

NOMBRE DEL TRABAJO

Alvaro LLancari.pdf

RECUENTO DE PALABRAS

24917 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

149 Pages

FECHA DE ENTREGA

Apr 22, 2024 3:39 PM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

130315 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.5MB

FECHA DEL INFORME

Apr 22, 2024 3:42 PM GMT-5**● 5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado



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

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

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

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

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:	ALVARO LLANCARI MARCO ANTONIO
D.N.I.:	44642370
Otro Documento:	-
Nacionalidad:	PERUANO
Teléfono:	993310391
e-mail:	2008100042@untels.pe / maalvaro.11@gmail.com

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad:	FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTION
Programa Académico:	TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Título Profesional otorgado:	INGENIERO ELECTRONICO Y TELECOMUNICACIONES

Postgrado

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

Datos de trabajo de investigación

Título:	IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE ÓPTICO CON ESTÁNDAR FTTH-GPON PARA UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN EL DISTRITO DE LINCE
Fecha de Sustentación:	17 DE DICIEMBRE DEL 2023
Calificación:	APROBADO
Año de Publicación:	2024



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

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

Marcar con una X su elección.

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

Si autorizo No autorizo

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

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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

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

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

ALVARO LLANCARI, MARCO ANTONIO

APELLIDOS Y NOMBRES

44647370

DNI

Firma y huella:



Lima, 17 de JUNIO del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

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



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE ÓPTICO CON ESTÁNDAR
FTTH-GPON PARA UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN EL
DISTRITO DE LINCE”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ALVARO LLANCARI, MARCO ANTONIO

ORCID: 0009-0003-2720-7044

ASESOR

OPORTO DIAZ, EDGARD

ORCID: 0000-0003-4019-1860

Villa El Salvador

2023



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

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

En Villa El Salvador, siendo las 15:42 horas del día 17 de diciembre de 2023, se reunieron en las instalaciones de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	:	MG. JOSÉ AMBROSIO MACHUCA MINES	CIP N° 158894
Secretario	:	MG. DANIEL LÉVANO RODRIGUEZ	CIP N° 155059
Vocal	:	DR. JULIO ENRIQUE QUISPE TUESTA	CIP N° 150139

Designados con Resolución de Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión N° 984-2023-UNTELS-R-D de fecha 13 de diciembre del 2023.

Se da inició al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones**, bajo la modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional (Resolución de Consejo Universitario N° 065-2023-UNTELS-CU de fecha 08 de agosto del 2023), en la cual se APRUEBA el “Reglamento, Directiva, Cronograma y Presupuesto del VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur”; siendo que el Art. 4º del precitado Reglamento establece que: “La Modalidad de Titulación prevista consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Trabajo de Suficiencia Profesional que dé cuenta de la experiencia profesional y además permita demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. Quienes participen en esta modalidad no podrán tramitar simultáneamente otras modalidades de titulación. Además, los participantes inscritos en esta modalidad, deberán acreditar un mínimo de dos (02) años de experiencia laboral, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 174-2019- SUNEDU/CD y al anexo 1 sobre Glosario de Términos en el punto veinte (20)...”, en el cual;

El Bachiller **MARCO ANTONIO ALVARO LLANCARI**

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: **IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE ÓPTICO CON ESTÁNDAR FTTH-GPON PARA UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN EL DISTRITO DE LINCE**

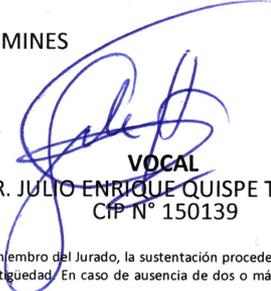
Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

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

Siendo las 16:02 horas del día 17 de diciembre de 2023 se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente acta los miembros del Jurado.


SECRETARIO
MG. DANIEL LÉVANO RODRIGUEZ
CIP N° 155059


PRESIDENTE
MG. JOSÉ AMBROSIO MACHUCA MINES
CIP N° 158894


VOCAL
DR. JULIO ENRIQUE QUISPE TUESTA
CIP N° 150139

Nota: Art. 14º.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del presidente del jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia de dos o más miembros del jurado, la sustentación será reprogramada durante los 05 días siguientes.

DEDICATORIA

A Julio Alvaro y Donatilda LLancari, mis padres, cuyo amor, apoyo inquebrantable y sabios consejos han sido la brújula que me guió en mi camino académico. Su sacrificio y dedicación son la fuente de mi inspiración. Gracias por ser mis pilares y por ser un ejemplo de perseverancia y amor incondicional.

A Melissa Montalvo y T. Alejandro Alvaro, mi esposa e hijo, quienes son mi motor para seguir adelante y superar cualquier obstáculo en mi camino. Este trabajo es un reflejo de nuestro compromiso compartido de construir un futuro mejor juntos. A ustedes les dedico cada logro y cada paso en este camino, con gratitud y amor eterno.

ÍNDICE

RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES	3
1.1. Contexto	3
1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo	5
1.3. Objetivo general	6
1.4. Objetivos específicos	6
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Bases teóricas	8
2.2.1. Cable de fibra óptica	11
2.2.2. Conectores ópticos	25
2.2.3. Divisores ópticos	30
2.2.4. PON Power Meter	33
2.2.5. OTDR	34
2.3. Definición de términos básicos	36
CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL	39
3.1. Determinación y análisis del problema	39
3.2. Modelo de solución propuesto	39
3.2.1. TSS (Technical Site Survey)	40
3.2.2. Instalación de la infraestructura interna	49
3.2.3. Validación de hilos	51
3.2.4. Licencia y obras civiles	53
3.2.5. Despliegue de infraestructura externa	55
3.3. Resultados	57

3.3.1. Pruebas de potencia óptica	57
3.3.2. Pruebas reflectométricas	67
CONCLUSIONES	104
RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFÍA.....	106
ANEXOS.....	111
Anexo 01: Ficha de datos del cable PKP	111
Anexo 02: Ficha de datos del divisor óptico.....	116
Anexo 03: Presupuesto de potencia	121
Anexo 04: Informe iOLM de la CTO-1 instalada en el piso 15.....	123
Anexo 05: Informe iOLM de la CTO-2 instalada en el piso 13.....	125
Anexo 06: Informe iOLM de la CTO-3 instalada en el piso 11.....	127
Anexo 07: Informe iOLM de la CTO-4 instalada en el piso 09.....	129
Anexo 08: Informe iOLM de la CTO-5 instalada en el piso 07.....	131
Anexo 09: Informe iOLM de la CTO-6 instalada en el piso 05.....	133
Anexo 10: Informe iOLM de la CTO-7 instalada en el piso 03.....	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de FIAL - RPAS y Telecomunicaciones S.A.C.....	3
Figura 2: Comparación de núcleos.....	12
Figura 3: Ley de Snell	14
Figura 4: Angulo crítico	15
Figura 5: Refracción y reflexión en la fibra óptica	16
Figura 6: Cono de Aceptación.....	16
Figura 7: Fibra óptica multimodo	18
Figura 8: Rangos de longitud de onda en GPON con estándar ITU-T G.984.5 ..	20
Figura 9: Atenuación y longitud de onda en Fibra Óptica	22
Figura 10: Distribución física del PKP 16	23
Figura 11: Tipos de pulido de conectores de FO.....	26
Figura 12: Tipos de conectores de FO	29
Figura 13: Funcionamiento del divisor óptico	31
Figura 14: Arquitectura de red FTTH de TdP	32
Figura 15: Diagrama de bloques de PPM.....	33
Figura 16: Puntos de medición con PPM	34
Figura 17: Traza del enlace en el OTDR	35
Figura 18: Pantalla iOLM.....	36
Figura 19: Diagrama de Gantt.....	40
Figura 20: Diagrama de red	43
Figura 21: Rotulado de CTO-0	44
Figura 22: Rotulado de las CTO interiores	44

Figura 23: Ruta de cableado externo	46
Figura 24: Ubicación de CTO-0.....	47
Figura 25: Presupuesto de potencia para 1490 nm.....	48
Figura 26: Presupuesto de potencia para 1550 nm.....	48
Figura 27: Instalación de CTO interiores	50
Figura 28: Características de los divisores usados en la red FTTH de TdP	50
Figura 29: Detalle de rotulado en central de TdP	51
Figura 30: Conexión en la central.....	52
Figura 31: Licencia municipal para obras civiles	53
Figura 32: Obras civiles para instalación de ductos	54
Figura 33: Tendido de cables de fibra óptica en planta externa	55
Figura 34: Instalación de CTO-0	56
Figura 35: DIVICAU	56
Figura 36: PON Power Meter, ShinewayTech PPM-50	57
Figura 37: PON Power Meter, Joinwit JW3213	58
Figura 38: PPM, Piso 15, CTO 01	59
Figura 39: PPM, Piso 13, CTO 02.....	60
Figura 40: PPM, Piso 11, CTO 03.....	61
Figura 41: PPM, Piso 09, CTO 04.....	62
Figura 42: PPM, Piso 07, CTO 05.....	63
Figura 43: PPM, Piso 05, CTO 06.....	64
Figura 44: PPM, Piso 03, CTO 07.....	65
Figura 45: Vista gráfica del resumen para 1490 nm	66

Figura 46: Vista gráfica del resumen para 1550 nm	67
Figura 47: OTDR, EXFO MaxTester 730C	68
Figura 48: Puertos físicos del OTDR EXFO MaxTester 730C	69
Figura 49: Configuración del puerto en el OTDR.....	70
Figura 50: Configuración monomodo activo en 1625 nm	70
Figura 51: Configuración de parámetros de acuerdo con los umbrales de TdP .	71
Figura 52: Ejecución de pruebas iOLM	72
Figura 53: Pruebas con OTDR, Piso 15, CTO 01	74
Figura 54: Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 15, CTO 01	74
Figura 55: Pérdidas por tramo de la Tabla 24	75
Figura 56: Pérdidas por tramo de la Tabla 25	76
Figura 57: Imagen de línea resumen de la CTO-1	77
Figura 58: Pruebas con OTDR, Piso 13, CTO 02.....	78
Figura 59: Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 13, CTO 02	78
Figura 60: Pérdidas por tramo de la Tabla 27	79
Figura 61: Pérdidas por tramo de la Tabla 28	80
Figura 62: Imagen de línea resumen de la CTO-2	81
Figura 63: Pruebas con OTDR, Piso 11, CTO 03.....	82
Figura 64: Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 11, CTO 03	82
Figura 65: Pérdidas por tramo de la Tabla 30	83
Figura 66: Pérdidas por tramo de la Tabla 31	84
Figura 67: Imagen de línea resumen de la CTO-3	85
Figura 68: Pruebas con OTDR, Piso 09, CTO 04.....	86

Figura 69: Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 09, CTO 04	86
Figura 70: Pérdidas por tramo de la Tabla 33	87
Figura 71: Pérdidas por tramo de la Tabla 34	88
Figura 72: Imagen de línea resumen de la CTO-4	89
Figura 73: Pruebas con OTDR, Piso 07, CTO 05	90
Figura 74: Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 07, CTO 05	90
Figura 75: Pérdidas por tramo de la Tabla 36	91
Figura 76: Pérdidas por tramo de la Tabla 37	92
Figura 77: Imagen de línea resumen de la CTO-5	93
Figura 78: Pruebas con OTDR, Piso 05, CTO 06	94
Figura 79: Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 05, CTO 06	94
Figura 80: Pérdidas por tramo de la Tabla 39	95
Figura 81: Pérdidas por tramo de la Tabla 40	96
Figura 82: Imagen de línea resumen de la CTO-6	97
Figura 83: Pruebas con OTDR, Piso 03, CTO 07	98
Figura 84: Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 03, CTO 07	98
Figura 85: Pérdidas por tramo de la Tabla 42	99
Figura 86: Pérdidas por tramo de la Tabla 43	100
Figura 87: Imagen de línea resumen de la CTO-7	101
Figura 88: Vista gráfica del resumen para 1490 nm (OTDR)	102
Figura 89: Vista gráfica del resumen para 1550 nm (OTDR)	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos del edificio	5
Tabla 2: Características de la Fibra Óptica	12
Tabla 3: Tabla de características de FO	20
Tabla 4: Parámetros para asignación de longitudes de Onda según ITU-T G.984.5	21
Tabla 5: Código de colores del PKP 16	23
Tabla 6: Características del cable PKP 16.....	25
Tabla 7: Pérdida de retorno de los conectores	26
Tabla 8: Comparación de divisores FBT y PLC	32
Tabla 9: Detalle de planificación de actividades	40
Tabla 10: Coordenadas y distancias de la infraestructura de TdP	46
Tabla 11: Umbrales de potencia para redes FTTH	48
Tabla 12: Potencia esperada en la central de TdP	49
Tabla 13: Potencia real en la central de TdP	53
Tabla 14: Resultados PPM, Piso 15, CTO 01	59
Tabla 15: Resultados PPM, Piso 13, CTO 02	60
Tabla 16: Resultados PPM, Piso 11, CTO 03.....	61
Tabla 17: Resultados PPM, Piso 19, CTO 04.....	62
Tabla 18: Resultados PPM, Piso 07, CTO 05.....	63
Tabla 19: Resultados PPM, Piso 05, CTO 06.....	64
Tabla 20: Resultados PPM, Piso 03, CTO 07	65
Tabla 21: Resumen de datos obtenidos con PPM para 1490 nm	66

Tabla 22: Resumen de datos obtenidos con PPM para 1550 nm	67
Tabla 23: Umbrales solicitados por TdP para las pruebas con OTDR	68
Tabla 24: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm	75
Tabla 25: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm	76
Tabla 26: Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR.....	77
Tabla 27: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm	79
Tabla 28: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm	80
Tabla 29: Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR.....	81
Tabla 30: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm	83
Tabla 31: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm	84
Tabla 32: Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR.....	85
Tabla 33: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm	87
Tabla 34: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm	88
Tabla 35: Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR.....	89
Tabla 36: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm	91
Tabla 37: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm	92

Tabla 38: Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR.....	93
Tabla 39: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm	95
Tabla 40: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm	96
Tabla 41: Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR.....	97
Tabla 42: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm	99
Tabla 43: Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm	100
Tabla 44: Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR.....	101
Tabla 45: Resumen de valores de potencia obtenidos con OTDR para 1490 nm	102
Tabla 46: Resumen de datos obtenidos con OTDR para 1550 nm.....	103

RESUMEN

La problemática abordada en este proyecto radica en la demanda de una conexión a internet usando fibra óptica solicitada por la administración de un edificio multifamiliar. La ausencia de una red de fibra óptica afecta tanto a los actuales residentes como a la capacidad de comercialización de los departamentos disponibles. Para considerar esta solicitud, se ha optado por implementar la tecnología FTTH (Fiber to the Home) con estándar GPON (Gigabit Passive Optical Network) proporcionada por Telefónica del Perú, en busca de mejorar la calidad y velocidad del servicio en comparación con tecnologías anteriores. La elección de esta tecnología plantea la organización de los trabajos técnicos y de obras civiles que requieren una supervisión constante.

La metodología del proyecto implica una fase de planificación a detalle que abarca desde la selección de la tecnología hasta la especificación de componentes como cables, conectores y divisores, cumpliendo con los requisitos de homologación. Luego, se implementa la fase de ejecución, que incluye el tendido de la planta externa y la instalación de equipos especializados homologados por Telefónica del Perú. Finalmente, se realiza una fase de medición y certificación del enlace para garantizar la calidad de la conexión implementada.

Los resultados esperados de este proyecto son la implementación exitosa de una conexión FTTH GPON en el edificio multifamiliar, lo que satisface las demandas exigidas por los propietarios residentes y mejora la oferta de venta de las unidades. Los resultados incluirán una infraestructura de red operativa, un enlace certificado y la documentación técnica necesaria para respaldar la gestión y el mantenimiento continuo de la red FTTH. También se presentarán conclusiones basadas en la experiencia adquirida durante la ejecución del proyecto.

INTRODUCCIÓN

En el presente año, 2023, la expansión de las redes de fibra óptica en el país ha sido notorio; los operadores de telecomunicaciones que implementan redes FTTH-GPON tienen como objetivo atraer a la mayor cantidad de usuarios para sus redes, con la finalidad de incrementar el tráfico de datos y mejorar sus ganancias. No obstante, también es esencial que estas redes sean confiables y que ofrezcan una latencia mínima, aprovechando los avances continuos en tecnologías y mecanismos de mejora.

En la actualidad, en el Perú, existen varios proveedores de redes FTTH-GPON compitiendo. Esta competencia logra mejorar la oferta de los operadores hacia los clientes finales cuya demanda es cada vez más exigente.

En este contexto, Telefónica del Perú S. A. A. está realizando el despliegue de la "Red de Expansión Vertical". Este proyecto se centra en la implementación de una red de fibra óptica FTTH (Fiber to the Home) con tecnología GPON (Gigabit Passive Optical Network), su objetivo principal es conectar tanto edificios nuevos como antiguos, instalando cajas terminales que distribuirán el servicio a departamentos y usuarios finales.

En la práctica diaria, se ha observado que la implementación inicial de la red vertical es necesaria, especialmente debido a las características específicas de los edificios y a la necesidad de atraer a nuevos usuarios. Por esta razón, Telefónica del Perú S. A. A. busca la homologación de diversas empresas que cuentan con la capacidad para gestionar proyectos que demandan el despliegue de personal técnico y coordinaciones directas. Estas empresas pueden subcontratar el trabajo o realizarlo directamente.

La "Red de Expansión Vertical" abarca la implementación de redes de fibra óptica FTTH - GPON en una variedad de edificios, como edificios de departamentos, edificios de oficinas, centros comerciales, condominios y otros lugares donde existe una concentración de viviendas familiares.

