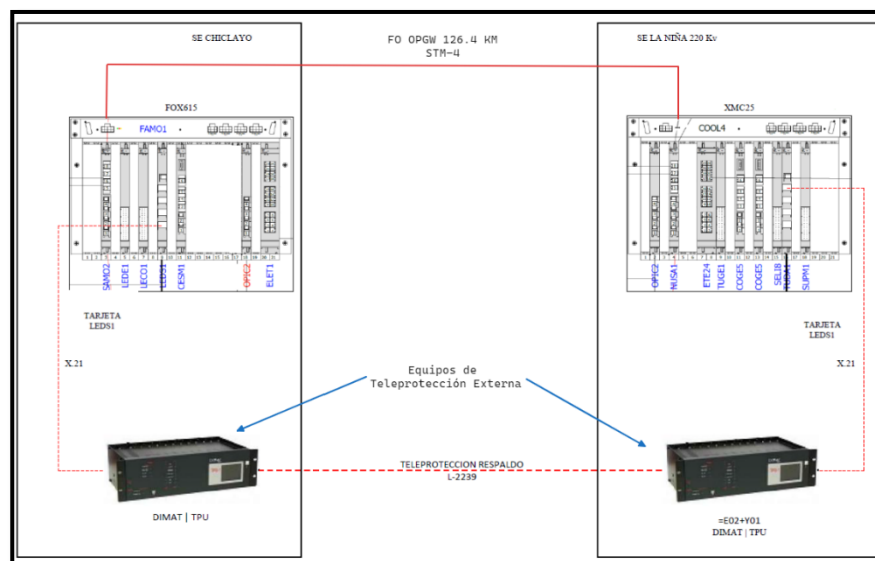
**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°28:**  
*Implementación de conexonado de TLP en G703.CO.*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°29:**  
*Esquema de comunicación de TLP en X.21*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Figura N°30:**  
*Implementación de conexionado de TLP X.21*

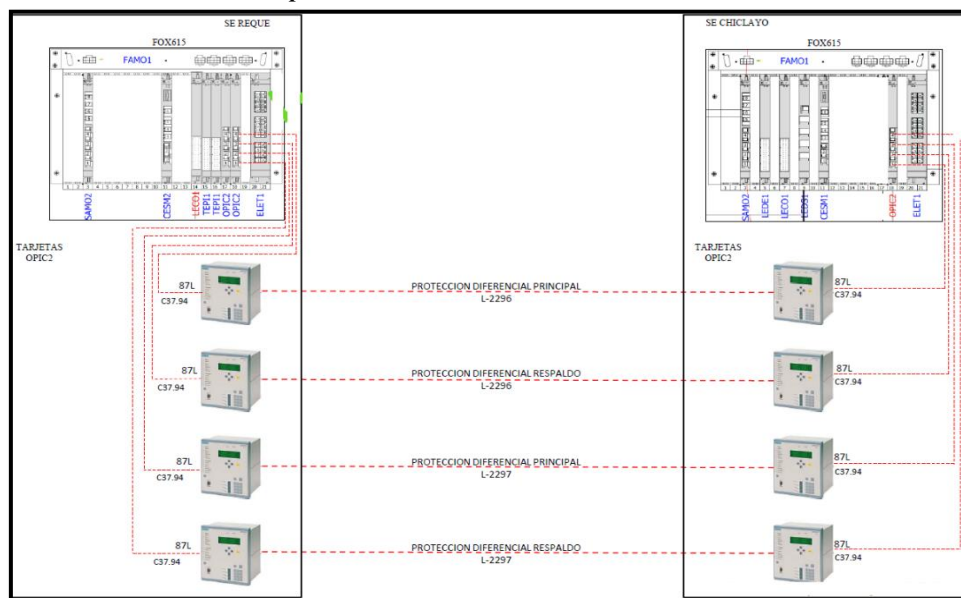


**Fuente:** *Elaboración propia*

- Protección Diferencial: Para las migraciones de los servicios de comunicación entre las protecciones diferenciales se usaron las tarjetas OPIC2 en los equipos FOX615 y XMC25 donde trabajan con el protocolo C37.94, a continuación, se pueden observar un ejemplo de esquema que se han desarrollado en las subestaciones eléctricas del Norte.



**Figura N°31:**  
*Implementación de conexionado de TLP*



**Fuente:** *Elaboración propia*

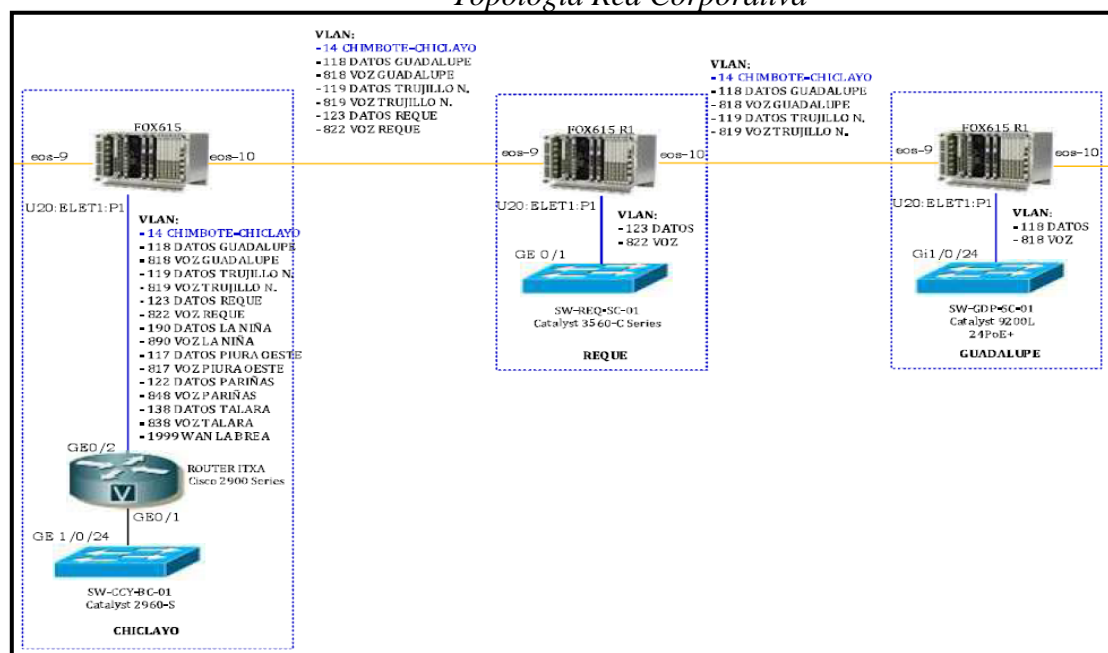
**Figura N°32:**  
*Implementación de conexionado de Protección Diferencial*



**Fuente:** *Elaboración propia*

- Red corporativa: Para la migración Corporativa se ha realizado la conexión al puerto ethernet de la tarjeta ELET1 hacia los equipos Router CISCO de cada subestación eléctrica, a continuación, se pueden observar un ejemplo de esquema que se han desarrollado en las subestaciones eléctricas del Norte.

**Figura N°33:**  
*Topología Red Corporativa*



**Fuente:** *Elaboración propia*

**Gestión y Control de los equipos multiplexores en la zona norte del país:** Como proyecto de la migración de las telecomunicaciones de la fibra de terceros por fibra propia, se tiene como objetivo también poder gestionar y controlar las comunicaciones, para poder visualizar el estado del canal de transporte a nivel de SDH entre subestaciones eléctricas, como también el de los canales de los servicios, ya sea corporativo, operativo, teleprotección y protección diferencial.

También tener gestión de los equipos en toda la zona norte nos ayudara a poder realizar cualquier maniobra remotamente, y también realizar configuraciones en caso se necesite implementar nuevos servicios en las subestaciones eléctricas del Norte y realizar análisis del desempeño de los canales de telecomunicaciones de misión crítica.



Para realizar este punto se realizó la integración de los equipos existentes y nuevos al gestor de Hitachi ABB que se le denomina FOXMAN, que es el sistema de gestión de red para equipos de comunicación de Hitachi Energy, uno de los elementos del completo conjunto NMS de Hitachi Energy, es un potente conjunto de herramientas que proporciona todos los elementos esenciales de un sistema de gestión de red, como el estado de la red, la notificación de alarmas y la funcionalidad mejorada de aprovisionamiento de circuitos. La interfaz gráfica de usuario presenta la red implementada en muchos niveles diferentes, desde una descripción general de toda la red hasta los puertos del equipo. También se puede recuperar información de estado detallada directamente desde las entradas de la lista de alarmas. Las vistas especiales, como el estado de sincronización, respaldan la configuración y el mantenimiento de su red de comunicación, mientras que los menús contextuales, un concepto operativo intuitivo y un sistema de ayuda en línea hacen que FOXMAN-UN sea fácil de usar. FOXMAN-UN es un sistema modular, generalmente utilizado para redes de más de 10 elementos. Se puede ampliar para gestionar redes con hasta 5000 elementos y ofrece funciones para redes troncales y de acceso.

A continuación, se mostrará como se ingresa a la plataforma y lo que podemos visualizar gracias al gestor.