La fiabilidad de la red es una prioridad indiscutible, y es por ello que las pruebas y la certificación de la red son requisitos fundamentales para concluir con éxito el proyecto. En esta etapa, el operador dispone de marcas y modelos de equipos

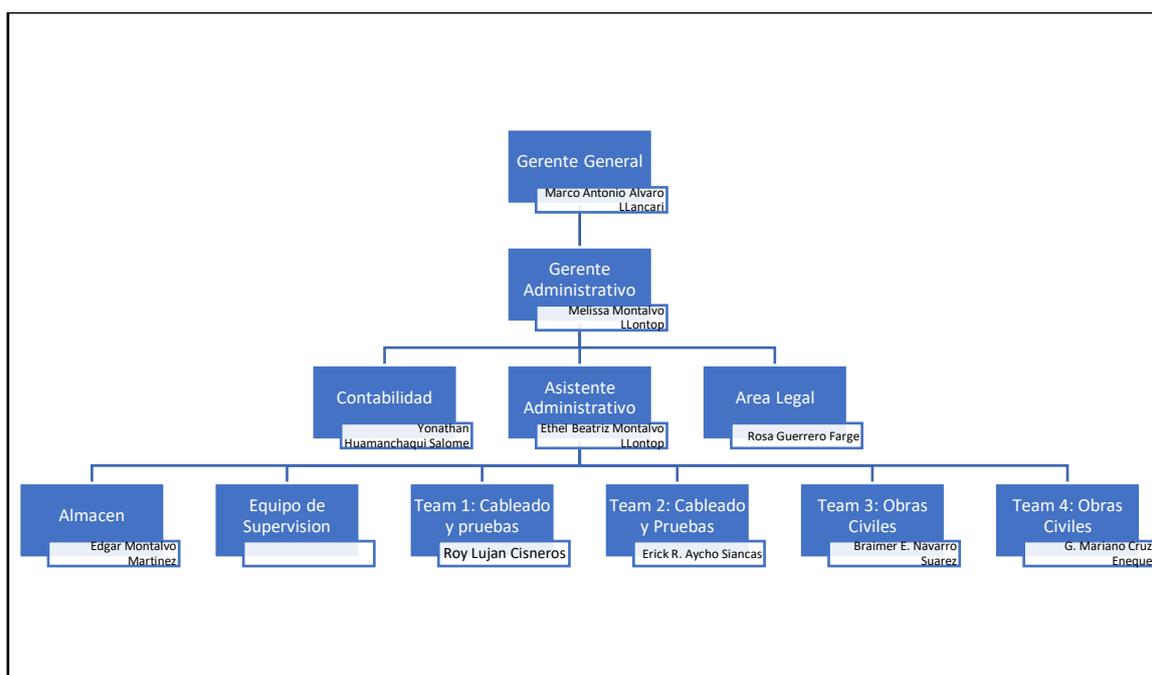
homologados que son esenciales para las pruebas requeridas y generar los informes respectivos, garantizando así que la red sea confiable y cumpla con los estándares de calidad esperados.

CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Contexto

FIAL – RPAS y Telecomunicaciones S. A. C. es una empresa constituida legalmente en el Registro de Personas Jurídicas de SUNARP en la Partida Registral Electrónica N° 14502265; y autorizada para su funcionamiento y facturación por la SUNAT con el RUC 20606269642. Inicia sus labores el 29 de Julio del 2020, actualmente tiene el siguiente organigrama:

Figura 1:
Organigrama de FIAL - RPAS y Telecomunicaciones S.A.C.



Nota. Organigrama actual de la empresa con el responsable de cada área de trabajo. Elaboración propia.

HF TELECOM S. A. C. es el cliente que asigna edificios para realizar los siguientes trabajos:

- *TSS (Technical Site Survey – Estudio Técnico de Sitio):* hace referencia a la investigación inicial que se lleva a cabo durante la primera visita al edificio. En este proceso, se examinan las montantes o cajas de comunicaciones existentes, se evalúa los conductos de entrada disponibles y se determina la viabilidad técnica de establecer una conexión de telecomunicaciones al edificio. También se evalúa si requiere o no, trabajos de construcción civil para

instalar conductos de telecomunicaciones que permitan la conexión al edificio. Finalizada la evaluación inicial, se prepara un informe detallado que resume los hallazgos y proporciona una proyección de las obras necesarias para la conexión de telecomunicaciones al edificio.

- *Ejecución del Cableado*: La fase de implementación de acuerdo con el TSS (Estudio Técnico de Sitio) previo implica la ejecución de una serie de actividades específicas. Durante esta fase, se llevan a cabo las obras civiles, la instalación de infraestructura física, el tendido de cables (ya sea aéreo o subterráneo según las necesidades), la instalación de Cajas Terminales Ópticas (CTO) y otros dispositivos necesarios. También se realizan empalmes de hilos y se asignan puertos correspondientes al edificio. Además, se realizan tareas de acondicionamiento, rotulado y limpieza en el lugar de trabajo cuando se culmina. Completada esta etapa de implementación, se genera un informe de liquidación que proporciona un resumen de las actividades realizadas y su progreso.
- *Pruebas*: Cuando el cliente notifica que los cables necesarios para brindar servicio al edificio ya están conectados en la central, se vuelve al edificio para realizar una serie de pruebas. Estas pruebas incluyen la medición de la potencia utilizando el PON POWER METER, pruebas reflectométricas empleando la tecnología iOLM con un OTDR EXFO y, por último, pruebas destinadas a evaluar el estado de la férula mediante un microscopio EXFO. Cabe destacar que todos los equipos han sido homologados por el operador de telecomunicaciones.

Los trabajos ejecutados son un requerimiento del operador hacia la contratista quien a su vez cuenta con sub-contratas para desarrollar un volumen de trabajo:

- Operador: TELEFÓNICA DEL PERÚ S. A. A.

Telefónica del Perú S. A. A. identificado con RUC 20100017491, es el operador y tiene como principal objetivo ofrecer el servicio de FTTH – GPON a un amplio número de usuarios, brindando las características más destacadas del mercado, con el propósito de recuperar su inversión y garantizar la rentabilidad de sus servicios.

- Contratista: HF TELECOM S. A. C.

HF Telecom S. A. C. identificado con RUC 20522467091, es la empresa que ha obtenido la aprobación oficial para la instalación de la red de Telefónica del Perú. Debido al volumen de trabajo que recibe de parte de este operador, comparte la carga de trabajo con otras empresas que se encargan de ejecutar la implementación.

- Sub-Contrata: FIAL – RPAS Y TELECOMUNICACIONES S. A. C.

FIAL – RPAS y Telecomunicaciones S. A. C. identificado con RUC 20606269642, es la empresa especializada en la instalación de redes FTTH, lo que incluye los TSS, supervisión, tendido de cables, instalación de dispositivos y la realización de pruebas finales de certificación.

1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo

El edificio hacia donde se va a llevar la red de fibra óptica de Telefónica del Perú con tecnología FTTH-GPON tiene las características y ubicación descritas en la siguiente tabla:

Tabla 1:
Datos del edificio

DATOS DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR	
<i>Proyecto</i>	Telefónica del Perú
<i>Item Plan</i>	23-4510283949
<i>Edificio</i>	Multifamiliar Linkce (Arteco Inmobiliaria)
<i>Pisos</i>	15
<i>UIP</i>	73
<i>Latitud</i>	-12.088829
<i>Longitud</i>	-77.030974
<i>MAPS</i>	https://goo.gl/maps/BFcWjZKBBiCxbjwf7
<i>Distrito</i>	Lince
<i>Dirección</i>	Av. Militar 2500 / Jr. José De La Torre Ugarte 474 - 478 - 488
<i>Contacto</i>	Magno Frank Reyes Ríos
<i>Teléfono</i>	955249118 - 902539077
<i>Correo</i>	magno.reyes@arteco.pe

Nota: Datos de ubicación y contacto del edificio Multifamiliar. Elaboración propia.

Los trabajos para hacer llegar la red FTTH – GPON de Telefónica del Perú al edificio serán en los meses de agosto y setiembre.

1.3. Objetivo general

Implementar un enlace óptico con estándar FTTH-GPON para dar servicio de internet y televisión por cable en un edificio multifamiliar en el distrito de Lince.

1.4. Objetivos específicos

- Diseñar el enlace óptico FTTB (Fiber To The Building) entre el nodo y el edificio de abonados.
- Realizar el tendido de planta externa del enlace óptico, desde el punto de conexión hasta el edificio.
- Caracterizar el enlace óptico con PON Power Meter (PPM) y OTDR para su certificación.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

(Alcívar Ponce, 2015). *Diseño e implementación de una red de fibra óptica FTTH utilizando el estándar GPON entre la facultad de sistemas y telecomunicaciones y sus laboratorios en la universidad estatal península de Santa Elena*. [Trabajo previo a la obtención del título de ingeniero en electrónica y telecomunicaciones]. Universidad Estatal Península de Santa Elena

En el trabajo aborda el problema de la conectividad que existe entre la facultad y sus laboratorios. Se señala que, en la actualidad, la conexión se basa en la utilización de cables de par de cobre y coaxiales. Esta situación plantea la necesidad de actualizar la tecnología utilizada y de mejorar la conexión, lo que resultaría en una reducción de las pérdidas de señal y en un aumento significativo del ancho de banda disponible para videoconferencias y otras actividades de transmisión de datos.

(Pachas Matias, 2019). *Diseño de una red FTTH con despliegue de fibra óptica mediante el sistema de alcantarillado en el distrito de El Agustino*. [Tesis para optar el título de profesional de ingeniero de las telecomunicaciones]. Pontificia Universidad Católica del Perú.

El tesista propone la implementación de una red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH, por sus siglas en inglés) aprovechando la infraestructura existente de alcantarillado utilizando el método Packer. Este método involucra el uso de máquinas automatizadas o compresoras para la instalación subterránea de la red. Se realiza un análisis detallado de los equipos necesarios para instalación, se consideran los estándares de los cables, su disposición bajo tierra, y se elabora un presupuesto que abarca los costos asociados. El objetivo de este proyecto es abordar la falta de infraestructura adecuada para respaldar la expansión de la fibra óptica en el distrito de El Agustino.

(Quezada Alegría, 2021). *Diseño de una red FTTH mediante el estándar GPON para la mejorara de calidad de servicio de internet en los hogares en el distrito de Chorrillos*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero electrónico]. Universidad Nacional del Callao.

El tesista se ocupa de la situación problemática que se presenta en el distrito de Chorrillos debido a la carencia de redes de fibra óptica hasta el hogar (FTTH). Su propuesta consiste en la ampliación de una red FTTH mediante el uso de elementos pasivos, específicamente, usando la tecnología GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit), y destaca las ventajas técnicas que ofrece en comparación con otras tecnologías disponibles.

(Hurtado Panéz, 2022). *Desarrollo de una red FTTH con tecnología GPON para el acceso de telecomunicaciones en hogares de la ciudad de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión, departamento de Pasco*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero de telecomunicaciones]. Universidad Tecnológica del Perú

El tesista en su trabajo detalla la situación problemática que enfrenta la comunidad de Yanahuanca debido a la falta de acceso a servicios de Internet en los hogares. Su propuesta se centra en abordar esta problemática mediante la implementación de una red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH) utilizando la tecnología GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit). Un aspecto distintivo de esta tecnología es su empleo de elementos pasivos para el procesamiento de la señal de luz emitida por los dispositivos ubicados en la central, lo que ofrece una solución eficiente y efectiva.

2.2. Bases teóricas

Según, (Santa Cruz, s.f.)¹. se tiene que:

Las ondas de luz representan una forma de energía electromagnética, y la noción de transmitir información utilizando la luz como medio de transporte tiene más de un siglo de existencia. Alrededor de 1880, Alexander G. Bell creó un dispositivo llamado el fonógrafo, que podía enviar mensajes de voz a distancias cortas mediante el uso de la luz. Sin embargo, esta tecnología resultó poco práctica debido a la falta de fuentes de luz adecuadas en ese momento.

Con la invención y desarrollo del láser en la década de 1960, resurgió la idea de utilizar la luz como un medio confiable y de alto potencial para la transmisión de información, gracias a su frecuencia alta de portadora, de 10¹⁴ Hz. En ese período,

¹ Tomando como referencia la cronología hecha por Santa Cruz, OM (s.f.), en su compilatorio "Modulo introductorio: Principios generales del sistema de fibra óptica"

comenzaron los estudios fundamentales sobre cómo modular y detectar señales ópticas. Los primeros experimentos de transmisión a través de la atmósfera revelaron varios desafíos, como la falta de fiabilidad debido a condiciones climáticas adversas, contaminación y turbulencia atmosférica.

La idea de usar fibras de vidrio como medio de guía para la luz rápidamente se volvió atractiva debido a sus ventajas en términos de tamaño, peso, facilidad de manejo, flexibilidad y costo. En particular, las fibras de vidrio permitieron la conducción de la luz a través de múltiples reflexiones internas de los rayos luminosos, aunque inicialmente presentaban altos niveles de atenuación.

Un hito importante para el futuro de las comunicaciones a través de fibra óptica ocurrió en 1966, cuando Kao y Hockman publicaron un artículo en el que señalaban que la atenuación observada en las fibras de vidrio hasta ese momento no se debía a características inherentes del material, sino a impurezas generadas durante el proceso de fabricación. A partir de ese momento, comenzaron a surgir eventos que llevarían a la amplia adopción y uso de la fibra óptica como una alternativa cada vez más popular a los cables de cobre.

En el año 1970, la empresa Corning logra un avance significativo en la tecnología de las fibras ópticas al desarrollar fibras con una atenuación de 20 dB/km. Este logro marcó un punto de partida importante en el campo de las comunicaciones ópticas al permitir la transmisión de señales a través de largas distancias con una menor pérdida de señal.

Dos años después, en 1972, se introduce en el mercado una nueva generación de fibras ópticas que incorporan un núcleo líquido y presentan una atenuación reducida de 8 dB/km. Esta innovación también representó un paso adelante en la búsqueda de fibras más eficientes y de menor pérdida de señal.

Sin embargo, en 1973, Corning logra un avance aún más significativo al desarrollar fibras ópticas de sílice (SiO_2) de alta pureza con una atenuación récord de 4 dB/km. Esta mejora tecnológica dejó obsoletas a las fibras con núcleo líquido y consolidó las fibras de sílice como la opción preferida en las comunicaciones ópticas.

En 1976, tanto NTT como Fujikura lograron un hito al desarrollar fibras ópticas con una sorprendente atenuación de 0,47 dB/km en la longitud de onda de 1300 nm.

Este avance estuvo muy cerca del límite teórico debido a factores intrínsecos como la dispersión de Rayleigh.

Tres años después, en 1979, se alcanzan atenuaciones asombrosamente bajas de 0,12 dB/km utilizando fibras monomodo en la longitud de onda de 1550 nm. Además, en 1975 se descubre que las fibras de sílice exhiben una dispersión mínima alrededor de 1300 nm, lo que abre nuevas posibilidades para la transmisión de datos al proporcionar un ancho de banda sustancial.

Los avances en las fibras ópticas también estimularon la investigación en fuentes de luz y detectores ópticos más fiables y eficientes. En 1970, se logra desarrollar el primer láser de AlGaAs capaz de operar de manera continua a temperatura ambiente, aunque inicialmente tenía una vida útil limitada que posteriormente se mejoró significativamente.

En 1971, C.A. Burrus introduce un nuevo tipo de emisor de luz, el LED (diodo emisor de luz), que se caracteriza por tener una pequeña superficie radiante, que lo convierte en una opción ideal para el acoplamiento con fibras ópticas y su uso se generaliza en aplicaciones de comunicaciones.

En lo que respecta a los fotodetectores, se desarrollan los diodos PIN y los fotodetectores de avalancha basados en silicio (Si) con buenas características. Sin embargo, los dispositivos tenían limitaciones en longitudes de onda superiores a 1100 nm.

Se exploraron materiales como el germanio (Ge) para trabajar en el rango de longitudes de onda entre 1100 y 1600 nm. Aunque el Ge tenía el potencial de operar en este rango, presentaba el inconveniente de una alta corriente de oscuridad (ruido). Como respuesta a las dificultades, se llevaron a cabo investigaciones con fotodiodos basados en materiales como InGaAsP, y en 1977 se logró desarrollar el primer fotodiodo PIN de InGaAs.

Los avances técnicos en las fibras ópticas, las fuentes de luz y los detectores ópticos sentaron las bases para la revolución en las comunicaciones ópticas y contribuyeron significativamente al desarrollo de las redes de telecomunicaciones modernas.

2.2.1. Cable de fibra óptica

Según, (Worton, ¿Cuál es la diferencia entre fibra monomodo y multimodo?, 2021)²:

La fibra óptica es un componente esencial en las redes de comunicación modernas, y su funcionamiento se basa en la transmisión de información a través de señales ópticas a lo largo de cables especialmente diseñados para este propósito. Los cables constan de una o más fibras ópticas dependiendo del modelo usado en las redes.

La fibra óptica se produce a partir de un material conocido como sílice, que se caracteriza por su pureza. Es asombroso pensar que tan solo se requieren 2 kilogramos de sílice para fabricar más de 40 kilómetros de fibra óptica. El proceso de fabricación comienza con lingotes cilíndricos de sílice, que se someten a un proceso de fusión controlada para convertirlos en hilos. Los hilos se recubren luego con una capa protectora para garantizar su integridad y durabilidad.

En su esencia, la fibra óptica funciona como una guía de onda de luz. La luz se introduce en uno de los extremos del cable y se propaga a lo largo de la fibra gracias a un fenómeno llamado Reflexión Interna Total (TIR). Cuando un rayo de luz pasa de un material transparente a otro con un índice de refracción menor, y lo hace bajo un ángulo crítico de incidencia, la luz queda atrapada dentro del material y se refleja internamente en lugar de salir del mismo. Este principio físico es fundamental para la transmisión de señales ópticas a través de la fibra óptica.

Un sistema de transmisión óptica consta de varios componentes esenciales. La fuente de luz, que suele ser un láser, ilumina el núcleo de la fibra, y el receptor, que es un dispositivo fotosensible, detecta la luz y la convierte en señales eléctricas. La información se codifica mediante la modulación de la luz, donde un pulso de luz representa un "1" y la ausencia de luz representa un "0". Este proceso permite la transmisión de datos a velocidades altas y con un ancho de banda superior a los cables de cobre.

² Artículo de Worton en su Blog de FS Community con título "¿Cuál es la diferencia entre fibra monomodo y multimodo?"

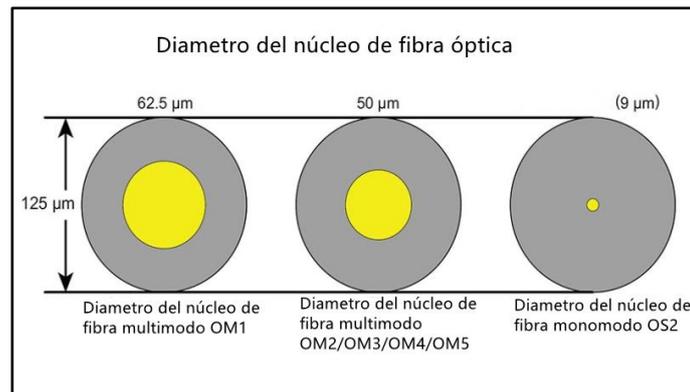
Las fibras ópticas constan de tres componentes principales: el núcleo (core), el revestimiento (cladding o coating) y una capa exterior de protección. El tamaño del núcleo varía según el tipo de fibra, con diámetros comunes de 9 μm (monomodo), 50 μm (multimodo) y 62.5 μm (multimodo). Para tener una idea de dimensiones, un cabello humano tiene un diámetro de aproximadamente 70 μm . El revestimiento rodea el núcleo y ayuda a guiar la luz a lo largo del mismo, evitando que se escape. La capa exterior de protección está diseñada para resguardar la fibra de posibles daños mecánicos y proporcionar propiedades mecánicas al cable.

Tabla 2:
Características de la Fibra Óptica

DIÁMETROS DE NÚCLEO Y REVESTIMIENTO EN LA FIBRA ÓPTICA		
	NÚCLEO	REVESTIMIENTO
MONOMODO	9 μm	125 μm
MULTIMODO	50 μm	125 μm
MULTIMODO	62.5 μm	125 μm

Nota: Síntesis de los diámetros comunes en la fibra óptica según su tipo. Elaboración propia.

Figura 2:
Comparación de núcleos



Nota: (Worton, ¿Cuál es la diferencia entre fibra monomodo y multimodo?, 2021). Comparación de los núcleos de las fibras multimodo y monomodo

Un aspecto en la transmisión de señales a través de fibras ópticas es la atenuación, que se refiere a la reducción de la potencia de la señal luminosa a medida que viaja a lo largo de la fibra. La atenuación puede ser causada por diversos factores, incluyendo fenómenos de dispersión y absorción que afectan incluso a los materiales más puros. Esta pérdida de potencia limita la distancia máxima a la que

se pueden detectar los pulsos luminosos y está inversamente relacionada con el ancho de banda de la fibra. En términos simples, una alta atenuación puede distorsionar los pulsos luminosos y dificultar la detección de la información transmitida, lo que subraya la importancia de mantenerla en niveles mínimos.

En fibras monomodo utilizadas en tecnologías como las redes ópticas pasivas (PON), la atenuación típica es de aproximadamente 0.40 dB/km para una longitud de onda de 1490 nm y 0.35 dB/km para 1550 nm. Esta baja atenuación es requerida para la transmisión de señales a largas distancias sin pérdida significativa de potencia.

Los modos de luz dentro de una fibra óptica se propagan siguiendo la Ley de Snell, que es un principio de la óptica que describe cómo la luz se refracta o cambia de dirección al pasar de un medio a otro con índices de refracción diferentes. En el contexto de las fibras ópticas, esta ley se aplica en las interfaces entre el núcleo de la fibra (donde viaja la luz) y el revestimiento que lo rodea. El índice de refracción viene dado por la relación de cociente que tiene la velocidad de luz en el vacío y la velocidad de luz en ese medio:

$$\eta = \frac{c}{v}$$

Donde:

η : Índice de refracción en el medio.

c: Velocidad de luz en el vacío.

v: Velocidad de luz en el medio.

Cuando la luz ingresa al núcleo de la fibra óptica desde el revestimiento (que generalmente tiene un índice de refracción más bajo), la Ley de Snell rige la forma en que la luz se dobla o se refracta en el núcleo. Esta característica es esencial para mantener la propagación de la luz a lo largo del núcleo, permitiendo que los diferentes modos de luz se propaguen por la fibra de manera controlada.

Ley de Snell:

$$\eta_1 \sin \theta_1 = \eta_2 \sin \theta_2$$

Donde:

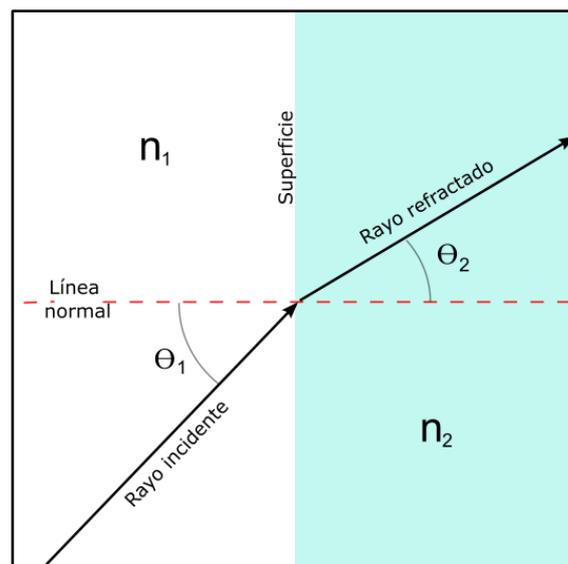
n_1 es el índice de refracción del núcleo.

n_2 es el índice de refracción del revestimiento.

θ_1 es el ángulo de incidencia del haz de luz en el núcleo.

θ_2 es el ángulo de refracción del haz de luz en el revestimiento.

Figura 3:
Ley de Snell



Nota: Figura que representa de la ley de refracción de la luz o Ley de Snell. Elaboración propia.

- **Parámetros estructurales de la fibra óptica**

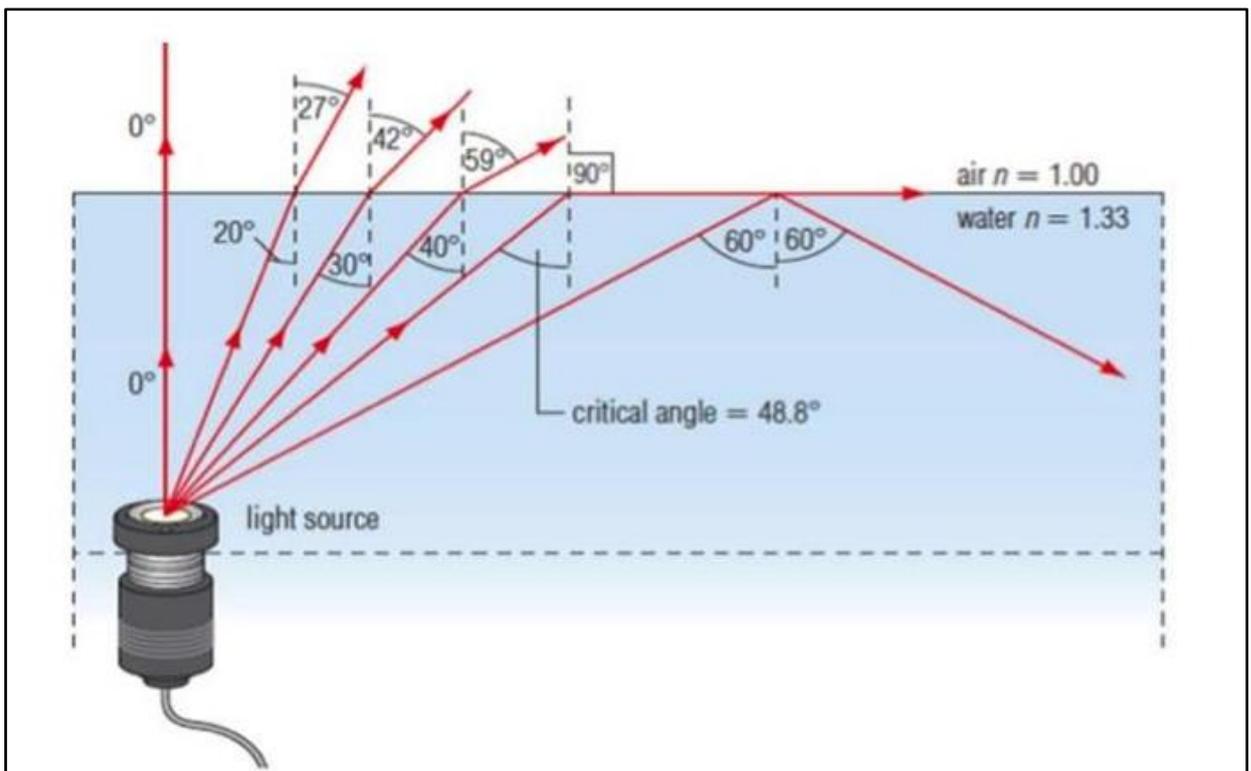
Los parámetros son responsables de definir el comportamiento de la fibra óptica, lo que permite calcular la cantidad total de modos o haces de luz que pueden propagarse simultáneamente a través del núcleo de la fibra óptica, así como otros parámetros para la transmisión de datos:

Ángulo crítico: El concepto del "ángulo crítico" o "ángulo límite" representa el ángulo más pequeño desde el cual ocurre la reflexión interna total en un medio que interactúa con otro. Este ángulo se determina midiendo la incidencia de la luz con respecto a la normal de la interfaz entre los dos medios.

$$\theta_{critico} = \arcsin \left(\frac{\eta_2}{\eta_1} \right)$$

En esta expresión matemática, η_1 y η_2 representan los índices de refracción de los dos medios involucrados, donde η_2 es menor que η_1 . La fórmula es una aplicación directa de la ley de Snell, que describe la relación entre los ángulos de incidencia y refracción cuando la luz viaja de un medio a otro.

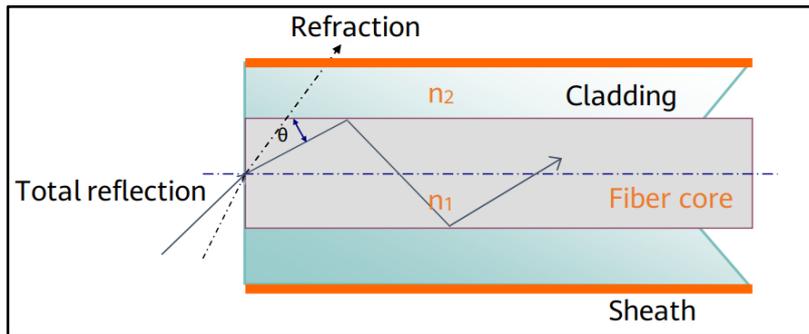
Figura 4:
Ángulo crítico



Nota: (Universidad de Navarra, s.f.). Ángulos de refracción, ángulo crítico y ángulo de reflexión.

Apertura numérica: La apertura numérica determina cuánta luz puede ser aceptada y guiada por la fibra óptica. Es un indicador de la capacidad de la fibra para recoger la luz entrante y transmitirla de manera efectiva a lo largo de su núcleo. Cuanto mayor sea la apertura numérica, mayor será la cantidad de luz que la fibra puede recoger y transmitir.

Figura 5:
Refracción y reflexión en la fibra óptica



Nota: (Moreno, 2023). Refracción y reflexión total en la fibra óptica.

Para que este rayo de luz pueda ingresar a la fibra óptica y propagarse a través del núcleo de la fibra, debe incidir en un ángulo que produzca una reflexión interna total, denominada ángulo de aceptación, que matemáticamente se represente como la mitad del ángulo del cono de aceptación. La apertura numérica es precisamente el valor numérico del seno de este ángulo máximo de incidencia que permite que la luz se acople desde fuera de la fibra hacia su interior.

Cono de aceptación o apertura:

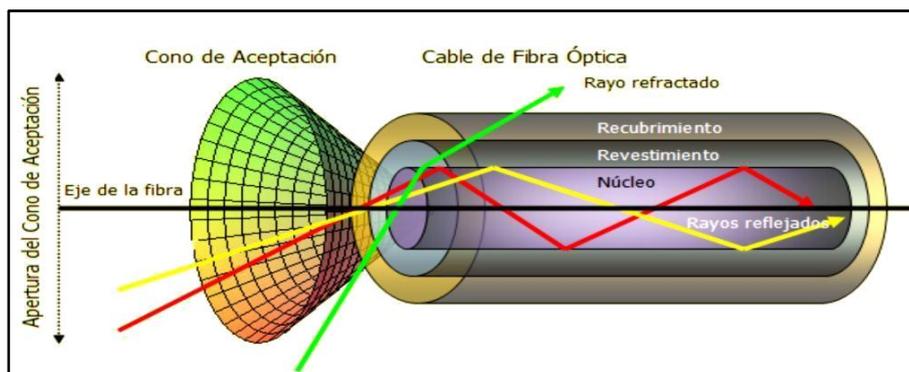
$$A.N. = \eta \cdot \sin\theta_{max}$$

Donde:

η : Es el índice de refracción en el medio

θ_{max} : Es la mitad del ángulo de aceptación máxima.

Figura 6:
Cono de Aceptación



Nota: (Jerez Gutiérrez, 2016). Cono de aceptación.

- ***Fibra óptica multimodo***

La fibra óptica multimodo, o MMF por sus siglas en inglés (Multimode Fiber), es una variante de la fibra óptica que es usada en la transmisión de datos en distancias cortas o medianas. A diferencia de su contraparte, la fibra monomodo, que se utiliza para comunicaciones de larga distancia, la fibra multimodo es ideal para aplicaciones en las que la distancia de transmisión no es extensa, como en redes locales (LAN), enlaces dentro de edificios, campus universitarios y centros de datos.

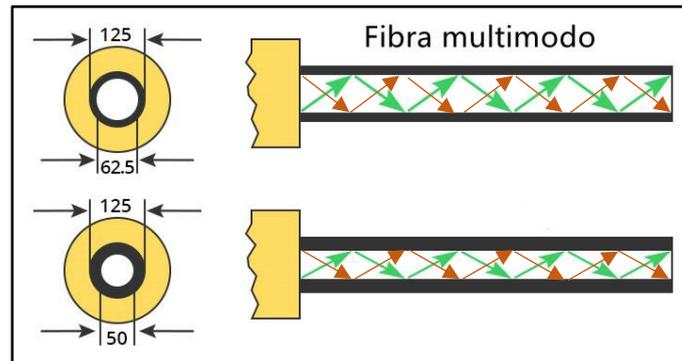
La característica más relevante de la fibra óptica multimodo es que su núcleo es más grande en comparación con la fibra monomodo. El núcleo de la fibra multimodo suele tener un diámetro de 50 o 62,5 micrómetros, lo que facilita la propagación de varios modos de luz simultáneamente. Los modos de luz se refieren a las distintas trayectorias o caminos que puede seguir un rayo de luz a medida que viaja a través del núcleo de la fibra. Esta capacidad de permitir que múltiples modos de luz se propaguen es lo que le otorga el nombre de "multimodo" a esta fibra.

En términos prácticos, la fibra multimodo tiene la ventaja de transmitir más datos simultáneamente debido a la presencia de múltiples modos de luz. Lo que significa que puede transportar más información a través de la fibra en un solo ciclo de transmisión. Sin embargo, esta ventaja viene con una limitación en la distancia de transmisión.

La distancia máxima de transmisión de la fibra multimodo depende de varios factores, incluyendo la velocidad de transmisión y la calidad de la fibra. A velocidades de transmisión más altas, como 10 gigabits por segundo (10 Gbps), la fibra multimodo puede lograr distancias de hasta aproximadamente 550 metros. En el caso de velocidades más bajas, como 100 megabits por segundo (100 Mbps), la fibra multimodo puede alcanzar distancias de aproximadamente 2 kilómetros.

La fibra multimodo es usualmente elegida para entornos donde se requiere una alta capacidad de transmisión en distancias cortas o medianas, como en edificios comerciales, campus universitarios y centros de datos.

Figura 7:
Fibra óptica multimodo



Nota: (John, Definición, tipos y características de la fibra multimodo: OM1 vs OM2 vs OM3 vs OM4 vs OM5, 2021). Diferencias de los núcleos de las fibras ópticas multimodo.

- **Fibra óptica monomodo**

La fibra monomodo (SMF) es diseñada para transportar señales de luz a largas distancias con una mínima pérdida de señal y alta calidad de transmisión. Su nombre "monomodo" se deriva del hecho de que permite la propagación de un solo modo o rayo de luz a través del núcleo de la fibra, lo que la distingue de la fibra multimodo que admite varios modos de luz.

A continuación, se detallan sus características y aplicaciones:

Núcleo estrecho: La fibra monomodo tiene un núcleo mucho más estrecho en comparación con la fibra multimodo, generalmente con diámetros de 8 a 10 micrómetros (μm). Este núcleo estrecho permite que solo un modo de luz se propague a través de la fibra, lo que elimina la dispersión modal y garantiza una transmisión de alta calidad.

Longitudes de onda: La fibra monomodo es compatible con longitudes de onda de 1490 nm y 1550 nm. las cuales son usadas para la transmisión de datos de alta velocidad y redes de comunicación óptica.

Baja atenuación: Una de las ventajas más importantes de la fibra óptica monomodo es su baja atenuación, lo que significa que la señal de luz puede viajar a largas distancias sin degradación significativa. Esta característica la hace ideal

para aplicaciones de larga distancia, como redes de telecomunicaciones y enlaces de fibra óptica submarina.