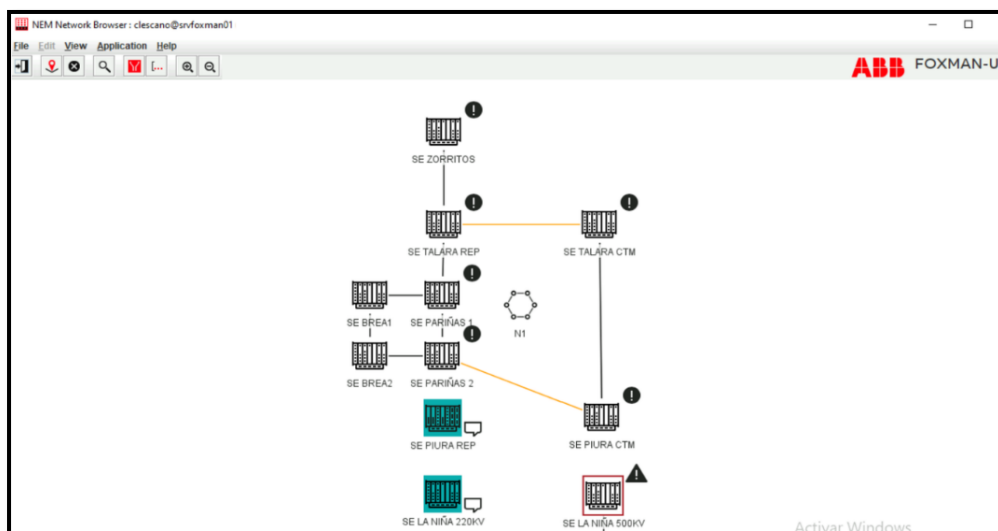
**Figura N°34:**

*Ingreso al gestor FOXMAN-UN*



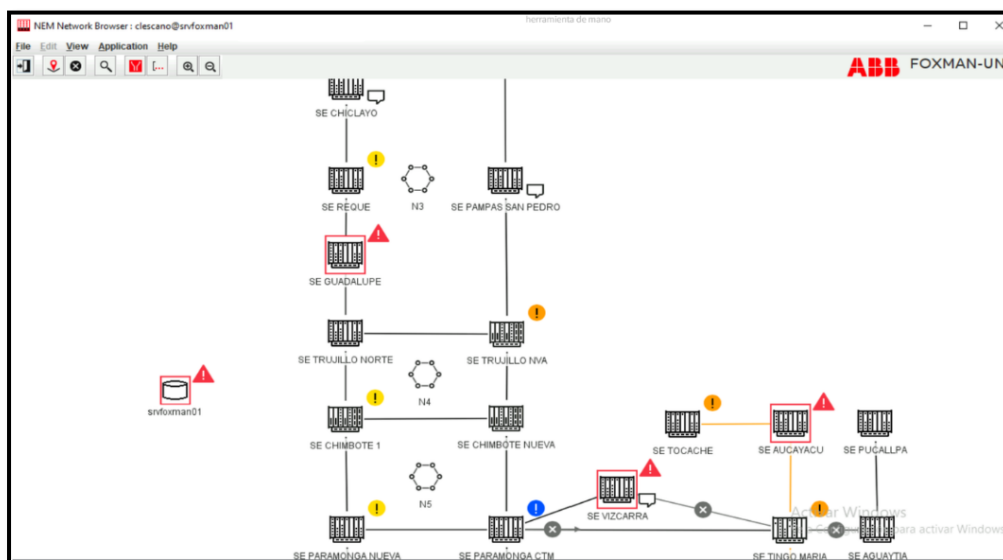
**Fuente:** *Gestor FOXMAN-UN*

**Figura N°35:**  
*Equipos multiplexores del Norte-FOMAN UN*



**Fuente:** Gestor FOXMAN-UN

**Figura N°36:**  
*Equipos multiplexores del Norte-FOMAN UN*

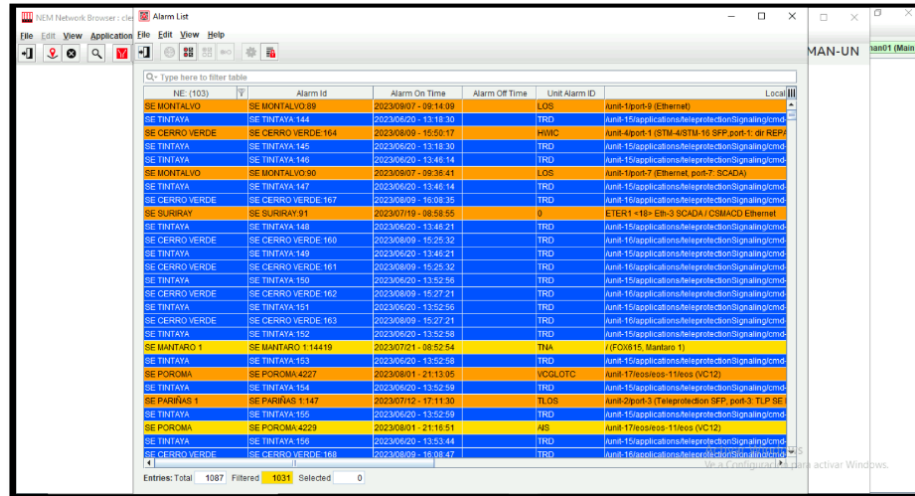


**Fuente:** Gestor FOXMAN-UN

Como podemos apreciar en las figuras N°34 y 35 los equipos multiplexores FOX615 y XMC25 instalados y existentes de la zona norte de la empresa transmisora electrica ya se encuentran gestionados al 100% y se puede visualizar en el gestor FOXMAN-UN, este gestor también nos

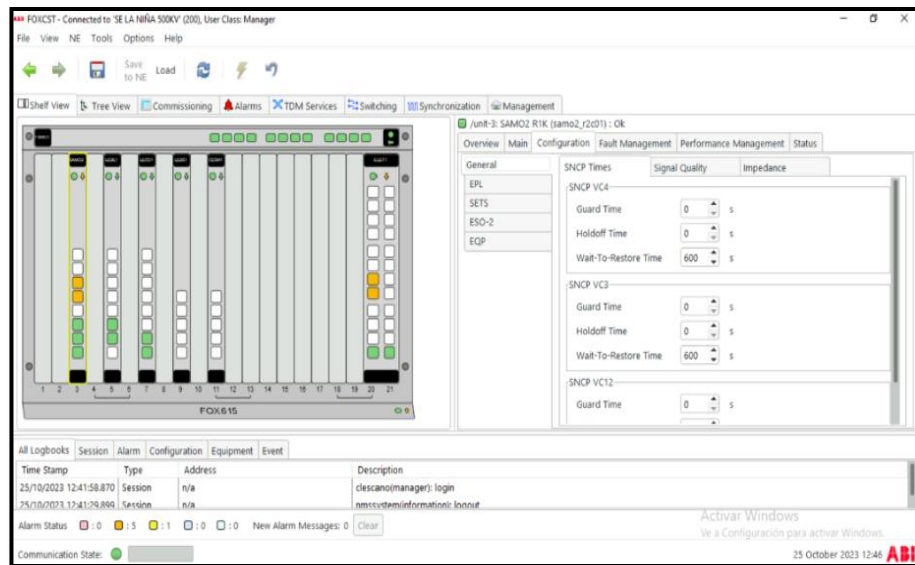
permite visualizar todas las alarmas que estén generando los equipos, como también nos permite realizar configuraciones remotamente, como se puede visualizar en las siguientes figuras:

**Figura N°37:**  
*Alarmas visualizadas en el gestor FOXMAN-UN*



**Fuente:** Gestor FOXMAN-UN

**Figura N°38:**  
*Configuraciones en el FOXMAN-UN*



**Fuente:** Gestor FOXMAN-UN

### **2.3.3 Factibilidad técnica-operativa**

Factibilidad Técnica, en el presente informe se indica que se realizó las visitas técnicas y la ingeniería en todas las subestaciones eléctricas de la zona norte de la empresa transmisora eléctrica para poder tener claro los servicios que se van a migrar de la red de fibra óptica de terceros a la red de fibra óptica propia, en el cual se concluye que técnicamente es posible realizar el proyecto.

Factibilidad Operativa, en el capítulo II.3.2 se indica los trabajos que se realizó para poder cumplir con la ingeniería proyectada, también podemos observar que se integró los equipos existentes y nuevos al gestor FOXMAN-UN, sirviéndonos como plataforma que se puede abrir desde cualquier punto que se tenga internet vía VPN para gestionar cualquier equipo de la zona norte, nos reporta alarmas, caída de enlaces de la fibra óptica, caída de los servicios y también nos ayuda con poder configurar nuevos servicios remotamente, en conclusión operativamente es factible y nos ayuda con la operación y mantenimiento de los equipos de telecomunicaciones.

### **2.3.4 Cuadro de inversión**

Los cuadros de inversión se muestran a continuación, donde se muestra la parte del suministro de equipamiento como los servicios de ingeniería, instalación y puesta en operación.

**Tabla N°9:**  
*Cuadro de Inversión en suministro de equipos.*

N°	S. E	ZONA	TIPO	Descripción	Monto (\$)
1	Chimbote1	NORTE	Suministro	1 amplificador de FO.	\$15,000.00
2	Paramonga	NORTE	Suministro	1 amplificador de FO.	\$15,000.00
3	Zorritos	NORTE	Suministro	1 multiplexor FOX 615.	\$25,786.19
4	Talara	NORTE	Suministro	1 multiplexor FOX 615.	\$25,786.19
5	Reque	NORTE	Suministro	1 multiplexor FOX 615.	\$25,786.19
6	Guadalupe	NORTE	Suministro	1 multiplexor FOX 615.	\$25,786.19
7	San Pedro	NORTE	Suministro	1 multiplexor FOX 615.	\$25,786.19
8	Paramonga	NORTE	Suministro	1 multiplexor FOX 615.	\$25,786.19
9	Varios	NORTE	Suministro	39 tarjetas y 54 SFP.	\$24,000.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$208,717.14</b>

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Tabla N°10:**  
*Cuadro de Inversión de servicios.*

N°	S. E	ZONA	TIPO	Descripción	Monto (\$)
1	Zorritos	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
2	Talara	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
3	Piura	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
4	Pariñas	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
5	La Niña	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
6	Chiclayo	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
7	Reque	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
8	Guadalupe	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
9	Trujillo Norte	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
10	Chimbote1	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
11	Paramonga	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
12	Vizcarra	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
13	Chimbote Nueva	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
14	Trujillo Nueva	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
15	La Brea	NORTE	Servicios	Cableado Corporativo, TLP y SCADA	\$1,960.18
16	Paramonga	NORTE	Servicios	Instalación y Montaje de Multiplexor.	\$5,225.00
17	Guadalupe	NORTE	Servicios	Instalación y PES de Multiplexor.	\$5,225.00
18	Reque	NORTE	Servicios	Instalación y PES de Multiplexor.	\$5,225.00
19	Talara	NORTE	Servicios	Instalación y PES de Multiplexor.	\$5,225.00
20	San Pedro	NORTE	Servicios	Instalación y PES de Multiplexor.	\$5,225.00

<b>21</b>	Chimbote1	NORTE	Servicios	Instalación y PES de Amplificador.	\$1,900.00
<b>22</b>	Paramonga	NORTE	Servicios	Instalación y PES de Amplificador.	\$1,900.00
<b>23</b>	Zorritos	NORTE	Servicios	Ingeniería	\$3,000.00
<b>24</b>	Talara	NORTE	Servicios	Ingeniería	\$3,000.00
<b>25</b>	Reque	NORTE	Servicios	Ingeniería	\$3,000.00
<b>26</b>	Guadalupe	NORTE	Servicios	Ingeniería	\$3,000.00
<b>27</b>	Paramonga	NORTE	Servicios	Ingeniería	\$3,000.00
<b>28</b>	San Pedro	NORTE	Servicios	Ingeniería	\$3,000.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$77,327.70</b>

**Fuente:** *Elaboración propia*

Entre el suministro y servicio para cumplir con el proyecto de migración de servicios de telecomunicaciones de la fibra de terceros a fibra propia se tiene una inversión total de **\$ 286,044.84**.

## **2.4 Análisis de resultados**

### **2.4.1 Análisis Costo-Beneficio**

Para poder realizar el Costo-Beneficio del proyecto debemos tener en cuenta los egresos que se tenían por cada subestación eléctrica al pagar a un tercero por el arrendamiento de capacidad como canales dedicados para las comunicaciones críticas y corporativas de la zona norte.