Aplicaciones de alta capacidad: La fibra monomodo es adecuada para aplicaciones que requieren alta capacidad de transmisión de datos, como servicios de televisión por cable, Internet de alta velocidad y telefonía de alta calidad.

Límites de distancia: La fibra monomodo es capaz de transmitir señales a distancias largas, que van desde varios kilómetros hasta más de 100 kilómetros en aplicaciones de larga distancia.

Por lo tanto, la fibra monomodo desempeña un papel importante en la infraestructura de comunicaciones moderna, permitiendo la transmisión de datos a larga distancia con alta calidad y eficiencia. Su capacidad para transmitir un solo modo de luz, su baja atenuación y su compatibilidad con longitudes de onda la convierten en una elección para redes de telecomunicaciones, enlaces intercontinentales y aplicaciones que requieren una alta capacidad de transmisión de datos a larga distancia

- **Estándar ITU-T G.652**

El estándar ITU-T G.652 establece las características y especificaciones para la fibra óptica monomodo utilizada en redes de comunicaciones. Esta norma define los parámetros físicos y ópticos que deben cumplir estas fibras para asegurar un rendimiento óptimo en la transmisión de datos a largas distancias.

La versión actual del estándar es el publicado en noviembre del 2016 donde se indican las características del cable de fibra óptica monomodo G652.B y G652.D, mientras que las características de los cables de fibra óptica G652.A y G652.C fueron publicadas por última vez en el 2009.

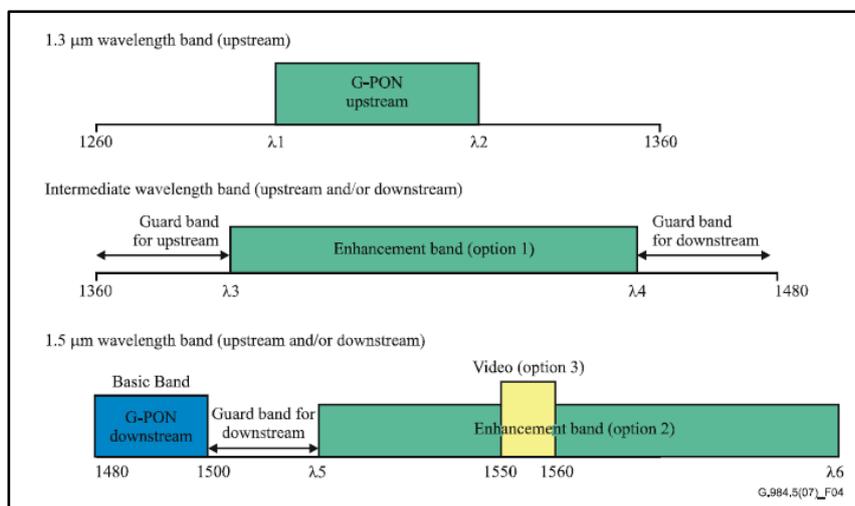
Tabla 3:
Tabla de características de FO

ATRIBUTOS DE LA FIBRA					
ATRIBUTO	DETALLE	ITU-T	ITU-T	ITU-T	ITU-T
		G652.A	G652.B	G652.C	G652.D
	Longitud de onda (nm)	1310	1310	1310	1310
Diámetro del campo modal	Rango de valores nominales (μm)	8.6 - 9.5	8.6 - 9.5	8.6 - 9.5	8.6 - 9.2
	Tolerancia (μm)	± 0.6	± 0.6	± 0.6	± 0.4
Diámetro del revestimiento	Nominal (μm)	125.0	125.0	125.0	125.0
	Tolerancia (μm)	± 1	± 1	± 1	± 0.7
Error de concentricidad central	Máximo (μm)	0.6	0.6	0.6	0.6
ATRIBUTOS DEL CABLE					
	Máximo a 1310 nm (dB/Km)	0.5	0.4	0.4	0.4
Coeficiente de atenuación	Máximo a 1550 nm (dB/Km)	0.4	0.35	0.3	0.4
	Máximo a 1625 nm (dB/Km)	-	0.4	0.3	0.3

Nota: Comparación de las tablas presentadas en el estándar ITU-T G652 de las versiones A, B, C y D. Elaboración propia

Los rangos de longitud de onda usadas en las redes FTTH-GPON de Telefónica están de acuerdo con el estándar ITU-T G984.5 que recomienda:

Figura 8:
Rangos de longitud de onda en GPON con estándar ITU-T G.984.5



Nota: (UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones, G.984.5 : Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Banda de ampliación, 2022). Ancho de banda de operación en GPON de acuerdo con el estándar ITU-T G.984.5.

En la Figura 8 se muestran las bandas de frecuencia que se usan en las transmisiones de redes pasivas con capacidad de gigabits (GPON), estas bandas están estandarizadas por la UIT-T G.984.5; donde todos los equipos de transmisión, recepción, medición, y otros elementos pasivos, trabajan siguiendo estas recomendaciones; los detalles están detalladas en la tabla 4:

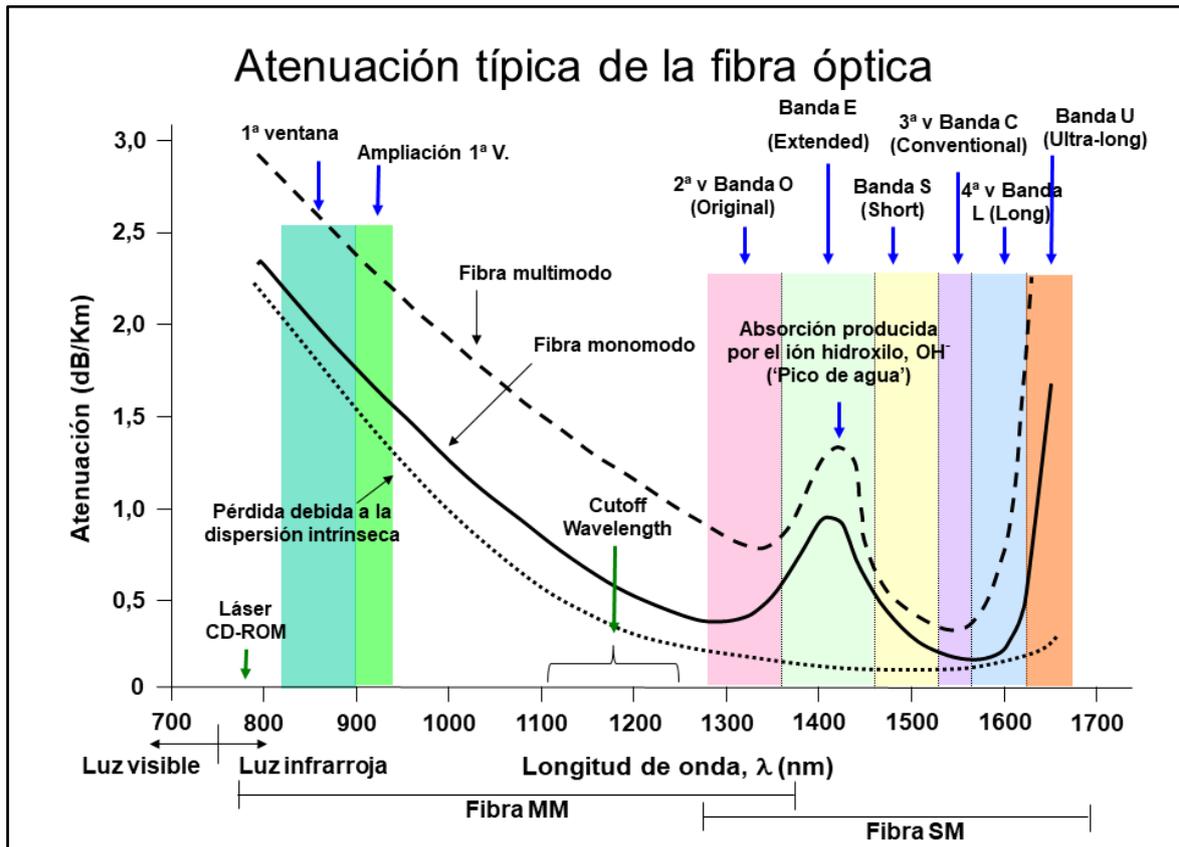
Tabla 4:

Parámetros para asignación de longitudes de Onda según ITU-T G.984.5

ITEM	V. NOM. (nm)		APLICACIÓN
<i>1310 nm</i>			<i>GPON Upstream o de subida</i>
Opción de banda para longitud de onda regular			ONUs basadas en láseres Fabry-Perot
Límite Inferior	λ_1	1260	
Límite Superior	λ_2	1360	
Opción de banda para longitud de onda reducida			ONUs basadas en láseres ordinarios DFB
Límite Inferior	λ_1	1290	
Límite Superior	λ_2	1330	
Opción de banda para longitud de onda estrecha			ONUs basadas en láseres de longitudes de onda seleccionadas
Límite Inferior	λ_1	1300	
Límite Superior	λ_2	1320	
<i>Banda de mejora (Opción 1-1)</i>			
Límite Inferior	λ_3	1415	<i>Acceso de la próxima generación (NGA - Next Generation Access)</i>
Límite Superior	λ_4	1450	
<i>Banda de mejora (opción 1-2)</i>			
Límite Inferior	λ_3	1440	<i>Acceso de la próxima generación (NGA - Next Generation Access). Aplicable para fibras con mejores características</i>
Límite Superior	λ_4	1450	
<i>Banda básica 1490 nm</i>			
Límite Inferior	-	1480	<i>Uso en GPON Downstream o de bajada</i>
Límite Superior	-	1500	
<i>Banda de mejora (opción 2)</i>			
Límite Inferior	λ_5	1530	<i>Acceso de la próxima generación (NGA - Next Generation Access)</i>
Límite Superior	λ_6	1580 a 1625	
<i>Banda de video 1550 nm</i>			
Límite Inferior	-	1550	<i>Servicio de distribución de video</i>
Límite Superior	-	1560	

Nota: (UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones, G.984.5 : Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Banda de ampliación, 2022). Parámetros para la asignación de longitudes de onda en GPON. ITU-T G.984.5

Figura 9:
Atenuación y longitud de onda en Fibra Óptica



Nota: (Montañana). Longitudes de onda usadas en las fibras ópticas y curva característica de atenuación.

- **Cable usado en el proyecto: Cable PKP de 16 hilos (Monomodo)**

El acrónimo PKP se utiliza para describir un tipo específico de cable de fibra óptica con una estructura particular de capas de materiales que proporcionan protección y resistencia mecánica, además cumple con las recomendaciones de la ITU-T G.652.D. Aquí hay una descripción más detallada de la estructura de un cable PKP:

Polietileno (PE) exterior: La capa exterior del cable PKP está hecha de polietileno, que es un material resistente y duradero. Esta capa actúa como una barrera adicional para proteger el cable contra la humedad y los daños mecánicos externos.

Kevlar (Aramida): El Kevlar, que es un tipo de fibra de aramida, se utiliza como un elemento de refuerzo dentro del cable. Proporciona resistencia a la tracción y ayuda a proteger las fibras ópticas en el interior del cable contra tensiones mecánicas, como estiramientos o torsiones.

Polietileno (PE) interior: La capa interior del cable también está hecha de polietileno. Esta capa puede tener funciones adicionales de aislamiento y protección, aunque su principal objetivo es proporcionar una barrera contra la humedad y los contaminantes.

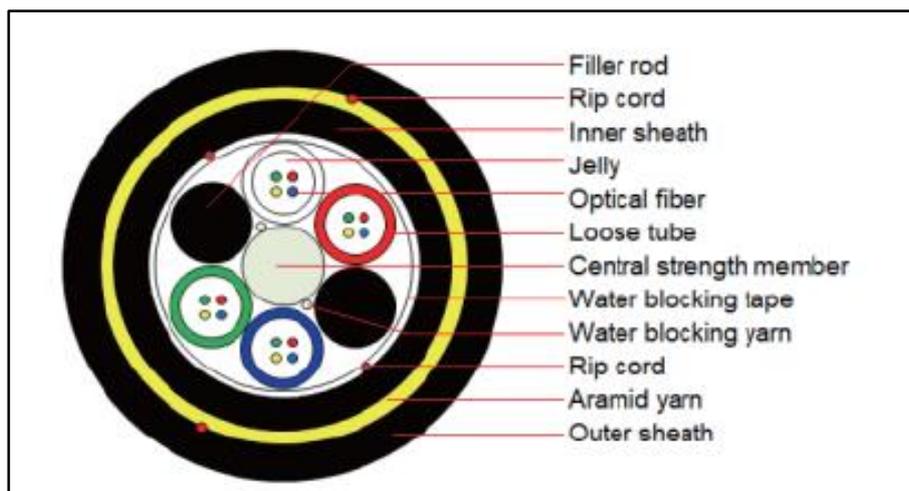
Cada uno de los cables incluye un total de 16 hilos de fibra óptica distribuidos en 4 tubos, con cada tubo conteniendo 4 hilos. Los hilos están marcados con códigos de colores específicos que facilitan su identificación:

Tabla 5:
Código de colores del PKP 16

16 FO	VERDE	ROJO	AZUL	AMARILLO
BLANCO	1	2	3	4
ROJO	5	6	7	8
AZUL	9	10	11	12
VERDE	13	14	15	16

Nota: Código de colores usado para la red de telefónica en el cable PKP de 16 hilos. Elaboración propia.

Figura 10:
Distribución física del PKP 16



Nota: Ficha técnica “OpticTimes GYFY63-PKP”. Sección del cable.

Tubos contenedores o Buffer (Loose tube): Los tubos se utilizan para albergar las fibras ópticas en su interior y protegerlas contra la humedad y otros factores ambientales. Los tubos rellenos de gelatina proporcionan un sellado adicional para evitar la entrada de agua.

Miembro central de resistencia (Central strength member): Este elemento se encuentra en el centro del cable y se utiliza para proporcionar resistencia a la tracción. Ayuda a soportar la carga mecánica cuando se tira o instala el cable.

Cinta de bloqueo de agua (Water blocking tape): Esta cinta se coloca alrededor del núcleo del cable para bloquear la entrada de agua y otros contaminantes en el cable. Contribuye a mantener seco y protegido el interior del cable.

Hilos de aramida (Aramid yarn): Los hilos de aramida, a menudo conocidos por marcas comerciales como Kevlar, se utilizan para proporcionar resistencia adicional y protección contra la tensión mecánica. Son conocidos por su alta resistencia y durabilidad.

Funda interior de polietileno (Inner sheath): Esta funda se coloca alrededor de los componentes anteriores para proporcionar aislamiento y protección adicional.

Cordones de apertura (Rip cord): Los cordones se utilizan en la fabricación del cable y pueden tener diferentes funciones, como mantener los componentes en su lugar o facilitar la apertura del cable para su instalación.

Funda exterior de polietileno (Outer sheath): La funda exterior del cable, hecha de polietileno u otro material resistente, protege todo el conjunto de los elementos ambientales y mecánicos, proporcionando una capa final de aislamiento y resistencia.

En conjunto, los componentes y materiales mencionados forman un cable de fibra óptica que es capaz de transmitir datos de manera confiable a través de señales de luz a lo largo de largas distancias mientras se mantiene protegido contra los elementos y las tensiones mecánicas.

La información detallada por el fabricante con respecto a las especificaciones se muestra en la imagen a continuación. Los datos presentados resultarán útiles para un análisis posterior de las pérdidas en el segmento en cuestión

Tabla 6:
Características del cable PKP 16

Item	Contenido	Evaluación	
		Antes cable	Después cable
Atenuación	1310 nm	≤ 0.35 dB/Km	≤ 0.37 dB/Km
	1550 nm	≤ 0.21 dB/Km	≤ 0.24 dB/Km
Dispersión	1288 nm - 1339 nm	≤ 3.6 ps/(nm*Km)	
	1550 nm	≤ 18 ps/(nm*Km)	
	1625 nm	≤ 22 ps/(nm*Km)	

Nota: Ficha técnica “OpticTimes GYFY63-PKP” (PKP de 16 hilos). Optical fiber. Elaboración propia.

La dispersión se mide en ps/(nm*Km), que indica que un pulso con una anchura espectral de 1 nanómetro se ensanchará 1 picosegundo por cada kilómetro que viaje

2.2.2. Conectores ópticos

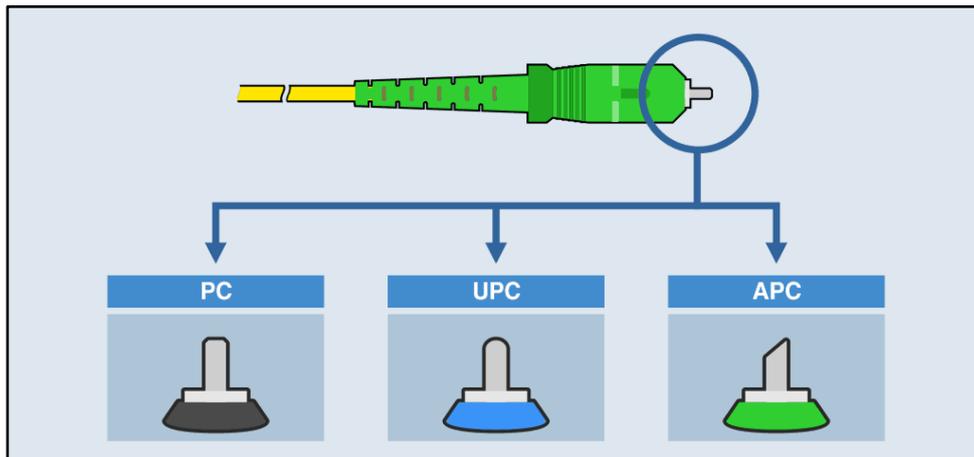
Los conectores de fibra óptica se utilizan para conectar y acoplar fibras ópticas en sistemas de comunicación. Los conectores se pueden clasificar por el tipo pulido:

PC (Physical Contact): Tiene un pulido plano y es adecuado para aplicaciones estándar. Ofrece una buena conexión, pero puede tener algo de reflexión de retorno.