**Tabla N°11:**  
*Cuadro de Egresos mensual y anual de pago a terceros.*

N°	NOMBRE	Tipo	Servicio	Mensual(USD)	Anual(USD)
1	Pariñas	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
2	La Niña	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
3	La Brea	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
4	Vizcarra	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
5	Reque	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
6	Trujillo Nueva	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
7	Chimbote Nueva	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
8	Zorritos	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
9	Talara	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
10	Piura	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
11	Chiclayo	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
12	Guadalupe	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
13	Trujillo Norte	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
14	Chimbote1	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
15	Paramonga	Subestación	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
16	San Pedro	Repetidor	Canal Dedicado	\$ 1,308.83	\$ 15,706.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 20,941.33</b>	<b>\$251,296.00</b>

**Fuente:** *Elaboración propia*

A continuación, realizaremos el cálculo del costo-beneficio para nuestro proyecto, realizaremos los cálculos a partir del año 04 hasta el año 10, hay que tener en cuenta que la inversión del proyecto es \$ **286,044.84** y la duración del proyecto es de 1 año y 11 meses, es decir el primer año de egresos es de \$ **251,296** y 11 meses de egresos que equivale a **\$230,354.67**, a partir del año N°03 se considera **\$20,000** de operación y mantenimiento de los equipos.

**Tabla N°12:**  
*Análisis Costos-Beneficio Año 04.*

<b>Año</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Egresos</b>	<b>Flujo Efectivo</b>
<b>0</b>	-	\$ -	\$ -286,044.84
<b>1</b>	\$ -	\$ 251,296.00	\$ -251,296.00
<b>2</b>	\$ 20,941.33	\$ 230,354.67	\$ -209,413.33
<b>3</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>4</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00

TIR	-17%
Suma Ingresos	\$ 1,000,815.97
Suma Egresos	\$ 861,518.67
Costos + Inversión	\$ 1,147,563.51
B/C	0.872122509

**Fuente:** *Elaboración propia*

En la Tabla N°12 se aprecia los ingresos, egresos y flujo efectivo del año 0 hasta el año 4, donde realizando los cálculos nos da una TIR (Tasa Interna de Retorno) de -17%, que implica una alta tasa de descuento, lo que significa que los flujos de efectivo futuros tendrían que ser significativamente mayores para que el proyecto sea rentable. Por otro lado, un valor de 0.872122509 para el índice de Beneficio/Costo (B/C) indica que, por cada unidad monetaria invertida en el proyecto, se obtiene un beneficio de 0.872122509 unidades monetarias. Un B/C inferior a 1 indica que los beneficios generados son menores al costo inicial de la inversión, lo cual también indica que el proyecto no es rentable hasta el año 4.



**Tabla N°13:**  
*Análisis Costos-Beneficio Año 05.*

<b>Año</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Egresos</b>	<b>Flujo Efectivo</b>
<b>0</b>	-	\$ -	\$ -286,044.84
<b>1</b>	\$ -	\$ 251,296.00	\$ -251,296.00
<b>2</b>	\$ 20,941.33	\$ 230,354.67	\$ -209,413.33
<b>3</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>4</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>5</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00

TIR	-2%
Suma Ingresos	\$ 850,847.06
Suma Egresos	\$ 578,327.37
Costos + Inversión	\$ 864,372.21
<b>B/C</b>	<b>0.984352632</b>

**Fuente:** *Elaboración propia*

En la Tabla N°13 se aprecia los ingresos, egresos y flujo efectivo del año 0 hasta el año 5, donde realizando los cálculos nos da una TIR (Tasa Interna de Retorno) de -2%, los flujos de efectivo futuros no son suficientes para cubrir el costo inicial de la inversión, incluso considerando una tasa de descuento del -2%. Por otro lado, un valor de 0.872122509 para el índice de Beneficio/Costo (B/C) indica que, por cada unidad monetaria invertida en el proyecto, se obtiene un beneficio de 0.872122509 unidades monetarias. Un B/C inferior a 1 indica que los beneficios generados son menores al costo inicial de la inversión, lo cual también indica que el proyecto no es rentable hasta el año 5.

**Tabla N°14:**  
*Análisis Costos-Beneficio Año 06.*

<b>Año</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Egresos</b>	<b>Flujo Efectivo</b>
<b>0</b>	-	\$ -	\$ -286,044.84
<b>1</b>	\$ -	\$ 251,296.00	\$ -251,296.00
<b>2</b>	\$ 20,941.33	\$ 230,354.67	\$ -209,413.33
<b>3</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>4</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>5</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>6</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
	<b>TIR</b>	<b>6%</b>	
	<b>Suma Ingresos</b>	\$ 788,432.10	
	<b>Suma Egresos</b>	\$ 473,239.70	
	<b>Costos + Inversión</b>	\$ 759,284.54	
	<b>B/C</b>	1.038388185	

**Fuente:** *Elaboración propia*

En la Tabla N°14 se aprecia los ingresos, egresos y flujo efectivo del año 0 hasta el año 6, donde realizando los cálculos nos da una TIR (Tasa Interna de Retorno) de 6%, Esto significa que se espera una rentabilidad del 6% sobre la inversión realizada cada año. Por otro lado, un valor de 1.038388185 indica que los beneficios esperados de la inversión son un 3.83% mayores a los costos incurridos. Esto indica que, por cada unidad de costo invertido, se espera obtener una ganancia adicional del 3.83%, lo cual también indica que el proyecto se hace rentable para el año 6.

**Tabla N°15:**  
*Análisis Costos-Beneficio Año 07.*

<b>Año</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Egresos</b>	<b>Flujo Efectivo</b>
<b>0</b>	-	\$ -	\$ -286,044.84
<b>1</b>	\$ -	\$ 251,296.00	\$ -251,296.00
<b>2</b>	\$ 20,941.33	\$ 230,354.67	\$ -209,413.33
<b>3</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>4</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>5</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>6</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>7</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00

<b>TIR</b>	<b>11%</b>
<b>Suma Ingresos</b>	\$ 755,695.54
<b>Suma Egresos</b>	\$ 421,340.51
<b>Costos + Inversión</b>	\$ 707,385.35
<b>B/C</b>	1.06829403

**Fuente:** *Elaboración propia*

En la Tabla N°15 se aprecia los ingresos, egresos y flujo efectivo del año 0 hasta el año 7, donde realizando los cálculos nos da una TIR (Tasa Interna de Retorno) de 11%, Esto significa que se espera una rentabilidad del 11% sobre la inversión realizada cada año. Por otro lado, el índice de costo-beneficio (B/C ratio) de 1.06829403 indica que los beneficios esperados de la inversión son un 6.83% mayores a los costos incurridos. Esto significa que, por cada unidad de costo invertido, se espera obtener una ganancia adicional del 6.83%, lo cual también indica que el proyecto es rentable para el año 7.

**Tabla N°16:**  
*Análisis Costos-Beneficio Año 08.*

<b>Año</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Egresos</b>	<b>Flujo Efectivo</b>
<b>0</b>	-	\$ -	\$ -286,044.84
<b>1</b>	\$ -	\$ 251,296.00	\$ -251,296.00
<b>2</b>	\$ 20,941.33	\$ 230,354.67	\$ -209,413.33
<b>3</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>4</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>5</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>6</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>7</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>8</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00

<b>TIR</b>	<b>15%</b>
<b>Suma Ingresos</b>	\$ 736,287.97
<b>Suma Egresos</b>	\$ 391,657.71
<b>Costos + Inversión</b>	\$ 677,702.55
<b>B/C</b>	1.086447102

*Fuente: Elaboración propia*

En la Tabla N°16 se aprecia los ingresos, egresos y flujo efectivo del año 0 hasta el año 8, donde realizando los cálculos nos da una TIR (Tasa Interna de Retorno) de 15%, Esto significa que se espera una rentabilidad del 15% sobre la inversión realizada cada año. Por otro lado, el índice de costo-beneficio (B/C ratio) de 1.086447102 indica que los beneficios esperados de la inversión son un 8.64% mayores a los costos incurridos. Esto significa que, por cada unidad de costo invertido, se espera obtener una ganancia adicional del 8.64%, lo cual también indica que el proyecto es rentable para el año 8.

**Tabla N°17:**  
*Análisis Costos-Beneficio Año 09.*

<b>Año</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Egresos</b>	<b>Flujo Efectivo</b>
<b>0</b>	-	\$ -	\$ -286,044.84
<b>1</b>	\$ -	\$ 251,296.00	\$ -251,296.00
<b>2</b>	\$ 20,941.33	\$ 230,354.67	\$ -209,413.33
<b>3</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>4</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>5</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>6</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>7</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>8</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>9</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00

<b>TIR</b>	<b>17%</b>
<b>Suma Ingresos</b>	\$ 723,876.80
<b>Suma Egresos</b>	\$ 373,108.47
<b>Costos + Inversión</b>	\$ 659,153.31
<b>B/C</b>	1.098191856

**Fuente:** *Elaboración propia*

En la Tabla N°17 se aprecia los ingresos, egresos y flujo efectivo del año 0 hasta el año 9, donde realizando los cálculos nos da una TIR (Tasa Interna de Retorno) de 17%, Esto significa que se espera una rentabilidad del 17% sobre la inversión realizada cada año. Por otro lado, el índice de costo-beneficio (B/C ratio) de 1.098191856 indica que los beneficios esperados de la inversión son un 9.89% mayores a los costos incurridos. Esto significa que, por cada unidad de costo invertido, se espera obtener una ganancia adicional del 9.89%, lo cual también indica que el proyecto es rentable para el año 9.

**Tabla N°18:**  
*Análisis Costos-Beneficio Año 10.*

<b>Año</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Egresos</b>	<b>Flujo Efectivo</b>
<b>0</b>	-	\$ -	\$ -286,044.84
<b>1</b>	\$ -	\$ 251,296.00	\$ -251,296.00
<b>2</b>	\$ 20,941.33	\$ 230,354.67	\$ -209,413.33
<b>3</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>4</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>5</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>6</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>7</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>8</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>9</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00
<b>10</b>	\$ 251,296.00	\$ 20,000.00	\$ 231,296.00

<b>TIR</b>	<b>19%</b>
<b>Suma Ingresos</b>	\$ 715,522.21
<b>Suma Egresos</b>	\$ 360,814.99
<b>Costos + Inversión</b>	\$ 646,859.83
<b>B/C</b>	1.106147225

**Fuente:** *Elaboración propia*

En la Tabla N°18 se aprecia los ingresos, egresos y flujo efectivo del año 0 hasta el año 10, donde realizando los cálculos nos da una TIR (Tasa Interna de Retorno) de 19%, Esto significa que se espera una rentabilidad del 19% sobre la inversión realizada cada año. Por otro lado, el índice de costo-beneficio (B/C ratio) de 1.106147225 indica que los beneficios esperados de la inversión son un 10.6% mayores a los costos incurridos. Esto significa que, por cada unidad de costo invertido, se espera obtener una ganancia adicional del 10.6%, lo cual también indica que el proyecto es rentable para el año 10.