UPC (Ultra Physical Contact): Tiene un pulido más preciso que reduce la reflexión de retorno. Se utiliza en aplicaciones sensibles a la pérdida de retorno, como en las centrales de transmisión.

APC (Angled Physical Contact): Tiene un pulido, de acuerdo con el estándar UIT-T L.36 en ángulo de 8° a 9° que minimiza aún más la reflexión de retorno. Tiene su uso en aplicaciones donde se requiere una pérdida de retorno baja, como en la planta externa FTTH-GPON.

Figura 11:
Tipos de pulido de conectores de FO



Nota: (PROMAX Test & Measurement, 2019). Tipos de pulido.

Tabla 7:
Pérdida de retorno de los conectores

TIPO DE CONTACT.	ATENUACIÓN	PÉRDIDA DE RETORNO	CLASE	CUERPO CONECT.	BASE CONECT.
UPC	Valor	≥ 30 dB	Clase S	Azul	Rojo
	Medio \leq	≥ 40 dB	Clase T		Blanco
	0.35 dB	≥ 50 dB	Clase U		Azul
APC 8°	Valor Medio \leq 0.35 dB	≥ 60 dB	Clase V	Verde	Verde
APC 9°	Valor Medio \leq 0.35 dB	≥ 60 dB	Clase V	Verde	Verde

Nota: síntesis de características de los conectores según su tipo y código de colores tomados de la recomendación de la UIT-T L.36 donde se detalla los valores de atenuación y pérdidas de retorno o reflectancia estandarizadas.

(Fluke Networks, 2017). El rendimiento de un enlace depende en parte de las características de los conectores de fibra óptica:

- La baja pérdida de retorno es también una reflectancia alta e impedirá que la red funcione normalmente.
- La alta pérdida de retorno resulta en baja pérdida de inserción.

En los conectores la pérdida óptica se denomina atenuación y esta es la reducción de potencia óptica como resultado de ser transmitida por un medio (Fibra óptica).

- La pérdida de retorno (Return Loss) es la cantidad de luz reflejada por una discontinuidad de un enlace de fibra óptica.
- La pérdida de retorno es también conocida como reflectancia.

Ecuación para la Pérdida Óptica (Optical Loss):

$$OL = 10 \cdot \log \left(\frac{P_{IN}}{P_{OUT}} \right)$$

Donde:

OL: Optical Loss o pérdida óptica

P_{IN}: Potencia de entrada

P_{OUT}: Potencia de salida

El resultado de la operación es en +dB.

Ecuación para la Perdida de Retorno (Return Loss):

$$RL = 10 \cdot \log \left(\frac{P_{inc}}{P_{ref}} \right)$$

Donde:

RL: Return Loss o pérdida de retorno

P_{inc}: Potencia incidente

P_{ref}: Potencia reflejada

El resultado de la operación es en +dB

Ecuación para la Reflectancia:

$$Reflectancia = 10 \cdot \log \left(\frac{P_{ref}}{P_{inc}} \right)$$

Donde:

P_{inc}: Potencia incidente

P_{ref}: Potencia reflejada

El resultado de la operación es en -dB

El decibelio (dB) es una unidad que se utiliza para expresar la relación entre dos valores de una magnitud, principalmente en términos de la potencia o la amplitud de una señal. En el contexto de la fibra óptica, el dB se utiliza para medir la pérdida o la atenuación de la señal luminosa a medida que viaja a lo largo de la fibra óptica.

El dBm (decibelio milivatio) es una unidad de medida de potencia en relación con un milivatio de potencia de referencia (mW). Se utiliza comúnmente para medir la potencia de una señal óptica en fibra óptica. El valor en dBm indica cuántos decibelios está por encima o por debajo del milivatio de referencia.

Los conectores ópticos también se pueden clasificar por su forma:

SC (Square Connector – Conector Cuadrado):

Diseño: Tiene una carcasa cuadrada o rectangular con una lengüeta de bloqueo que se presiona para conectar o desconectar. Lo que lo hace fácil de usar y seguro.

Aplicaciones: Comúnmente utilizado en redes FTTH, sistemas de transmisión de datos y equipos de telecomunicaciones.

Pulido: Puede tener diferentes tipos de pulido: PC para aplicaciones estándar, UPC para una mejor calidad de conexión o APC para minimizar la reflexión de retorno.

Ventajas: Robusto y fácil de conectar, adecuado para aplicaciones de telecomunicaciones.

LC (Lucent Connector – Conector Lucent):

Diseño: Es pequeño y compacto, que lo hace ideal para espacios limitados. Utiliza un mecanismo de acoplamiento push-pull.

Aplicaciones: Ampliamente utilizado en centros de datos y aplicaciones de alta densidad.

Pulido: Al igual que el SC, puede tener pulidos PC, UPC o APC según las necesidades de la red.

Ventajas: Tamaño pequeño, fácil de usar, excelente para conexiones de alta densidad.

FC (Ferrule Connector – Conector de Rosca):

Diseño: Se caracteriza por una rosca que se atornilla para asegurar la conexión. Es más grande y robusto.

Aplicaciones: Común en entornos industriales y de laboratorio debido a su resistencia y durabilidad.

Pulido: A menudo se encuentra con pulido PC, aunque puede variar.

Ventajas: Resistente y seguro, adecuado para aplicaciones exigentes.

ST (Straight Tip – Conector de Bayoneta):

Diseño: Emplea un mecanismo de bayoneta para conectar y desconectar las fibras.

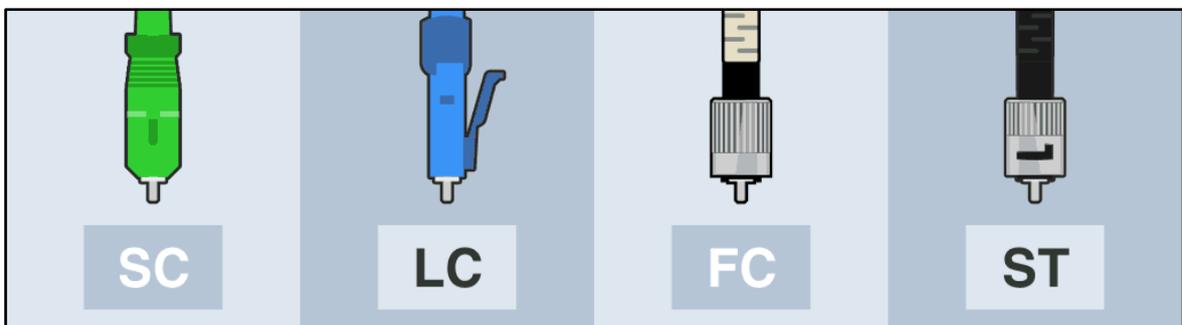
Aplicaciones: Aunque menos común en redes modernas, todavía se usa en algunas redes de datos y sistemas de comunicación.

Pulido: Por lo general, tiene pulido PC.

Ventajas: Mecanismo de bloqueo confiable, fácil de usar.

Figura 12:

Tipos de conectores de FO



Nota: (PROMAX Test & Measurement, 2019). Tipos de conectores ópticos más comunes.

Para todos los conectores independientemente de su tipo de pulido y forma, de acuerdo con las recomendaciones de la ITU-T L.36 se tiene que:

- Todas las pruebas referidas a la resistencia mecánica de la unión de fibra con el conector como tracción, torsión (A 10cm del conector), resistencia mecánica, no deben aumentar más de 0.2 dB.
- Las características del conector deben estar garantizadas para su funcionamiento en el rango de temperatura de -25°C a +70°C.

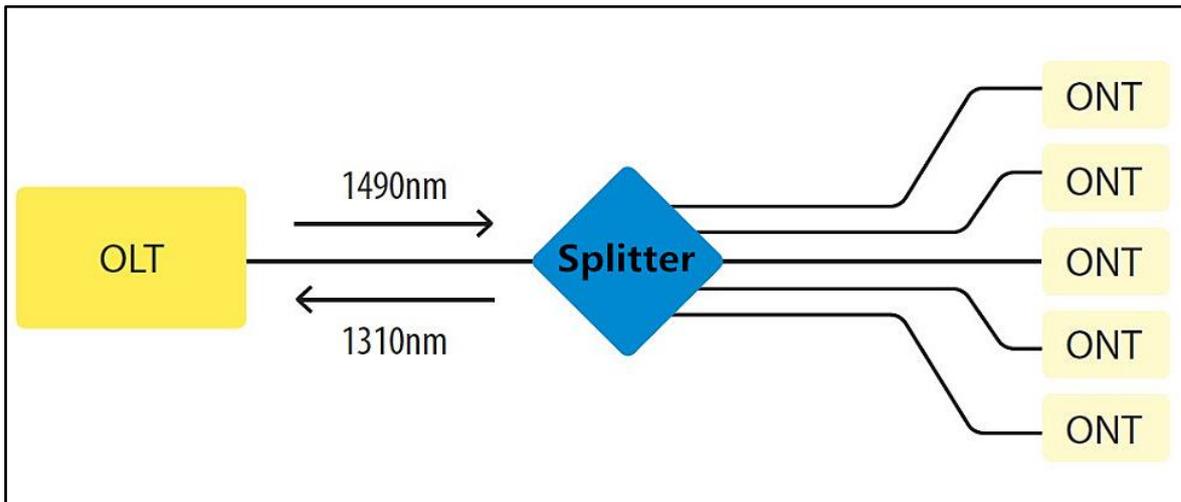
La elección del tipo de conector y pulido depende de la aplicación específica. La tendencia actual se inclina hacia conectores LC en entornos de alta densidad y conectores SC para aplicaciones FTTH. Los conectores APC son esenciales cuando se necesita una baja reflexión de retorno, como en sistemas de comunicaciones por fibra óptica.

En la red FTTH-GPON de Telefónica del Perú, se usa LC/UPC para la planta interna, que se enfoca en la eficiencia de espacio y una buena calidad de conexión; mientras que SC/APC se usa en la planta externa para garantizar una mayor resistencia a condiciones adversas y una baja reflexión de retorno en aplicaciones de larga distancia.

2.2.3. Divisores ópticos

Un divisor o splitter de fibra óptica, es un dispositivo que se utiliza en redes de fibra óptica para distribuir la energía óptica y guiar las señales de luz. Este componente puede tener múltiples salidas. Su función principal es dividir un haz de luz incidente en dos o más haces de luz. Los divisores de fibra óptica juegan un papel importante en las redes ópticas pasivas, ya que permiten compartir una sola interfaz PON entre múltiples suscriptores o abonados. Esto posibilita la distribución de la señal óptica a través de la red hacia varios usuarios, optimizando la utilización de la infraestructura óptica.

Figura 13:
Funcionamiento del divisor óptico

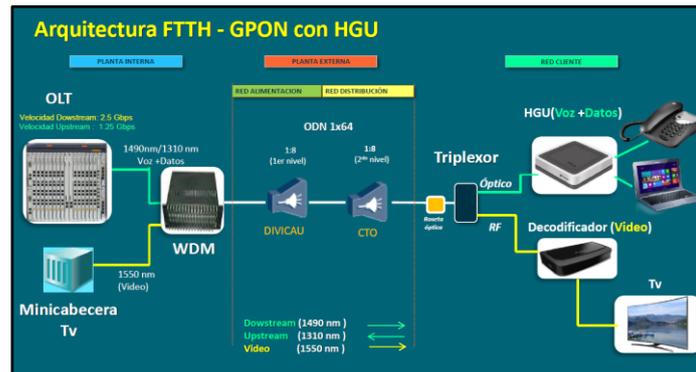


Nota: (John, Definición y tipos del splitter fibra óptica, 2021). Diagrama de funcionamiento del divisor óptico.

- OLT (Optical Line Terminal) o terminal de línea óptica es el inicio de la red PON (Passive Optical Network) cuya función es enviar las señales ópticas a la red. Estos equipos se encuentran en las centrales de transmisión óptica del operador.
- ONT (Optical Network Terminal) denominada así por la UIT-T, mientras que también es conocido como ONU (Optical Network Unit) por la IEEE, ambos términos refieren al mismo equipo que es el que se instala en el usuario final.

De acuerdo con la “Norma Técnica de Construcción para una Red FTTH” de propiedad de Telefónica del Perú, su arquitectura corresponde al 1x64 divididos en 2 splitter de 1x8; lo que quiere decir que la fibra que sale de la central contiene los servicios para 64 usuarios. El hilo que sale de la central es un hilo directo hasta el splitter de primer nivel (CTO-0) y cada hilo que sale de los terminales del divisor de primer nivel (CTO-0) conecta a un splitter de segundo nivel (CTO interior) que alimenta los equipos para 8 ONT.

Figura 14:
Arquitectura de red FTTH de TdP



Nota: (Telefónica del Perú, 2022). Arquitectura de red FTTH.

Existen 2 tipos de divisores ópticos usados en redes PON que son:

- Divisor Óptico Cónico de Fusión (FBT).
- Divisor Óptico de Guía de Onda Plana (PLC), que es el usado en la red de Telefónica del Perú.

Tabla 8:
Comparación de divisores FBT y PLC

ESPECIF.	DIVISOR FBT	DIVISOR PLC
Fabricación	Se unen 2 o más fibras y se colocan en un dispositivo de fibra cónica fundida, luego las fibras se extraen de acuerdo con la rama de salida y la proporción, seleccionándose una fibra como entrada	Consta de un chip y varios conjuntos ópticos dependiendo de la relación de salida. Los conjuntos ópticos están acoplados en ambos extremos del chip
Longitud de Onda	850 nm, 1310 nm, 1550 nm	de 1260 nm a 1650 nm
Entrada / Salida	1 o 2 entradas con una salida máxima de 32 fibras	1 o 2 entradas con una salida máxima de 64 fibras
Cable de Entrada / Salida	Fibra Óptica desnuda, 0.9 mm, 2.0 mm, 3.0 mm	Fibra Óptica desnuda, 0.9 mm, 2.0 mm, 3.0 mm
Temperatura	de -5°C a 75°C	de -40°C a 85°C
Divisiones confiables	Hasta 1:8 (Puede ser mayor pero la tasa de fallas también aumentará)	Hasta 1:64
Costo	Bajo costo	Alto costo

Nota: (FOCC Fiber Optic CO, 2019). Comparación entre divisores FBT y divisores PLC.

2.2.4. PON Power Meter

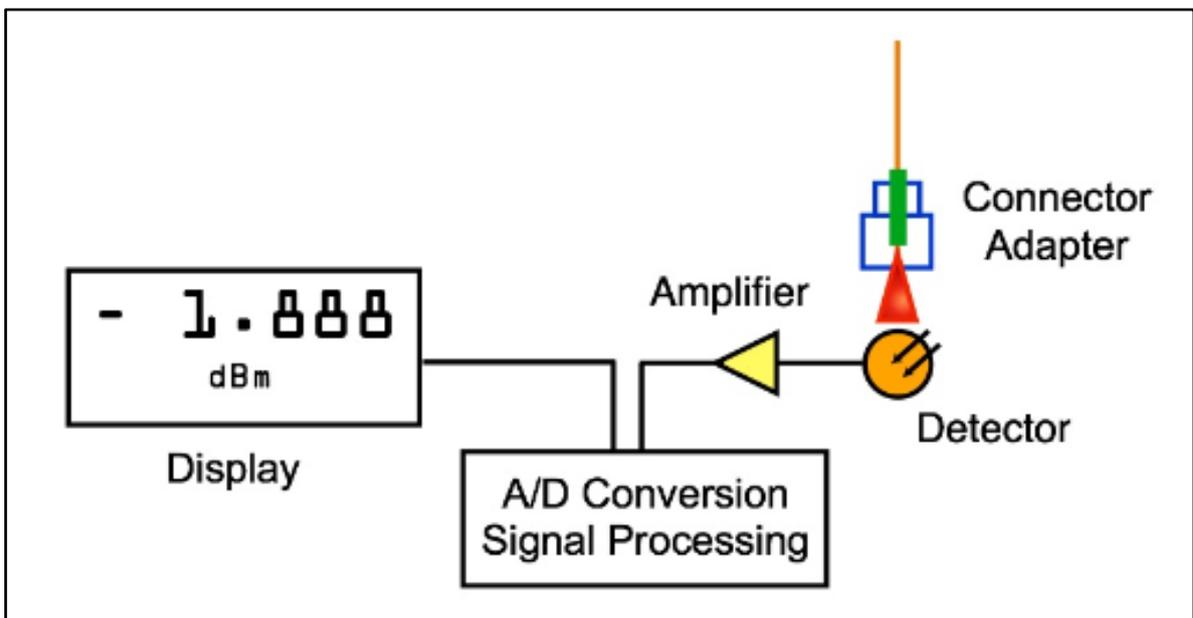
PON Power meter (PPM), es un dispositivo usado en las redes de ópticas pasivas para medir la potencia óptica en un extremo del enlace, generalmente puede medir en 3 longitudes de onda:

- 1310 nm para upstream y se mide conectada con un ONT.
- 1490 nm para downstream y se mide de forma directa en el extremo de la fibra.
- 1550 nm para video y se mide de forma directa en el extremo de la fibra

Físicamente tiene 2 puertos:

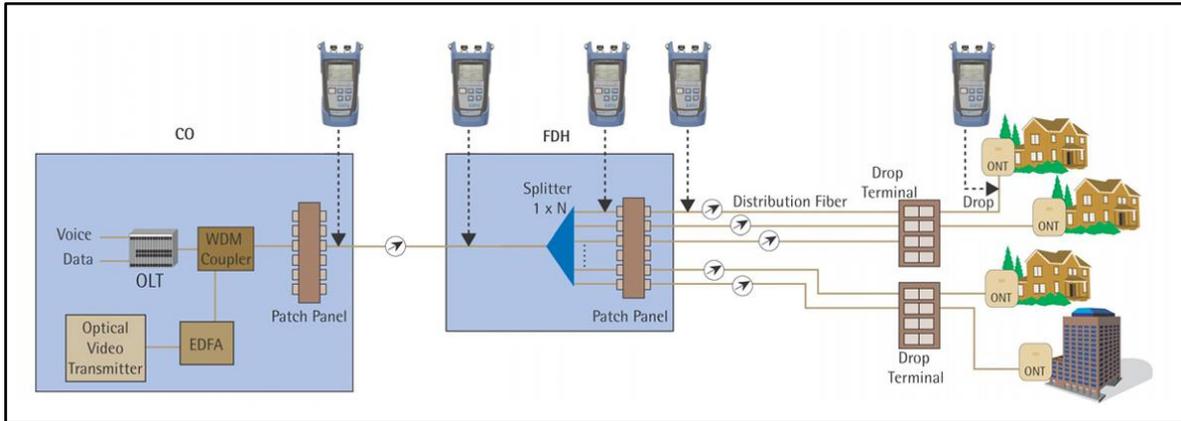
- Puerto ONT, para conectar al equipo de usuario, y mide de forma exclusiva upstream en 1310 nm.
- Puerto OLT/VIDEO, para conectar de forma directa al extremo de la fibra y mide en Downstream (OLT) 1490 nm y Video 1550 nm de forma simultánea.