En conclusión, de las tablas presentadas se puede observar que a partir del año 06 el B/C es mayor a 1, por lo que el **PROYECTO** es aconsejable, teniendo en cuenta:

### Formula de Costo – Beneficio: B/C

Si:

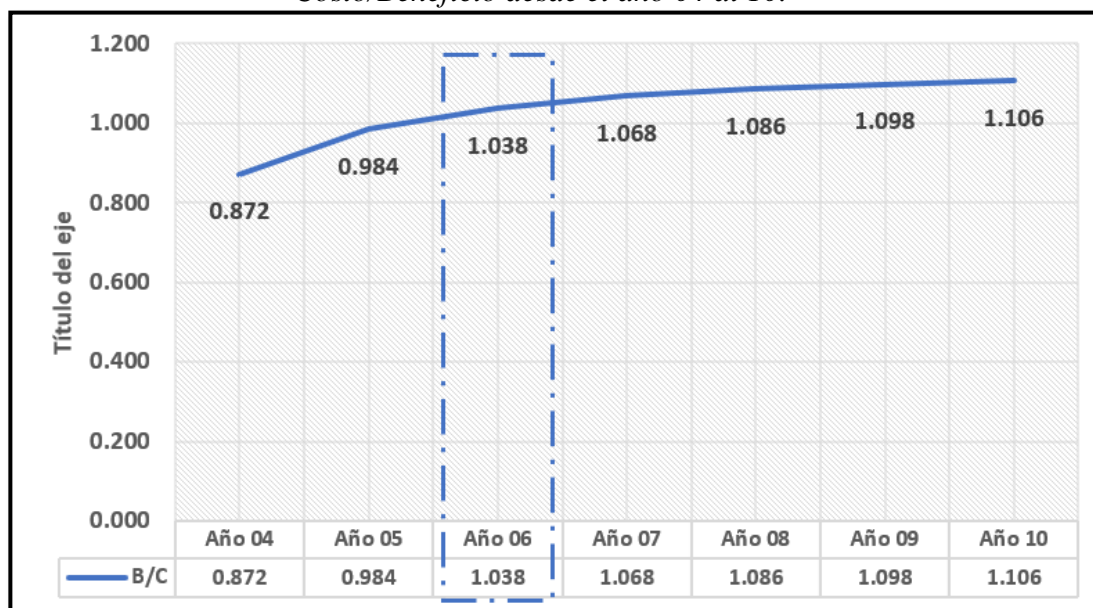
$B/C > 1$ : Proyecto Aconsejable.

$B/C = 1$ : Proyecto Indiferente.

$B/C < 1$ : Proyecto **NO** aconsejable.

A continuación, se presenta de manera grafica a partir del año 04 al 10 para que se pueda apreciar de mejor manera que a partir del año 06 el proyecto es rentable.

**Figura N°39:**  
*Costo/Beneficio desde el año 04 al 10.*



**Fuente:** *Elaboración propia*

### **III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA/INSTITUCIÓN**

- Revisión de la ingeniería de la zona norte de la empresa de energía eléctrica para la correcta migración de los servicios a su fibra óptica propia.
- Seguimiento y control de la implementación y puesta en operación de los nuevos equipos de la zona norte de la empresa de energía eléctrica.
- Migración de los servicios de telecomunicaciones a la red propia de fibra óptica de la empresa transmisora de energía eléctrica.
- Implementación de dashboard con el programa power bi para la revisión semanal del avance del proyecto.
- Seguimiento de las actividades del área de telecomunicaciones con el programa ms-project y ms planner.
- Implementación de redundancia para los servicios de telecomunicaciones en la zona norte de la empresa transmisora eléctrica.
- Reportes del estado de presupuesto del proyecto en capex y opex.
- Ahorro a la empresa transmisora de energía eléctrica con la implementación del proyecto en la zona norte y mejora en la gestión y control de las telecomunicaciones.



#### IV. CONCLUSIONES

- 4.1 Se logró realizar la migración de los servicios de telecomunicaciones a la red de fibra óptica propia de la empresa transmisora eléctrica, teniendo identificados en un esquema de servicios como se aprecia en el Anexo N°02 del presente informe.
- 4.2 Se mejoró la gestión de los servicios de comunicaciones de la empresa transmisora eléctrica al contar con un software de gestión (FOXMAN-UN) de los equipos multiplexores donde se puede conectar remotamente a cada uno de ellos, tal como se indica en el Capítulo II.3.2.
- 4.3 Se mejoró el control de los servicios de comunicaciones de la empresa transmisora eléctrica al contar con un software de gestión (FOXMAN-UN) de los equipos multiplexores donde se puede conectar remotamente a cada uno de ellos, tal como se indica en el Capítulo II.3.2, ya que los servicios de telecomunicaciones de la empresa pasan por la red propia de fibra óptica se puede realizar las configuraciones y correcciones que se necesiten ante cualquier avería en la red.
- 4.4 El proyecto en el año 06 tiene un índice de costo-beneficio (B/C) de 1.038388185 por lo que los beneficios esperados de la inversión son un 3.83% mayores a los costos incurridos. Esto indica que, por cada unidad de costo invertido, se espera obtener una ganancia adicional del 3.83%, lo cual también indica que el proyecto se hace rentable a partir del año 6, tal como se indica en el Capítulo II.4.1.
- 4.5 Se logró realizar la implementación y configuración remotamente a través del software de gestión (FOXMAN-UN) redundancia con los anillos de fibra óptica ante cualquier avería o corte de este, teniendo identificado en esquemas de redundancia tal cual se aprecia en el anexo N°03.

- 4.6 El presente informe tiene como finalidad para los estudiantes o egresados de la facultad, una ayuda para sus labores que tengan como las migraciones de servicios críticos en empresas de energía.

## V. RECOMENDACIONES

- 5.1 Realizar la revisión mensual de los niveles de transmisión y recepción de los enlaces de fibra óptica a través de los multiplexores para prevenir alguna desconexión por degradación del enlace.
- 5.2 Tener los servicios configurados identificado con un numero ID para que sea más fácil la búsqueda de la información para los reportes mensuales de kpis(Key Performance Indicator).
- 5.3 Tener identificado a nivel físico todas las conexiones que salen del multiplexor para cualquier troubleshooting que se necesite en sitio.
- 5.4 Tener todas las precauciones y cumplir con todas las normas de seguridad para la instalación de equipamiento.
- 5.5 Tener documentado en fotos y videos con las etiquetas de fechas y hora en el proceso de implementación de equipamiento para tener de sustento ante cualquier imprevisto que pueda suscitar.
- 5.6 Tener una base de datos de todos los servicios que están pasando por los equipos multiplexores, para realizar una estadística mensual de la calidad de las comunicaciones por subestación eléctrica.
- 5.7 Realizar un plan a futuro para la implementación del protocolo MPLS-TP ya que los equipos multiplexores están en la capacidad de soportarlos.

## VI. REFERENCIAS

- Andazol, Alejandro Miguel Iglesias (s.f). «CIRCUITOS MSI (1): Multiplexores y Demultiplexores». [https://www.academia.edu/39036042/Cap%C3%ADtulo\\_5\\_CIRCUITOS\\_MSI\\_1\\_Multiplexores\\_y\\_demultiplexores\\_5\\_1\\_Introducci%C3%B3n](https://www.academia.edu/39036042/Cap%C3%ADtulo_5_CIRCUITOS_MSI_1_Multiplexores_y_demultiplexores_5_1_Introducci%C3%B3n).
- Beltrán Cueva, Elvis Renninger (2020). «Diseño del sistema de comunicaciones que incluye el estándar IEEE C37.94 entre las subestaciones eléctricas San Gabán y Azángaro, 2018». *Universidad Ricardo Palma*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2715>.
- Coloma Clavijo, Robert Antony, y Jimmy Jose Clavijo Edgar (24 de enero 2023). «Propuesta de un diseño de una red de datos por medio de enlaces de fibra óptica para el mejoramiento de las comunicaciones de las subestaciones del Sistema Eléctrico Duran de la empresa distribuidora CNEL EP GUAYAS – LOS RIOS, Ecuador 2022». *Escuela de Posgrado Newman – EPN*. <https://repositorio.epnewman.edu.pe/handle/20.500.12892/653>.
- Cuellar Tito, Evins (14 de noviembre de 2019). «"DISEÑO DE UNA RED DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR LA COMUNICACIÓN DE DATOS EN LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS Y POBLACIÓN DEL DISTRITO DE QUICHUAS, TAYACAJA, HUANCVELICA - 2018». <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3094>.
- Lopez Tejeda, Cristian Eddy.(2020) «Diseño de una red de comunicación entre la central termoeléctrica de puerto bravo distrito de Mollendo y la subestación eléctrica de San José distrito de La Joya en el departamento de Arequipa», <http://hdl.handle.net/20.500.12773/11669>.
- María, Luz.(2013) «Diseño del Sistema de Control y Protección de una Posición de Línea de 220 kV», Universidad de Sevilla.

Medina, Víctor F Nasimba, y Eduardo Díaz Ocampo (s.f) «Introducción a las líneas de transmisión».

Mestanza, JL (2011). Propuesta de diseño de un sistema de fibra óptica OPGW para la conectividad de red y disminución de costos entre las plantas eléctricas pampa larga y seccionamiento en minera Yanacocha (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/95>