Figura 15:
Diagrama de bloques de PPM



Nota: (The Fiber Optic Association, 2018). Diagrama de bloques del funcionamiento del PON Power Meter.

Figura 16:
Puntos de medición con PPM



Nota: (EXFO, PPM-350C - Medidor de potencia PON, s.f.). Se muestra los puntos donde se puede usar para medir potencia y verificar el enlace.

2.2.5. OTDR

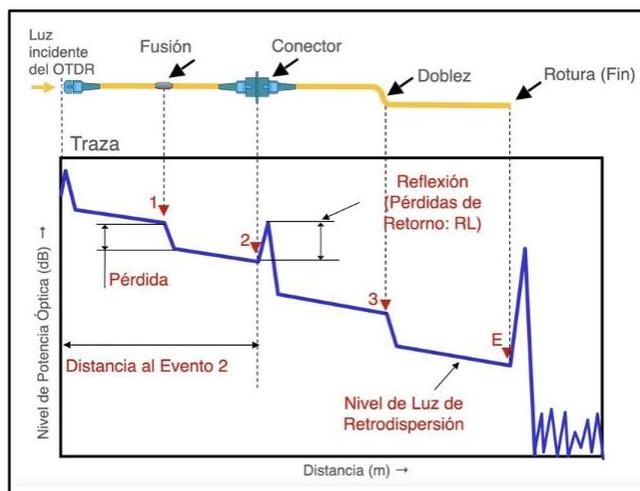
OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) o reflectómetro óptico en el dominio del tiempo en español, es un dispositivo usado principalmente para la certificación del cableado ya que comprueba la integridad del cable de fibra óptica; es usado también para mantenimiento y resolución de problemas; verifica las pérdidas por empalme, longitud o tramos de cable. Su función principal es generar un gráfico detallado del cable recién instalado, permitiendo comparaciones futuras con otro trazado en caso de problemas. Es especialmente efectivo en cables largos o en plantas con empalmes, proporcionando información valiosa y facilitando la solución de problemas en la red. Sin embargo, no es adecuado para medir la pérdida por inserción, ya que su propósito radica en confirmar la calidad de las fibras y localizar cortes o interrupciones en el cable.

El OTDR se diferencia de los medidores de potencia al medir la pérdida en la fibra óptica de forma indirecta. Mientras los medidores simulan la transmisión y recepción de la conexión, el OTDR emplea un fenómeno óptico único de la fibra para evaluar esta pérdida.

La dispersión de la luz es el principal factor en la pérdida de la fibra óptica. Esta dispersión en todas las direcciones, incluyendo una parte hacia la fuente, es utilizada por el OTDR para las mediciones, junto con la luz reflejada desde los conectores o extremos de la fibra cortada.

El OTDR utiliza un láser para enviar pulsos de luz a través de la fibra, midiendo la luz dispersada que regresa con el tiempo. Esto crea una representación de la cantidad de luz dispersada en diferentes puntos de la fibra. Al correlacionar la información con la velocidad del pulso, puede mostrar la dispersión a lo largo de la fibra. Los cálculos se basan en el tiempo y la pérdida de potencia, siendo esta última una función logarítmica medida en dB. Ajustar la potencia del pulso o su duración permite obtener más información dispersada para mediciones precisas.

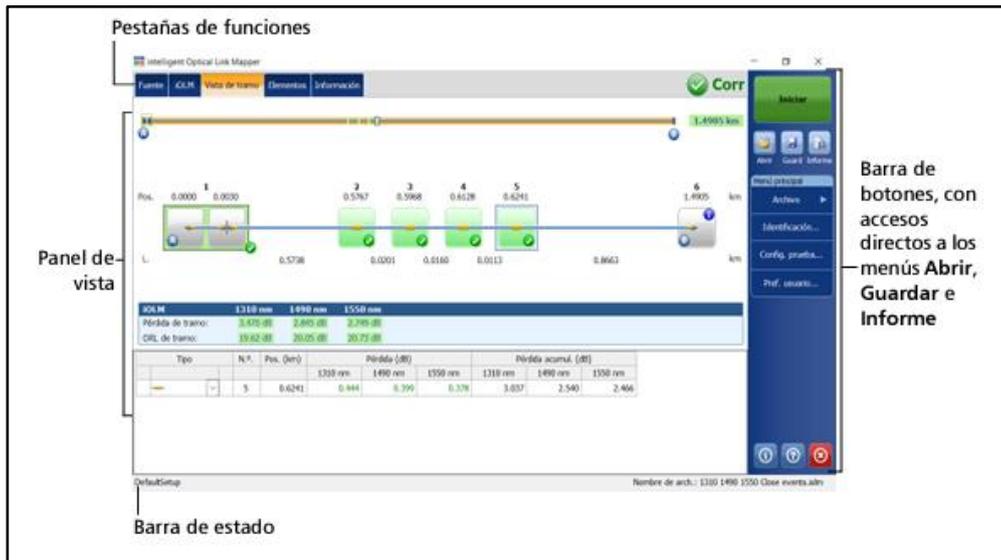
Figura 17:
Traza del enlace en el OTDR



Nota: (dBm Ingenieros, s.f.). Traza del enlace en el OTDR

Actualmente, para verificar los enlaces se usan softwares de mapa como iOLM de EXFO que es Intelligent Optical Link Mapping o Mapeador inteligente de enlaces ópticos, cuya función es graficar de forma más amigable el enlace por bloques, permite configurar los umbrales para poder reconocer cuando un evento o dispositivo no cumple con los valores configurados:

Figura 18:
Pantalla iOLM



Nota: (EXFO, MaxTester 730C - PON/OTDR urbano, s.f.). Pantalla iOLM.

2.3. Definición de términos básicos

ITU (Internacional Telecommunication Union) también llamada UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es la agencia especializada de las Naciones Unidas encargada de coordinar aspectos relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Esta organización establece estándares internacionales, promueve la cooperación global en materia de telecomunicaciones y desarrolla políticas para la conectividad global y el acceso equitativo a las TIC en todo el mundo. Tienen 3 áreas de regulación que son T, referidas a la estandarización de las telecomunicaciones; R, referido a las radiocomunicaciones y D, referido al desarrollo de nuevas tecnologías.

FTTH (Fiber To The Home, que significa "Fibra hasta el hogar" en español) Es una tecnología de red de comunicación que proporciona conexión a Internet y servicios de telecomunicaciones utilizando fibra óptica directamente desde la central hasta la vivienda o el hogar del usuario final.

Tecnología PON (Passive Optical Network) es un sistema de red de fibra óptica que distribuye señales de comunicación, a múltiples usuarios utilizando divisores ópticos pasivos o que no requieren de una conexión a la red de energía eléctrica para funcionar.

GPON, (Gigabit Passive Optical Network o "Red Óptica Pasiva Gigabit" en español), es una tecnología de red de fibra óptica que proporciona servicios de alta velocidad, utilizando una infraestructura de fibra óptica compartida entre múltiples usuarios. Aprovecha las características de la fibra óptica para transmitir datos de forma rápida y confiable, ofreciendo altas velocidades de carga y descarga a los usuarios finales. Esta tecnología utiliza divisores ópticos pasivos para distribuir la señal de fibra óptica, maximizando el ancho de banda y minimizando los costos de infraestructura.

Unidad Inmobiliaria Pasiva (UIP), en el ámbito de las redes de fibra óptica en edificaciones. Se refiere a las unidades individuales, como departamentos o espacios dentro de un edificio, que pueden recibir servicios de conectividad a través de una red de fibra óptica. La implementación de fibra óptica permite conectar estas unidades a la red principal, posibilitando la distribución de servicios.

Caja Terminal Óptica o CTO; es un dispositivo utilizado en redes de fibra óptica FTTH para conectar los cables principales de fibra óptica con los cables que van a los hogares o edificios. Actúa como un punto de distribución que separa la señal óptica en conexiones individuales hacia unidades de usuario final, facilitando así la entrega de servicios ópticos a ubicaciones específicas.

Fusión de fibras ópticas es un proceso en el cual se unen los extremos de dos cables de fibra óptica para permitir la transmisión de señales de luz con mínimas pérdidas. Se realiza alineando y fundiendo los extremos de las fibras mediante calor controlado. Este procedimiento asegura una conexión estable y permanente, garantizando una transmisión eficiente de datos en redes de fibra óptica.

Divisor óptico o splitter; es un dispositivo utilizado en redes de fibra óptica para dividir una señal de luz procedente de una fibra principal en múltiples señales más débiles que se envían a diferentes destinos o ubicaciones. Este dispositivo permite compartir una única señal de fibra óptica entre varios usuarios, dividiendo la potencia óptica para su distribución eficiente en la red. Es usada en redes con tecnologías GPON para proporcionar servicios a múltiples usuarios finales utilizando una infraestructura compartida de fibra óptica. Los divisores ópticos usados en el proyecto de crecimiento vertical de telefónica se usan el tipo PLC de 1x8.

DIVICAU o caja de acceso universal con Capacidad para divisor; en las redes de fibra óptica es un dispositivo que resguarda y facilita las conexiones entre los extremos de los cables de fibra óptica. Su función es proteger las fibras ópticas de daños y factores ambientales mientras proporciona un lugar seguro para realizar empalmes, fusiones o conexiones. Estos dispositivos permiten un acceso fácil para inspecciones y mantenimiento, garantizando la integridad y el rendimiento de la red de fibra óptica.

PON Power Meter o PPM; es un dispositivo de medición utilizado en redes PON (Redes Ópticas Pasivas) para evaluar la potencia óptica en diferentes puntos de la red, como la línea principal de fibra óptica, divisores y conexiones a usuarios finales. Su función es asegurar niveles adecuados de potencia para un funcionamiento adecuado de la red

OTDR, (Optical Time-Domain Reflectometer o "Reflectómetro Óptico en el Dominio Temporal" en español), es un dispositivo usado en las redes de fibra óptica. Utiliza pulsos de luz para medir la calidad y las características de la fibra, identificando problemas como la atenuación, pérdida de inserción, reflectividad y ubicación de eventos como empalmes o roturas. Con él se evalúa la integridad de la red y localizar posibles fallas o problemas en la fibra óptica.

iOLM, (Intelligent Optical Link Mapper o "Mapeador de Enlaces Ópticos Inteligente" en español), es una característica de software presente en algunos OTDR que automatiza y simplifica el análisis de la calidad de la fibra óptica en una red. Utilizando algoritmos avanzados, identifica automáticamente eventos como empalmes, conectores, pérdidas y reflectancias, ofreciendo información detallada para el diagnóstico rápido y preciso de la integridad de la red de forma gráfica y por bloques.

CAPITULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

3.1. Determinación y análisis del problema

El edificio multifamiliar en el distrito de Lince es una construcción moderna y relativamente nueva. A medida que los propietarios comienzan a mudarse a sus respectivos departamentos, se identificó la necesidad de mejorar las características del edificio, especialmente aquellos departamentos que aún no han encontrado compradores. Uno de los aspectos que se busca mejorar es la capacidad de ofrecer una conexión de fibra óptica de Telefónica a todos los departamentos.

Para planificar los trabajos requeridos y proyectar las acciones a tomar para dar servicio al edificio, se inicia con una visita técnica de evaluación; esta visita tiene como objetivo confirmar el estado de las montantes y conexiones existentes en el edificio, así como identificar la forma y la ubicación por donde los cables pueden ingresar de manera más efectiva. Parte de la evaluación implica determinar si es necesario realizar obras civiles para facilitar el canalizado con ductos de PVC que sirvan de medio de unión entre la red externa y la red del edificio, para que, de esta manera los cables de fibra óptica puedan ingresar de manera ordenada y segura.

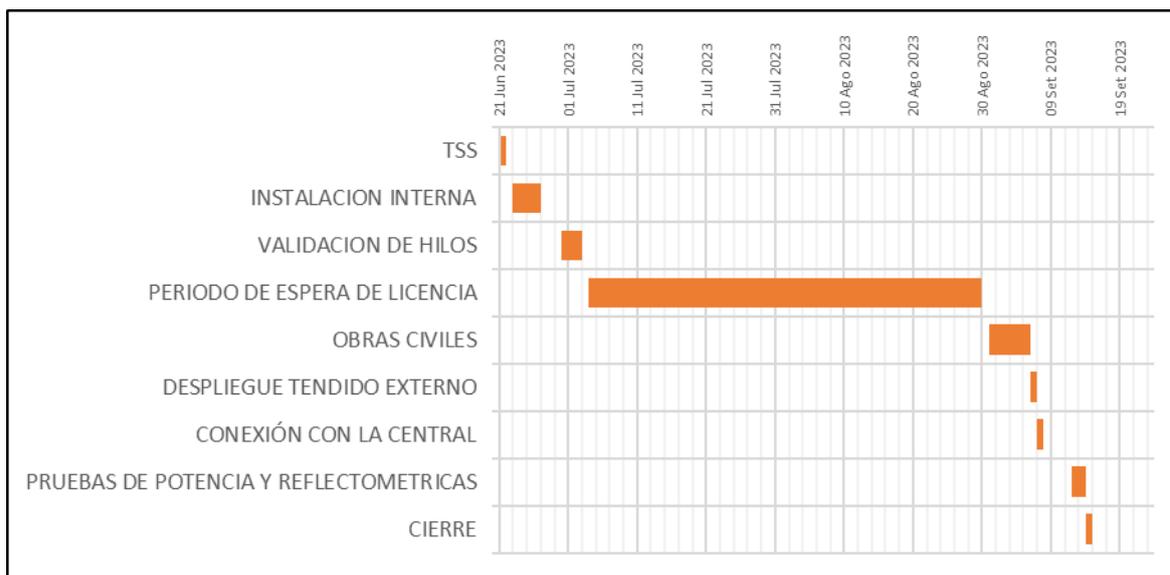
3.2. Modelo de solución propuesto

El plan de acción se distribuye en las siguientes etapas:

- Evaluación técnica inicial (TSS).
- Confirmación de la conexión con la central.
- Consideración de obras civiles.
- Instalación de la infraestructura interna.
- Despliegue de la infraestructura externa.
- Ejecución de medición de potencia y pruebas reflectométricas.
- Finalización de la documentación del proyecto.
- Proceso de cierre.
- Liquidación de la implementación.

Los procedimientos se llevarán a cabo siguiendo la programación indicada en el siguiente diagrama de Gantt:

Figura 19:
Diagrama de Gantt



Nota: Diagrama de Gantt de la planificación de trabajos. Elaboración propia.

Tabla 9:
Detalle de planificación de actividades

DIAGRAMA DE GANTT		
ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN
TSS	21 Jun 2023	22 Jun 2023
INSTALACIÓN INTERNA	23 Jun 2023	27 Jun 2023
VALIDACIÓN DE HILOS	30 Jun 2023	03 Jul 2023
PERIODO DE ESPERA DE LICENCIA	04 Jul 2023	30 Ago 2023
OBRAS CIVILES	31 Ago 2023	06 Set 2023
DESPLIEGUE TENDIDO EXTERNO	06 Set 2023	07 Set 2023
CONEXIÓN CON LA CENTRAL	07 Set 2023	08 Set 2023
PRUEBAS DE POTENCIA Y REFLECTOMÉTRICAS	12 Set 2023	14 Set 2023
CIERRE	14 Set 2023	15 Set 2023

Nota: Detalle de la planificación de trabajos a ejecutar para llevar la fibra óptica al edificio multifamiliar. Elaboración propia.

3.2.1. TSS (Technical Site Survey)

El punto de partida de este proceso se encuentra en la comunicación inicial que se establece con los administradores del edificio. Se explica de manera detallada que, previo al inicio de cualquier actividad o trabajo, es necesaria una revisión detallada de las montantes y las ubicaciones por donde ingresan los cables.

Para esta revisión se debe contar con los permisos adecuados por parte de las autoridades del edificio. Estos permisos permitirán que el equipo técnico tenga acceso a las áreas comunes del edificio, así como al sótano. Esta autorización brinda la oportunidad de realizar una inspección visual que garantice una planificación y ejecución de los trabajos necesarios para la implementación de la fibra óptica.

El proceso de comunicación y solicitud de permisos para el edificio multifamiliar se llevó a cabo de manera diligente. El 21 de junio, se inició la comunicación con el edificio, donde se proporcionaron detalles sobre las personas encargadas del proyecto, incluyendo sus nombres, información sobre los Seguros Complementarios de Trabajo de Riesgo (SCTR) que respaldaban su participación, sus roles específicos dentro del equipo y la información de contacto correspondiente.