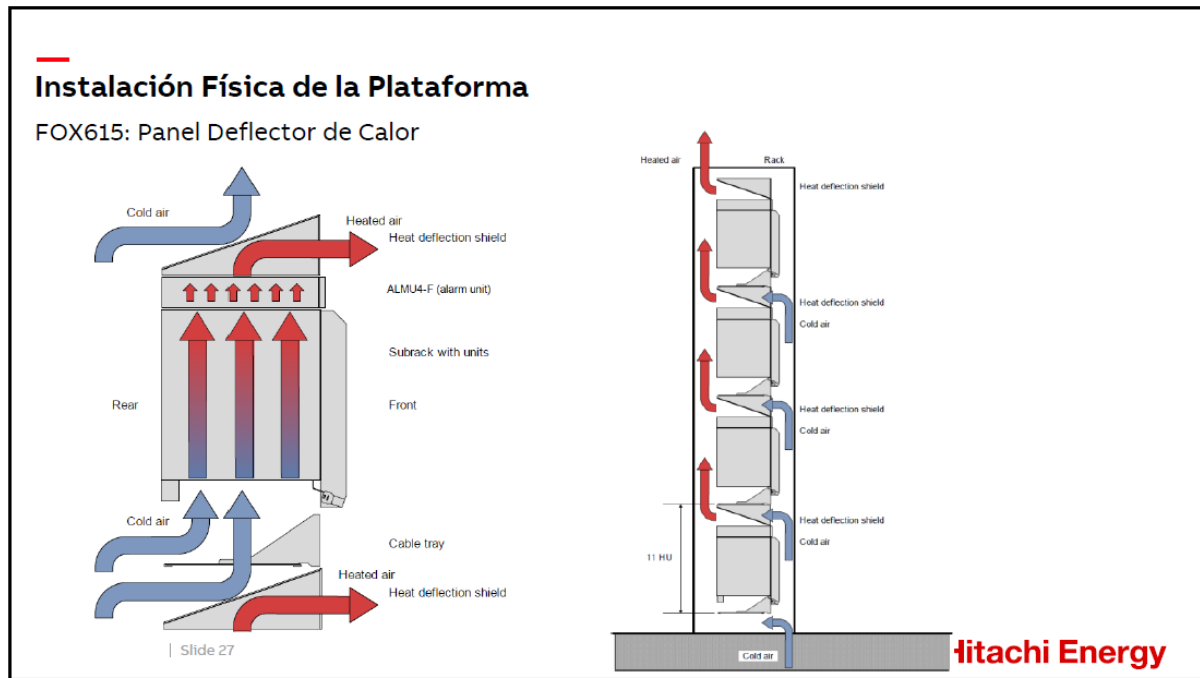
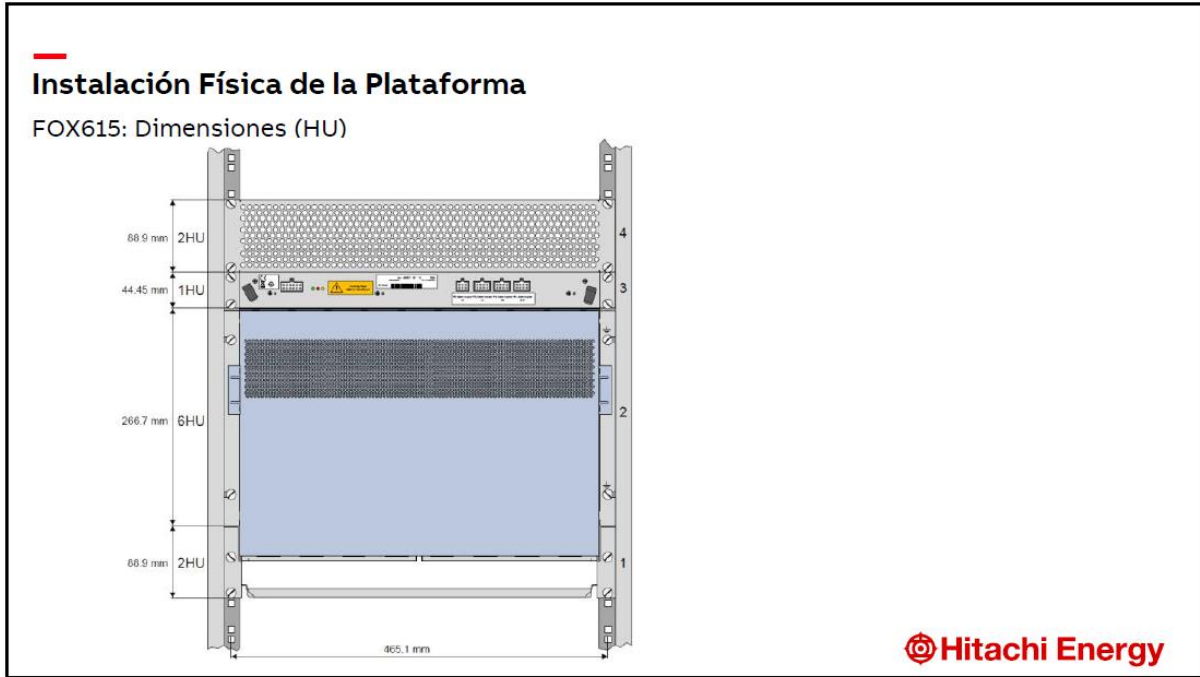
Pozo Alcarraz, Anthony (2019) «Diseño del Enlace Entre La Subestación Eléctrica Mollepata A La Subestación Eléctrica San Francisco A Través Del Cable De Fibra Óptica En La Región Ayacucho, 2019», <https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/394>.

Sulca Acuña, David Erwin, y Jairo Fernando Trujillo Ariza (2022) «Automatización de la subestación eléctrica tumbes, mediante un sistema Scada para monitorear el envío de datos en tiempo real al centro de control de Electronoroeste S.A. - 2022».

<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7330>

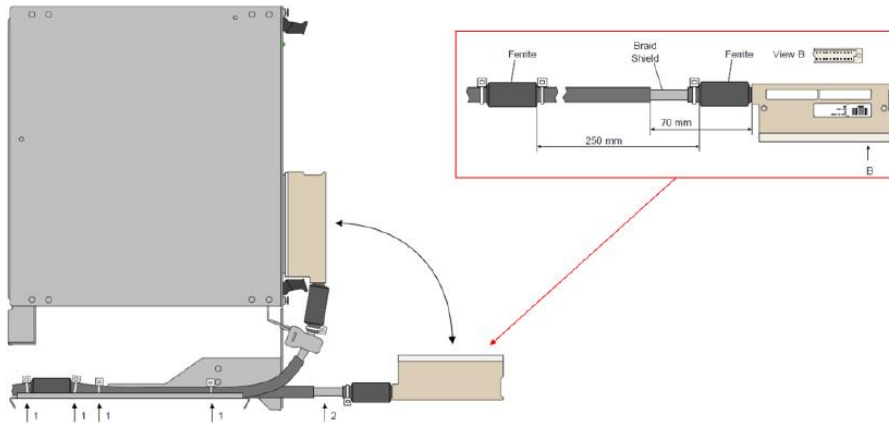
**VII. ANEXOS:**

**ANEXO A: ESTÁNDAR DE INSTALACIÓN DEL MULTIPLEXOR FOX615:**



## Instalación Física de la Plataforma

FOX615, FOX612 y FOX611: Instalación de Cables

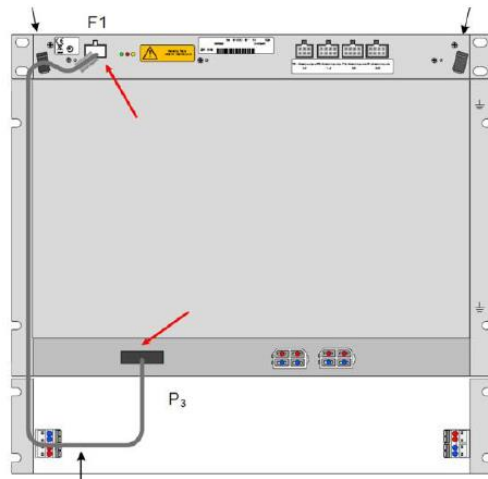


| Slide 30

 Hitachi Energy

## Instalación Física de la Plataforma

FOX615: FAMO1 Instalación



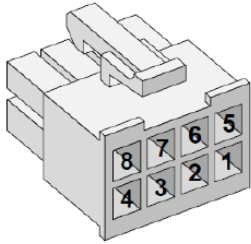
| Slide 31

 Hitachi Energy

## Instalación Física de la Plataforma

FOX615: FAMO1 Entradas de Alarmas Externas

F3 F4 F5



Alarm Interface			Connector Pin	
F3	F4	F5	Signal	GND
Alarm_in 1	Alarm_in 5	Alarm_in 9	8	4
Alarm_in 2	Alarm_in 6	Alarm_in 10	7	3
Alarm_in 3	Alarm_in 7	Alarm_in 11	6	2
Alarm_in 4	Alarm_in 8	Alarm_in 12	5	1

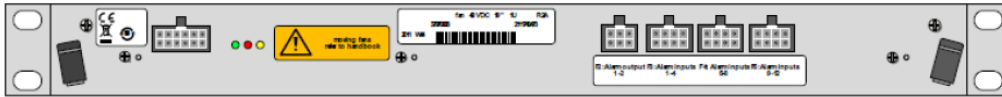
| Slide 32



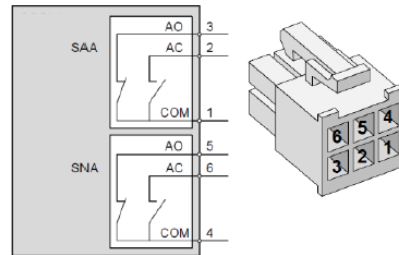
## Instalación Física de la Plataforma

FOX615: Exportación de Alarmas Urgentes y No Urgentes

F2



Alarm Type		Pin		Pin	Pin	
Non Urgent	SNA_make	6	SNA_break	5	SNA_com	4
Urgent	SAA_break	3	SAA_make	2	SAA_com	1



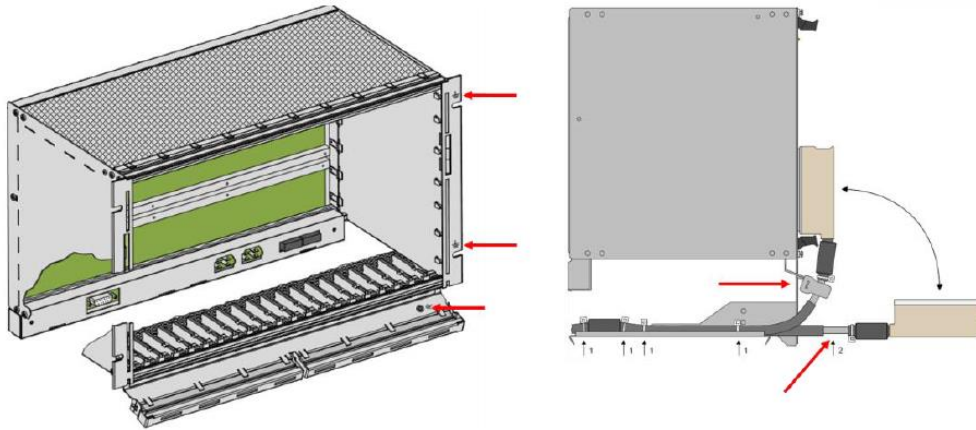
| Slide 33





## Instalación Física de la Plataforma

FOX615: Puesta a Tierra

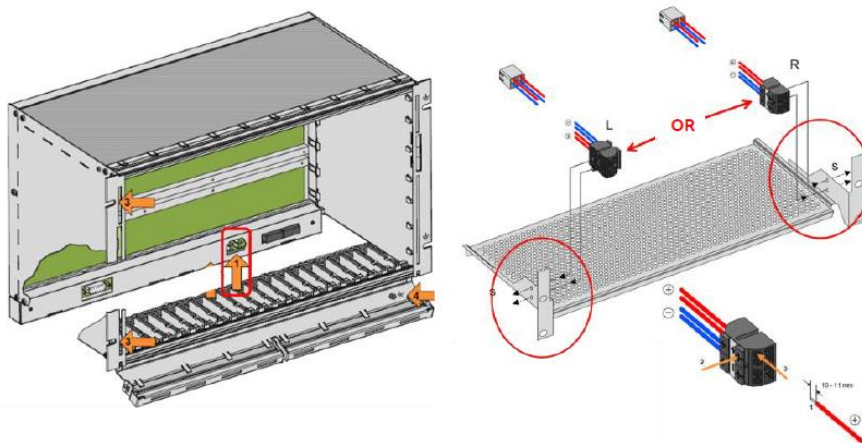


| Slide 41

 Hitachi Energy

## Instalación Física de la Plataforma

FOX615: Fuente de Alimentación Individual

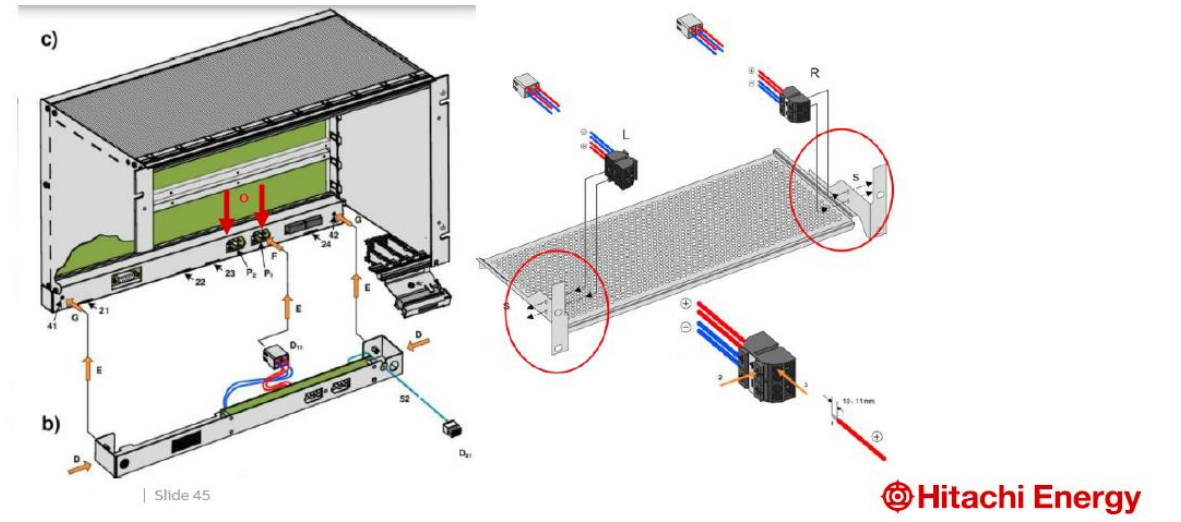


| Slide 44

 Hitachi Energy

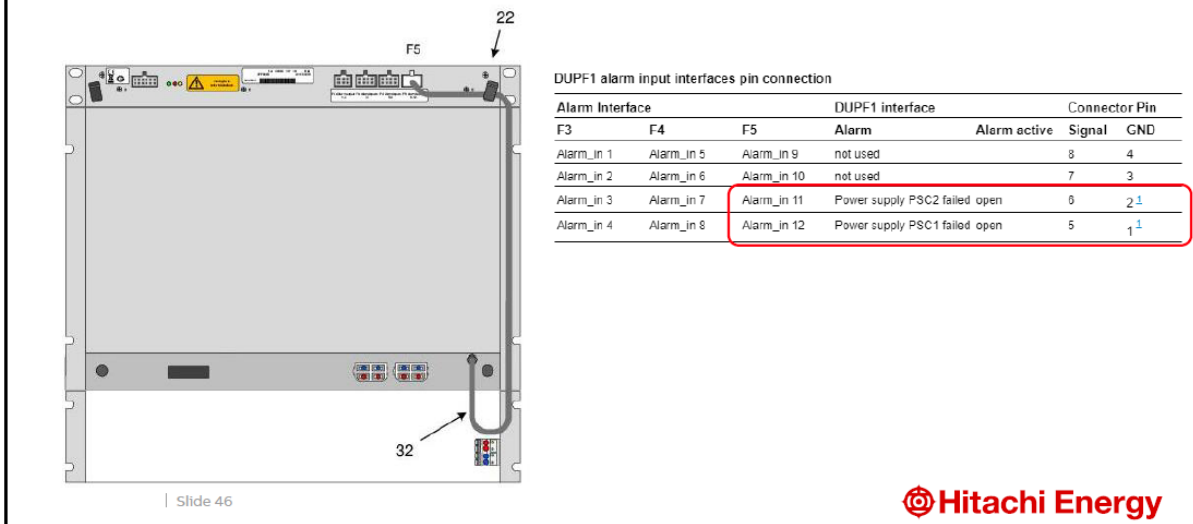
## Instalación Física de la Plataforma

FOX615: Doble Fuente de Alimentación (DUPF1)



## Instalación Física de la Plataforma

FOX615: Doble Fuente de Alimentación (DUPF1)

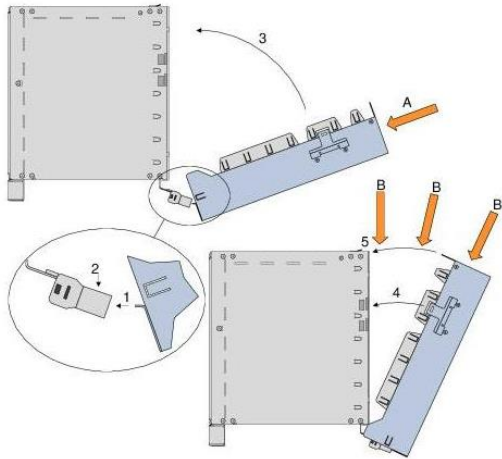


DUPF1 alarm input interfaces pin connection

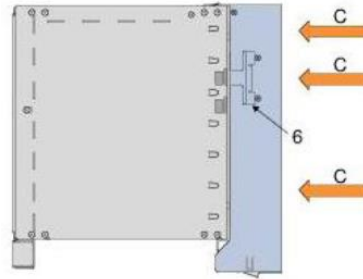
Alarm Interface			DUPF1 interface		Connector Pin	
F3	F4	F5	Alarm	Alarm active	Signal	GND
Alarm_in 1	Alarm_in 5	Alarm_in 9	not used		8	4
Alarm_in 2	Alarm_in 6	Alarm_in 10	not used		7	3
Alarm_in 3	Alarm_in 7	Alarm_in 11	Power supply PSC2 failed open		6	2 <sup>1</sup>
Alarm_in 4	Alarm_in 8	Alarm_in 12	Power supply PSC1 failed open		5	1 <sup>1</sup>