La respuesta positiva y la autorización completa por parte de los responsables del edificio se obtuvieron el día siguiente, el 22 de junio. Esta aprobación permitió avanzar las inspecciones y trabajos de planificación.

De la visita programada, se confirmó que el edificio es de construcción reciente y no cuenta con ninguna instalación de otros operadores en su interior. También se observó que algunos departamentos aún estaban en proceso de remodelación, pero lo más relevante fue que las montantes y conexiones ya estaban completamente finalizadas, y la infraestructura para el ingreso de cables estaba lista para la conexión a la red de Telefónica.

Dada esta evaluación, se tomaron dos decisiones inmediatas:

- Iniciar la instalación de la infraestructura interna: Con la confirmación de que las montantes y conexiones estaban en su lugar y listas para su conexión a la red de Telefónica; se procedió a la instalación de la infraestructura interna.
- Preparar la documentación requerida para obtener los permisos de obras civiles: Reconociendo la necesidad de obtener los permisos correspondientes de la municipalidad, se inició el proceso de preparación de todos los documentos y trámites necesarios. Esto asegura que cualquier obra civil requerida para facilitar la canalización de cables de fibra óptica se realice de acuerdo con los

reglamentos locales y se obtengan las aprobaciones pertinentes antes de proceder con los trabajos de obras civiles.

La visita también permitió la confirmación de la información proporcionada por el operador. Se verificó que el edificio consta de 15 pisos y alberga un total de 73 Unidades Inmobiliarias Pasivas (UIPs) o departamentos. En consecuencia, se planificó la instalación de 7 Cajas Terminales Ópticas (CTOs) para garantizar una conectividad adecuada y eficiente en todo el edificio, asegurando así la cobertura necesaria para todos los departamentos.

El cálculo se basa en el diseño inicial del operador, que prevé brindar servicio al 80% del edificio. Esta decisión se toma con miras a cubrir la mayoría de las necesidades de conectividad de los residentes. Sin embargo, se establece la flexibilidad para futuras expansiones, lo que significa que, si en un momento posterior a la instalación se requiere un mayor número de puertos o una mayor cobertura, es posible ampliar la infraestructura según las solicitudes y necesidades específicas. Esta capacidad de adaptación es beneficiosa para garantizar que la conectividad pueda ajustarse a las demandas cambiantes y crecientes de los usuarios en el edificio.

Por lo tanto; el edificio multifamiliar cuenta con 73 departamentos o UIPs, que multiplicado por el 80% de diseño, se tiene que se debe atender el edificio para 58 departamentos o UIPs. El calculo se muestra en la siguiente ecuación:

$$73 \text{ UIP} \times 80\% = 58.4 \approx 58 \text{ UIP}$$

Donde:

UIP; Unidad Inmobiliaria Pasiva o Departamentos de un edificio

En diseño, el resultado de esta fórmula es que se considerará al edificio como 58 UIPs.

Para obtener la cantidad de dispositivos a instalar en el edificio multifamiliar, se debe dividir la cantidad de UIPs de diseño que es 58 entre la cantidad de puertos que tiene un CTO interior que es 8, El resultado es de 7 CTOs a instalar en el edificio para poder dar cobertura de acuerdo con el diseño:

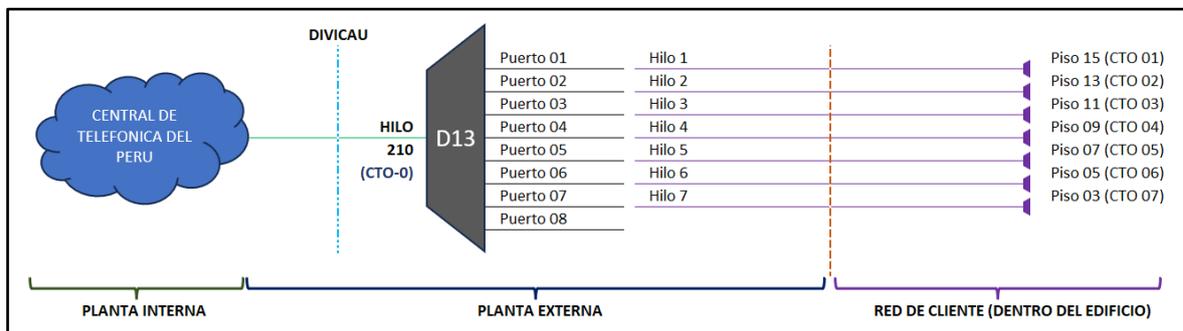
$$\frac{58 \text{ UIP}}{8 \text{ Puertos}} = 7.25 \approx 7 \text{ CTO}$$

Donde:

CTO: Caja Terminal Óptica que tiene internamente un divisor de 8 puertos y se considera (Para diseño) 1 puerto alimenta a 1 UIP.

Según los datos recopilados, se ha desarrollado el siguiente diseño de instalación interna para la infraestructura de fibra óptica en el edificio multifamiliar. Este diseño tiene en cuenta la distribución de las Cajas Terminales Ópticas (CTOs) y la disposición de los cables:

Figura 20:
Diagrama de red

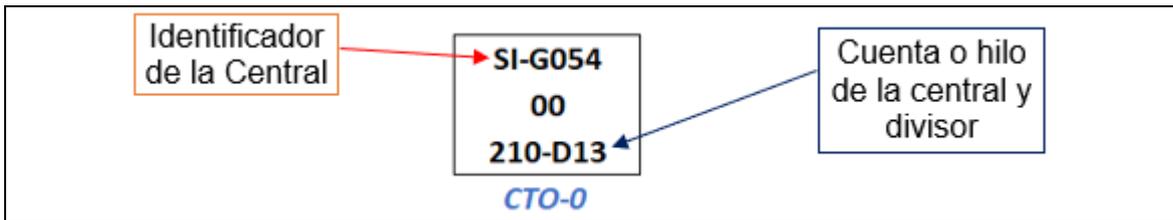


Nota: Diagrama de red FTTH desde la central de Telefónica hasta el edificio multifamiliar. Elaboración propia.

Establecido el diseño de la instalación interna y determinado las ubicaciones de las Cajas Terminales Ópticas (CTOs), el cliente procede a proporcionar los rotulados que se colocarán en las CTOs para interiores de edificios. Estos rotulados son importantes para identificar de manera clara y precisa cada CTO y su función en el sistema. Esta identificación ayuda en la gestión y mantenimiento de la infraestructura, facilitando la localización de cada CTO en caso de necesidad de servicio o reparación.

El rotulado correspondiente a la Caja Terminal Óptica (CTO) de la planta externa, conocida como "CTO-0" es como sigue:

Figura 21:
Rotulado de CTO-0



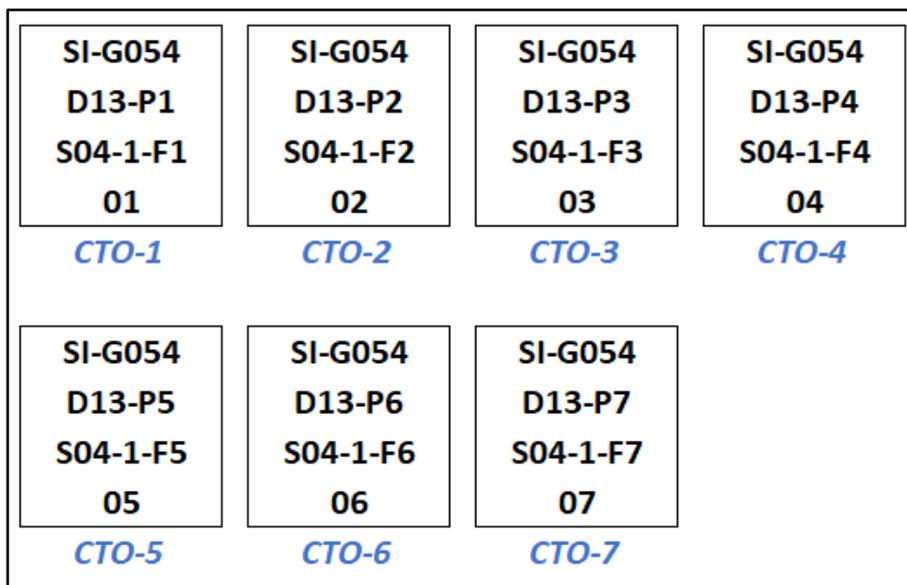
Nota: Rotulado de la CTO-0. Elaboración propia.

Para este caso se puede leer del rotulado presentado en la figura 15:

- Esta CTO-0 está conectada a la Central de San Isidro (SI) y el punto de conexión más cercana es la DIVICAU G054 en la planta externa.
- 00 indica que el cable es directo desde la central, que no hay puntos intermedios entre la central y la DIVICAU.
- 210 es la cuenta de la central de San Isidro que llega hasta la DIVICAU y que en este caso vamos a dar continuidad hasta la CTO-0.
- D13 es el nombre asignado al divisor que se conectara a la cuenta de la central con número 210.

Los rotulados correspondientes a las Cajas Terminales Ópticas (CTO) para el interior del edificio, denominadas “CTO-n”

Figura 22:
Rotulado de las CTO interiores



Nota: Rotulado de las CTO interiores a detalle. Elaboración propia.

Donde:

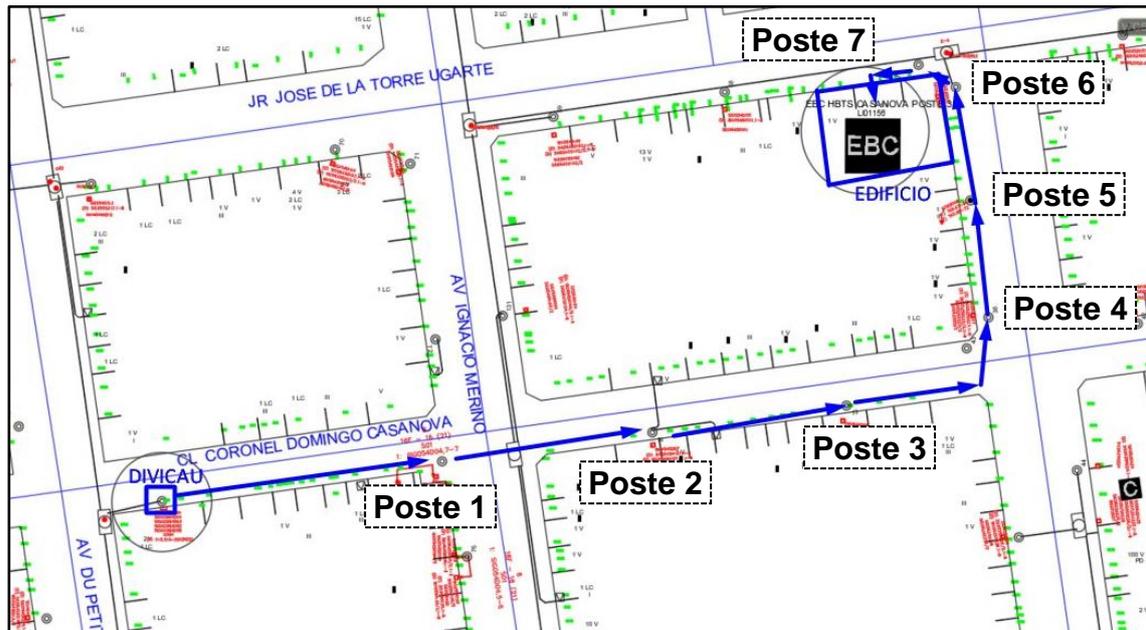
- SI es el identificador de la central San Isidro.
- G054 es la DIVICAU reflejo de la central que tiene el hilo asignado y que se da continuidad hasta la CTO-0.
- D13 es el nombre del divisor que estamos usando y que está conectada a la cuenta 210 (Indicada en la CTO-0). Este divisor tiene 8 puertos que van desde P1 hasta P8.
- P1 al P7 son los puertos usados para conectar a la CTO interior en cada piso.
- S04-1-Fx es la identificación del cable y cuenta que en este caso va de F1 a F7.

La solicitud de la ruta de cableado para el ingreso de la fibra óptica al edificio es un paso en el proceso de implementación de la infraestructura. Esto implica planificar y definir la trayectoria exacta que seguirán los cables de fibra óptica desde el punto de entrada exterior hasta las Cajas Terminales Ópticas (CTOs).

La ruta de cableado debe ser detallada y cuidadosamente diseñada para garantizar la protección y el rendimiento óptimo de los hilos de fibra óptica. Esto puede implicar la selección de conductos o canales adecuados para alojar los cables de manera segura y ordenada, evitando cualquier interferencia o daño potencial.

Además, es necesario que esta ruta de cableado se ajuste a los estándares de seguridad y normativas locales, lo que puede requerir la obtención de permisos adicionales de las autoridades pertinentes, para el caso del distrito de Jesús María no se requiere. Una vez que se haya definido y aprobado la ruta de cableado, se podrá proceder con la implementación de la fibra óptica en el edificio siguiendo los diseños y rotulados previamente establecidos.

Figura 23:
Ruta de cableado externo



Nota: Ruta de cableado externo. Elaboración propia. (2023)

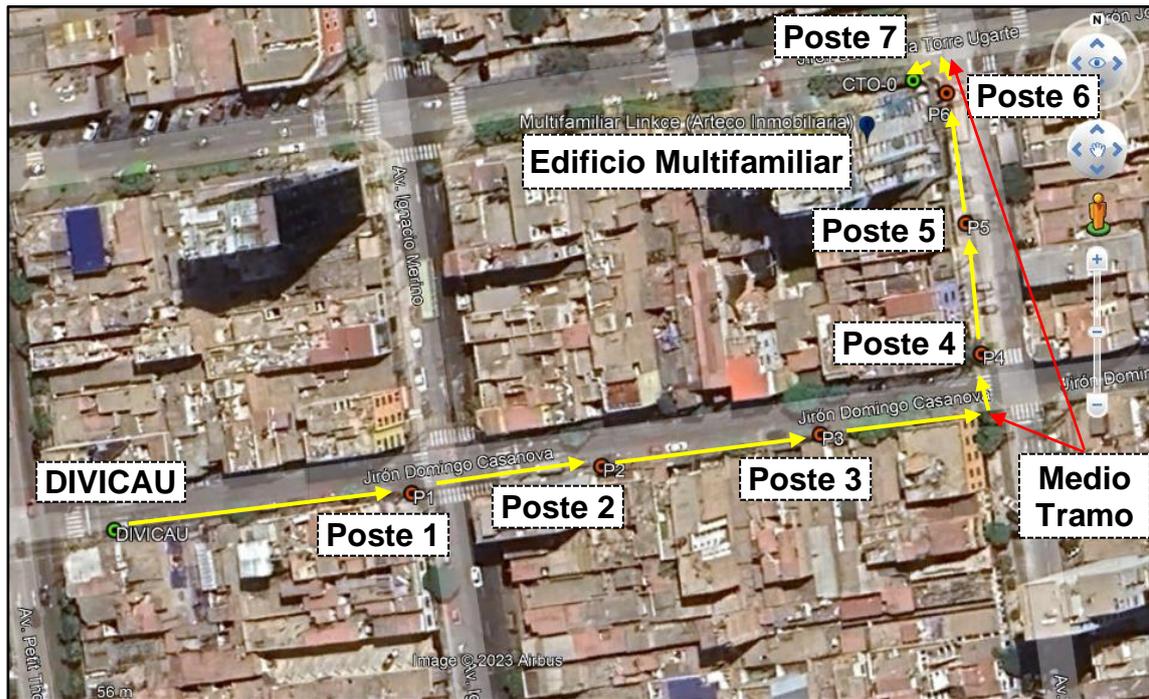
Tabla 10:
Coordenadas y distancias de la infraestructura de TdP

INFRAESTRUCTURA	LATITUD	LONGITUD	DISTANCIA (m)
DIVICAU (Poste de TdP)	-12.089639	-77.032396	0.000
Poste de TdP 1	-12.089566	-77.031808	64.518
Poste de TdP 2	-12.089513	-77.031437	40.812
Poste de TdP 3	-12.089452	-77.031012	46.757
Medio Tramo	-12.089406	-77.030694	34.991
Poste de TdP 4	-12.089298	-77.030699	12.035
Poste de TdP 5	-12.089048	-77.030729	28.021
Poste de TdP 6	-12.088798	-77.030766	28.120
Medio Tramo	-12.088763	-77.030777	4.077
Poste de TdP 7 (CTO-0)	-12.088774	-77.030831	6.004
Total, cableado de DIVICAU a CTO-0			265.335

Nota: Coordenadas y distancia de cableado externo. Elaboración propia.

Con la información proporcionada por el operador se decidió instalar la CTO-0 en el poste más próximo al edificio.

Figura 24:
Ubicación de CTO-0



Nota: Ruta de cableado externo. Elaboración propia.

Luego de recopilar los datos, se llevó a cabo la elaboración del presupuesto de potencia. Esta etapa es de relevancia, ya que su objetivo es evaluar si el edificio cumplirá con los valores admitidos por Telefónica en las longitudes de onda de 1490 nm y 1550 nm.

El presupuesto de potencia se convierte en un factor crítico para asegurar la calidad y la integridad de la señal óptica en la red de fibra óptica del edificio. Al calcular las pérdidas y ganancias de potencia en la infraestructura, se obtiene un panorama completo de la capacidad de la red para mantener la señal dentro de los límites aceptables en estas longitudes de onda específicas. Esto es necesario para garantizar que los servicios de telecomunicaciones se proporcionen de manera eficiente y confiable a los residentes.

El presupuesto de potencia es una herramienta para verificar el rendimiento y la conformidad de la red con los estándares establecidos, lo que contribuye a una conectividad sólida y satisfactoria en el edificio multifamiliar.