## Instalación Física de la Plataforma

FOX615: Front Cover



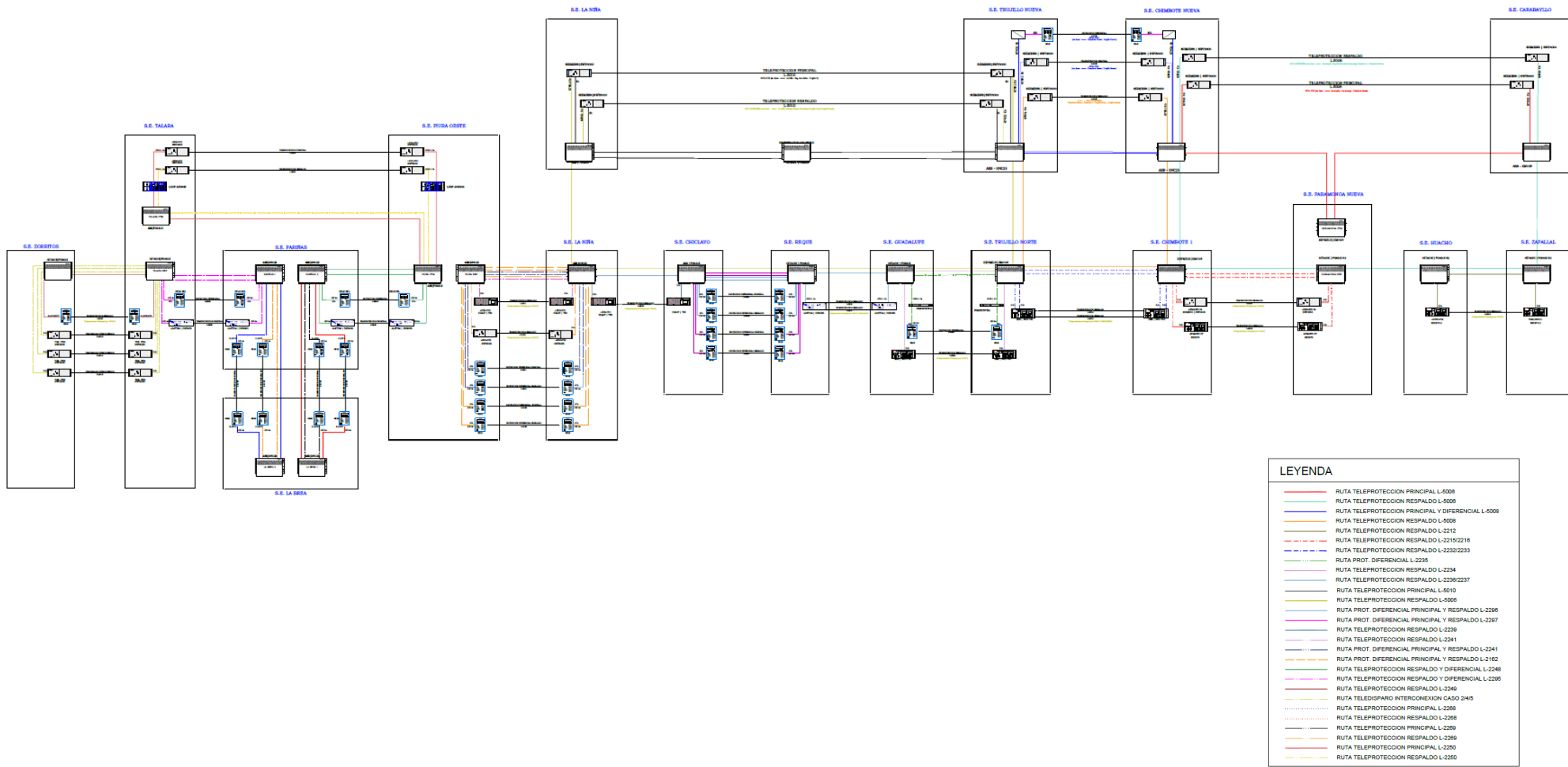
| Slide 52



 Hitachi Energy

# ANEXO B: ESQUEMA DE SERVICIOS MIGRADOS EN LA ZONA NORTE DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

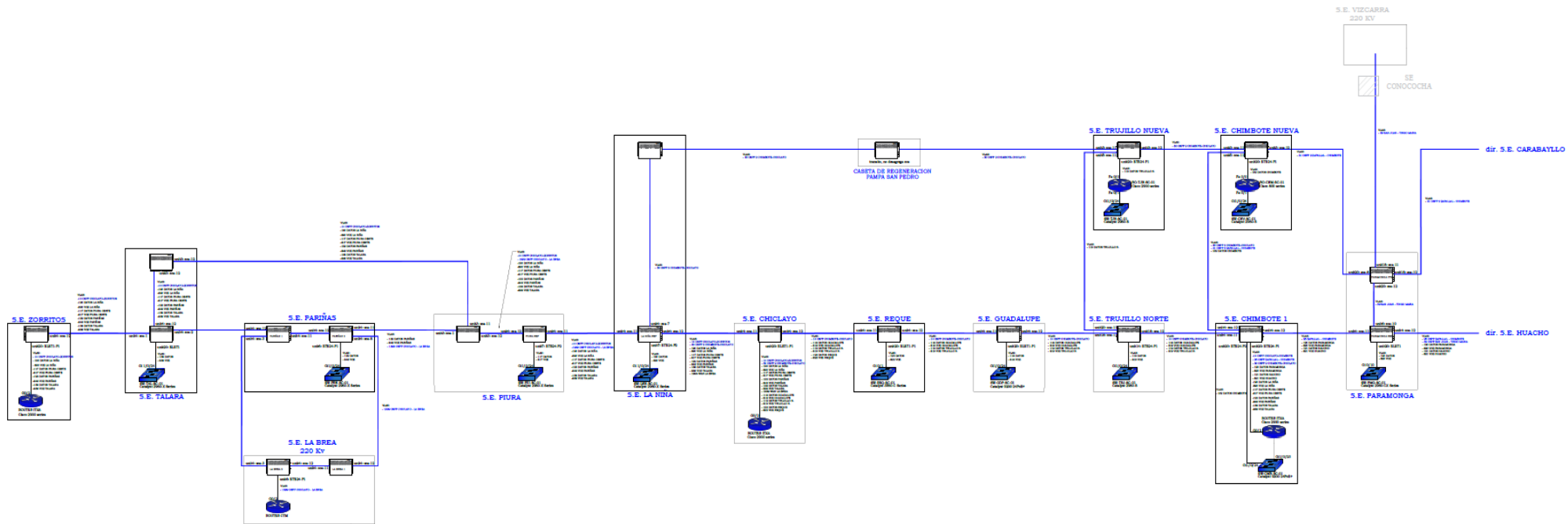
## TELEPROTECCIONES FO - ST NORTE



**LEYENDA**

- RUTA TELEPROTECCION PRINCIPAL L-5008
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-5008
- RUTA TELEPROTECCION PRINCIPAL Y DIFERENCIAL L-5008
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-5008
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-2212
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-2215/2216
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-2235/2233
- RUTA PROT. DIFERENCIAL L-2235
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-2234
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-2236/2237
- RUTA TELEPROTECCION PRINCIPAL L-5010
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-5006
- RUTA PROT. DIFERENCIAL PRINCIPAL Y RESPALDO L-2206
- RUTA PROT. DIFERENCIAL PRINCIPAL Y RESPALDO L-2207
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-2209
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-2241
- RUTA PROT. DIFERENCIAL PRINCIPAL Y RESPALDO L-2241
- RUTA PROT. DIFERENCIAL PRINCIPAL Y RESPALDO L-2102
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO Y DIFERENCIAL L-2248
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO Y DIFERENCIAL L-2205
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-2249
- RUTA TELEDISPARO INTERCONEXION CASO 2445
- RUTA TELEPROTECCION PRINCIPAL L-2265
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-2208
- RUTA TELEPROTECCION PRINCIPAL L-2209
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-2209
- RUTA TELEPROTECCION PRINCIPAL L-2250
- RUTA TELEPROTECCION RESPALDO L-2250

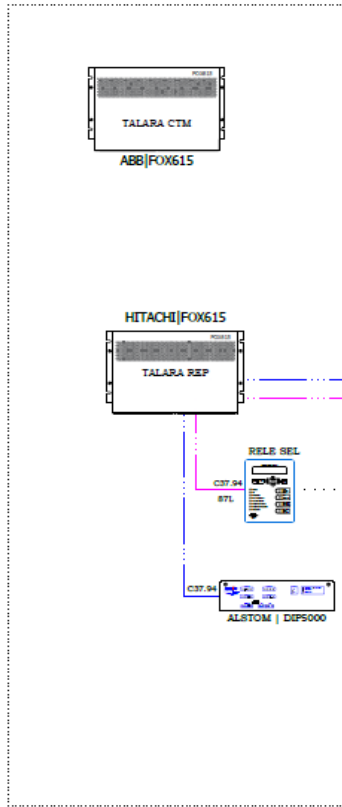
# ESQUEMA DE SERVICIO CORPORATIVO - ST NORTE



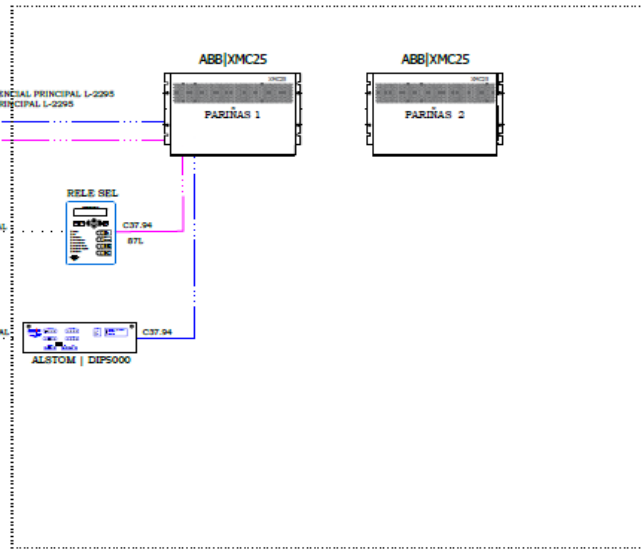
### ANEXO C: ESQUEMA DE REDUNDANCIA PARA TELEPROTECCIONES

#### ENLACE PRINCIPAL POR FO DE TELEPROTECCIÓN L-2295

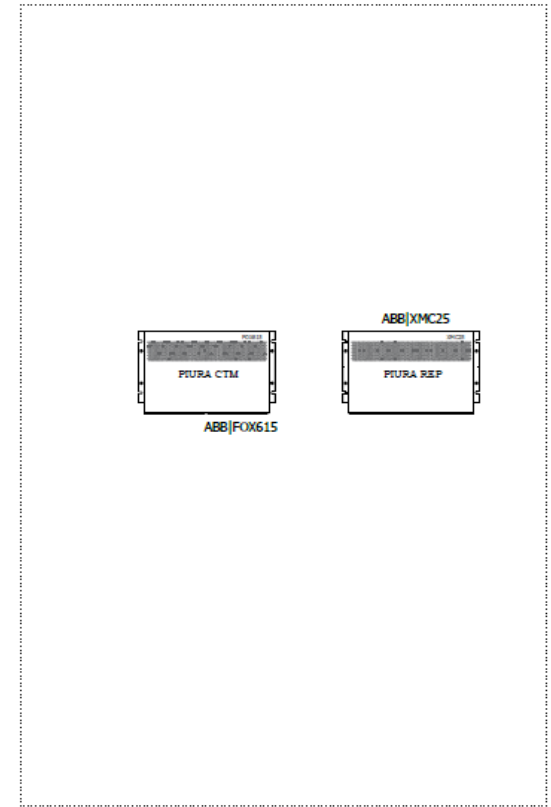
#### S.E. TALARA



#### S.E. PARIÑAS



#### S.E. PIURA OESTE

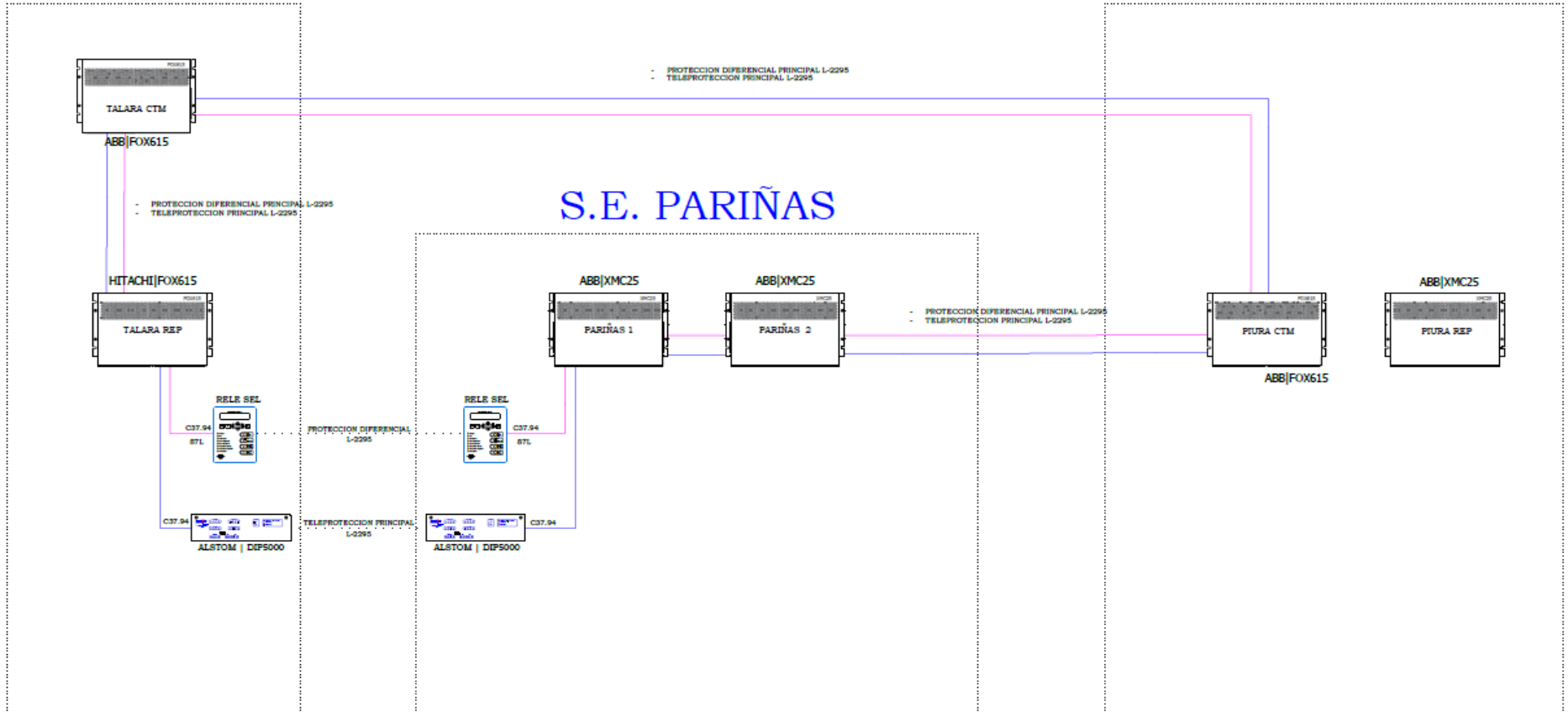


### ENLACE DE REDUNDANCIA POR FO DE TELEPROTECCIÓN L-2295

#### S.E. TALARA

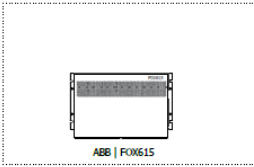
#### S.E. PIURA OESTE

#### S.E. PARIÑAS

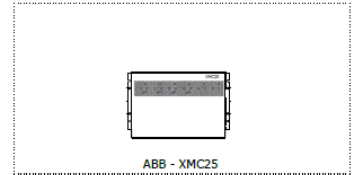


# ENLACE PRINCIPAL POR FO DE TELEPROTECCIÓN L-2296/2297

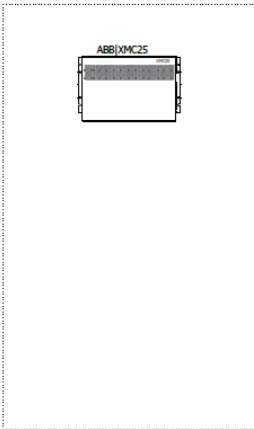
S.E. LA NIÑA  
500 Kv



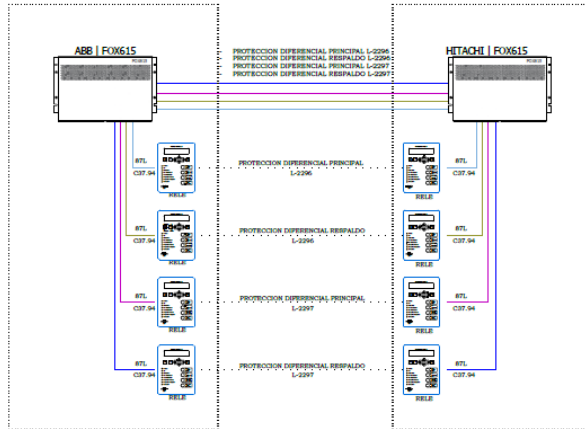
S.E. TRUJILLO NUEVA



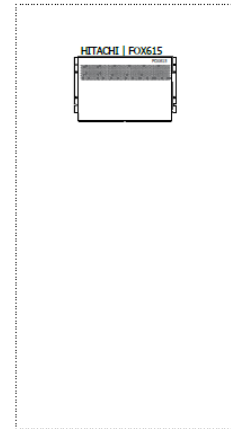
S.E. LA NIÑA  
220 Kv



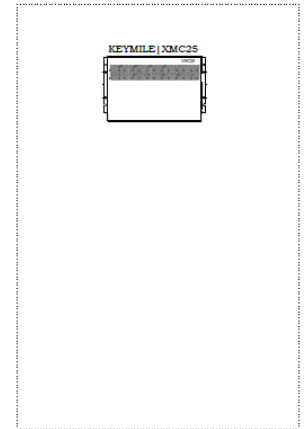
S.E. CHICLAYO  
220 Kv



S.E. GUADALUPE  
220 Kv

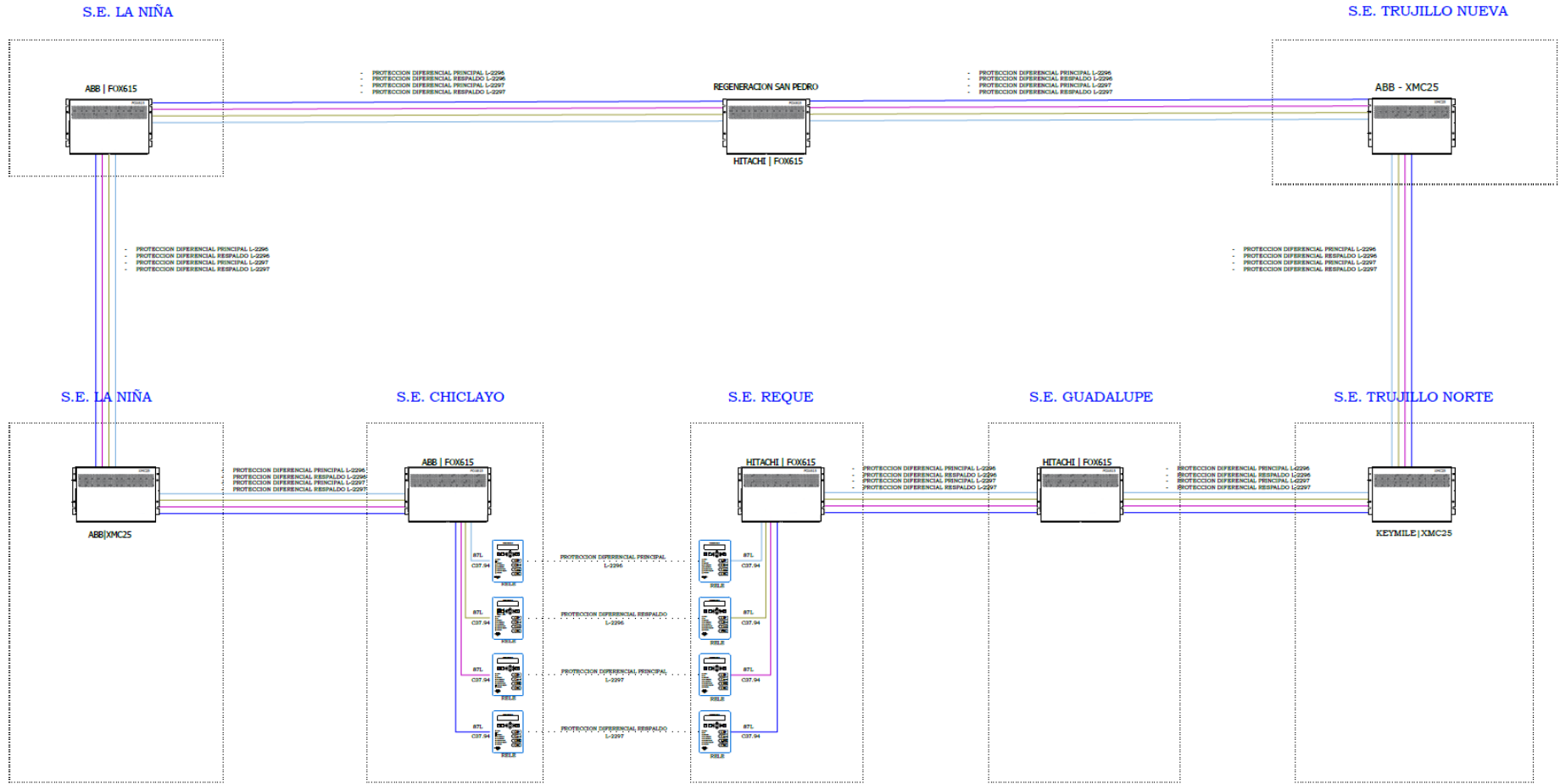


S.E. TRUJILLO NORTE  
220 Kv





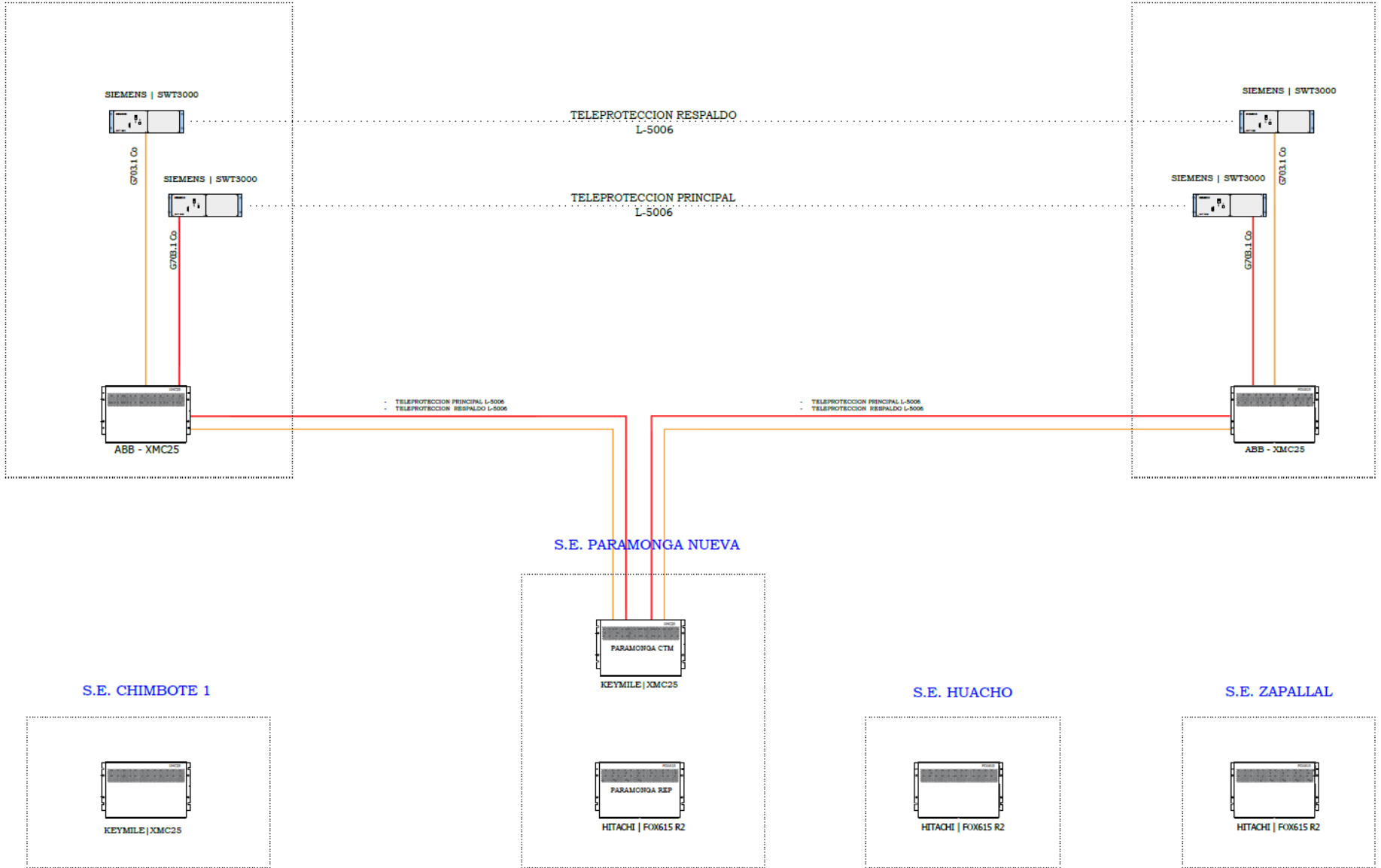
# ENLACE DE REDUNDANCIA POR FO DE TELEPROTECCIÓN L-2296/2297



# ENLACE PRINCIPAL POR FO DE TELEPROTECCIÓN L-5006

S.E. CHIMBOTE NUEVA

S.E. CARABAYLLO



### ENLACE DE REDUNDANCIA POR FO DE TELEPROTECCIÓN L-2296/2297