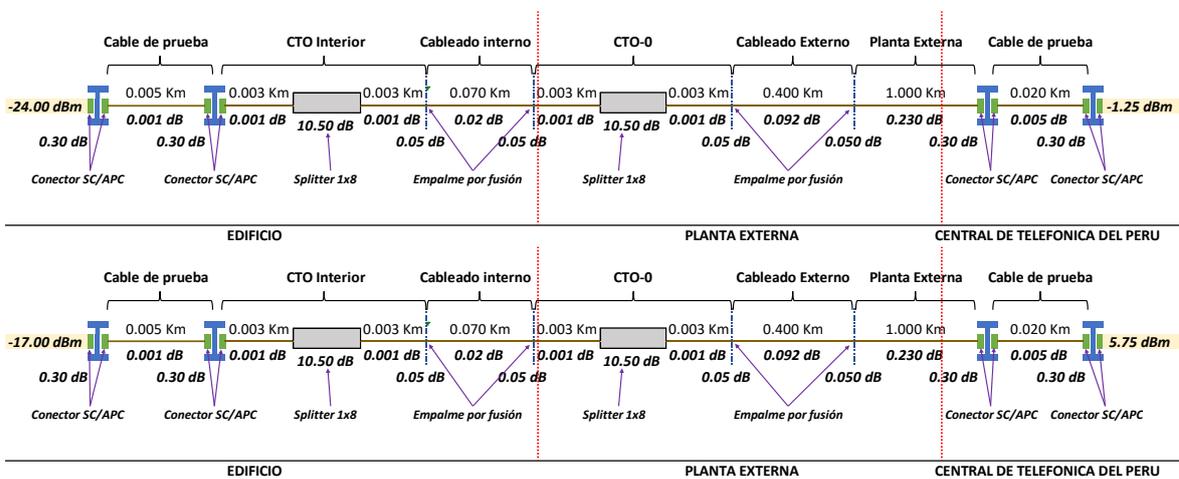
Tabla 11:
Umbrales de potencia para redes FTTH

UMBRALES A LA SALIDA DE LA CTO		
	Mínimo	Máximo
DATOS 1490 nm	-24.00 dBm	-17.00 dBm
TV 1550 nm	-5.00 dBm	1.00 dBm

Nota: (Telefónica del Perú, 2022). Umbrales de potencia en redes FTTH (ODN a 1x64).

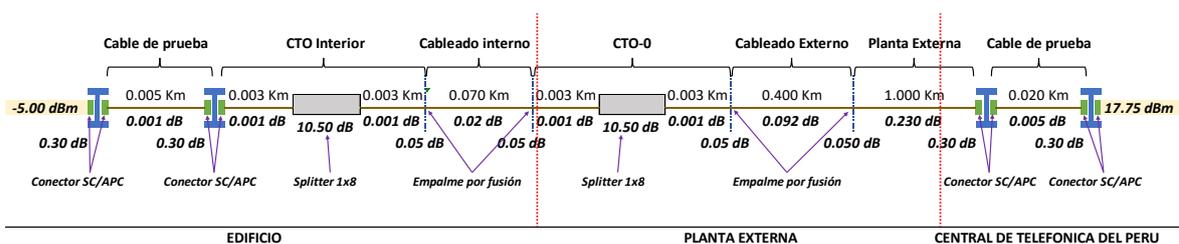
Para la longitud de onda de 1490 nm y 1550 se debe cumplir que la potencia en las CTO interiores debe estar dentro del rango aceptado en la tabla 11, con estos datos, desarrollamos el presupuesto de potencia que permitirá reconocer los valores de potencia esperados en la central, para 1490 nm los cálculos y grafico en figura 25 y para 1550 nm los cálculos y grafico en la figura 26:

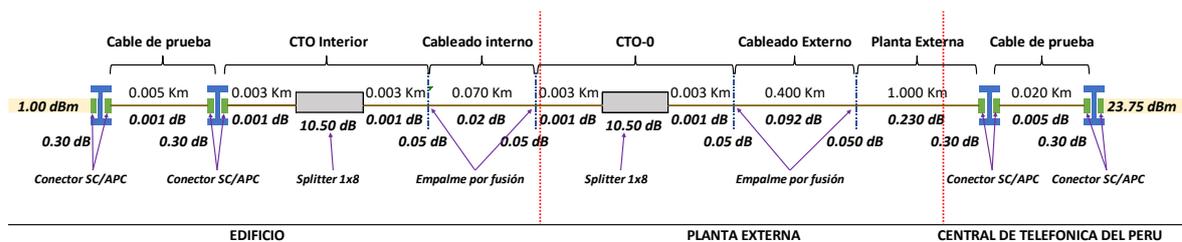
Figura 25:
Presupuesto de potencia para 1490 nm



Nota: Cálculos del presupuesto de potencia para la longitud de onda de 1490 nm por tramos. Elaboración propia.

Figura 26:
Presupuesto de potencia para 1550 nm





Nota: Cálculos del presupuesto de potencia para la longitud de onda de 1550 nm por tramos. Elaboración propia. (2023)

De los cálculos realizados, es necesario esperar que, cuando el hilo de fibra óptica se conecte a la central de Telefónica, la potencia en la central se encuentre dentro del rango especificado. Esto significa que la potencia en 1490 nm debería ser mínima de -1.253 dBm y máxima de 5.747 dBm; mientras que en 1550 nm debería ser mínima de 17.747 dBm y máxima de 23.747 dBm. Cumplir con estos valores garantiza que la señal transmitida desde la central sea lo suficientemente fuerte para ser procesada y distribuida, sin caer por debajo de un umbral crítico ni superar niveles que puedan causar problemas de saturación. Estos valores son requeridos para asegurar el rendimiento adecuado de la red de fibra óptica y proporcionar una conectividad confiable.

Tabla 12:
Potencia esperada en la central de TdP

UMBRALES CALCULADOS DE LA CENTRAL		
	Mínimo	Máximo
1490 nm	-1.25339 dBm	5.74661 dBm
1550 nm	17.74661 dBm	23.74661 dBm

Nota: Síntesis de los valores esperados en central para que la potencia en el edificio este dentro de los parámetros de Telefónica. Elaboración propia

3.2.2. Instalación de la infraestructura interna

Las obras civiles de canalizado no es una limitante para ejecutar la instalación interna en el edificio y con la debida autorización se inicia el trabajo, para el cual se optó por emplear un tipo de cable flexible conocido como "Cable Raiser" en el proceso de implementación interna,

Figura 27:
Instalación de CTO interiores



Nota: Instalación de las CTO interiores, cada una con sus rotulados. Elaboración propia.

Las CTO interiores llevan consigo de forma interna un divisor de 1x8 del tipo PLC.

Figura 28:
Características de los divisores usados en la red FTTH de TdP

Parameter		Unit	Value									
Product Type			1x2	1x3	1x4	1x6	1x8	1x12	1x16	1x32	1x64	1x128
Operating Wavelength		nm	1260~1650									
Insertion Loss	Typ.	dB	3.6	6.3	7.0	9.4	10.2	12.4	13.5	16.6	20.1	24.5
	Max.	dB	4.1	6.8	7.5	10.0	10.5	13	13.8	17.1	20.8	25.3
Uniformity (Max.)		dB	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8	1.2	1.4	1.5	2.0	2.6
PDL(Max.)		dB	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.8
Return Loss		dB	≥55(APC type connectors) / 50(UPC type connectors)									
Directivity		dB	≥55									
Operating & Storage Temperature		°C	-40~+85									

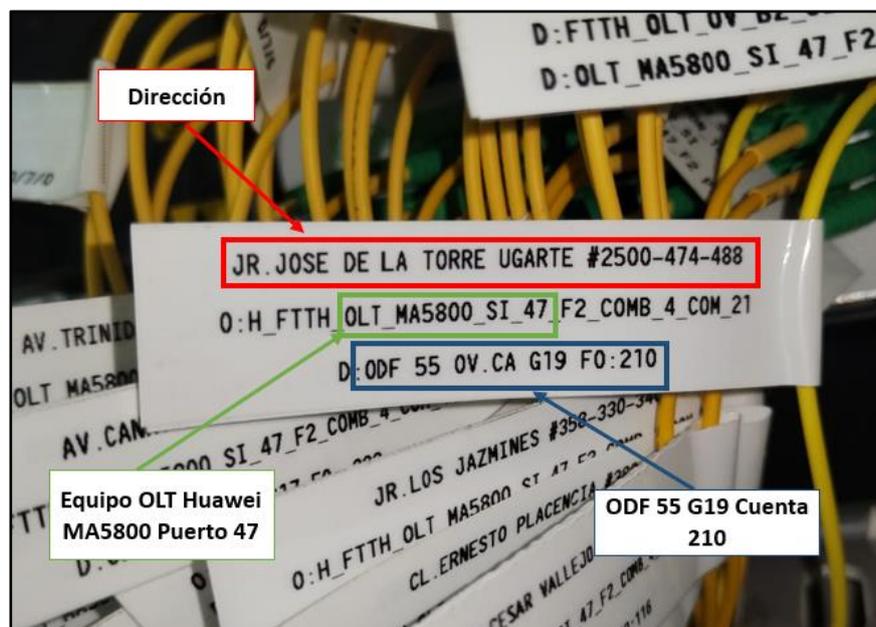
Nota: OpticTimes. Tabla de datos de los divisores 1:8 usados en TdP.

3.2.3. Validación de hilos

La validación de hilos y la comunicación de la conexión del hilo de la DIVICAU con la central son pasos importantes en la implementación de la infraestructura de fibra óptica. Estos pasos aseguran que, al conectar la planta externa con el cableado del edificio, se alcancen las potencias esperadas en las Cajas Terminales Ópticas (CTOs) interiores.

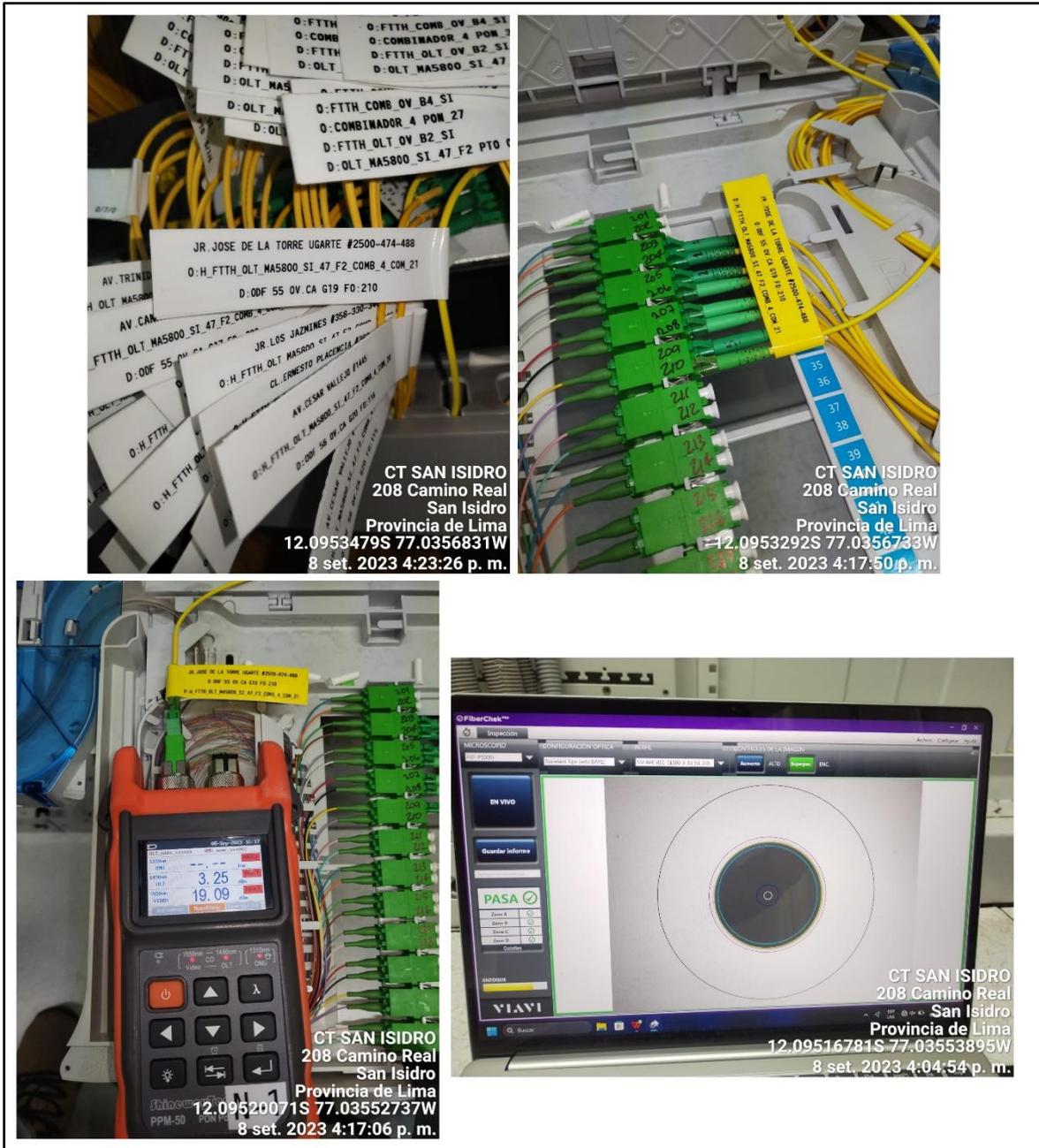
La conexión física entre el hilo de fibra óptica que viene desde la central y el hilo que se dirige a las CTOs interiores del edificio aseguran la conexión y garantiza que la señal se transmita de manera eficiente y con la potencia adecuada desde la central hasta el interior del edificio. Esto es esencial para que, al completar el cableado externo restante y conectarlo a la infraestructura interna, las potencias en las CTOs interiores estén dentro de los valores esperados, asegurando una conectividad óptima y confiable en el edificio multifamiliar.

Figura 29:
Detalle de rotulado en central de TdP



Nota: Detalle del rotulado presentado en los hilos de conexión en la central. Elaboración propia.

Figura 30:
Conexión en la central



Nota: Con estas imágenes se sustenta que la potencia entregada por la OLT de la central de Telefónica ya llegando hasta el punto de la DIVICAU. Elaboración propia.

Al verificar los datos obtenidos en el proceso de conexión con la central y asegurarse de que la potencia en la central se encuentre dentro de los valores esperados, se puede proyectar con confianza que los valores dentro del edificio también estarán dentro del rango permitido.

Tabla 13:
Potencia real en la central de TdP

UMBRALES CALCULADOS DE CENTRAL VS OBTENIDO			
	Mínimo	Máximo	Obtenido
1490 nm	-1.25339 dB	5.74661 dB	3.25 dB
1550 nm	17.74661 dB	23.74661 dB	19.09 dB

Nota: La potencia obtenida en central está dentro del rango de potencias calculada en el presupuesto de potencia. Elaboración propia

3.2.4. Licencia y obras civiles

Cuando se obtiene la licencia de obras civiles de la municipalidad distrital de Lince, se está en posición de coordinar y ejecutar las obras civiles siguiendo los lineamientos y regulaciones establecidos por la municipalidad. Es fundamental cumplir con todos los requisitos y procedimientos exigidos por la autoridad local para garantizar que las obras se realicen de manera legal y segura.

Estos lineamientos pueden incluir aspectos como la planificación de las obras, la seguridad en el lugar de trabajo, el cumplimiento de estándares de construcción y el plazo para ejecutar las obras. Es importante mantener una comunicación constante y efectiva con la municipalidad para asegurarse de que todas las pautas se sigan adecuadamente y de que cualquier modificación o detalle adicional se aborde de manera apropiada.

Figura 31:
Licencia municipal para obras civiles

PANGEACO S.A.C.
Lince, 21 de agosto del 2023

MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE LINCE
SUBGERENCIA DE OBRAS PÚBLICAS, PLANEAMIENTO Y MANTENIMIENTO

CARGO

Asunto: COMUNICACIÓN DEL INICIO DE OBRAS - TRABAJOS DE PLANTA EXTERNA PARA INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES. PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE CANALIZACIÓN.

REF. EXPEDIENTE: 012319154-2-25

De mayor consideración:

El objeto de la presente solicitud y a su vez, de conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1471 que establece las medidas que facilitan la instalación de infraestructura necesaria para la prestación de servicios públicos de Telecomunicaciones dentro de la Estrategia Nacional aprobada por el Consejo de Defensa del Perú (CODESA) con Decreto N° 00873 del 20 de mayo del 2020 y el Reglamento de la Ley N° 29521 para el fomento de la inversión en Telecomunicaciones) aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2020-MTC.

Ante todo, se declara que la instalación de la Infraestructura de Telecomunicaciones, se realizará de conformidad con la Ley N° 29521, con el fin de garantizar la prestación de servicios de telecomunicaciones en el territorio de la Municipalidad Distrital de Lince.

Al respecto, comunicamos el inicio de los trabajos programados, que a continuación se detallan:

ITEM	Descripción	Metro total	Vereda	Sistema	Plata de Anclaje	Ubicación
1	Calificación de 3x120 metros	30.0	3x120 mts	-	4.0	AP MULTIFAMILIAR HASTA EL JOSE DE LA TORRE (IGARTE Nº17)
TOTAL		30.0	metros			

Esta solicitud se realice en el horario de lunes a viernes de 08:00 am. a 5:00 pm. y sábados de 08:00 am. a 2:00 pm. con fines de trámite.

00000000, donde se debe incluir: 09/19/2023, como referencia que los trabajos serán ejecutados por la empresa contratada, SF TELECOM.

REGISTRADO
Municipalidad Distrital de Lince
Fecha: 21/08/2023
Hora: 15:04:00

Nota: Licencia de aceptación de las obras civiles por parte de la municipalidad de Lince para el edificio multifamiliar. Elaboración propia.

La licencia de obras civiles con fecha de inicio el 5 de septiembre de 2023 y fecha de finalización el 5 de octubre de 2023 proporciona un marco de tiempo específico para ejecutar las obras necesarias en el proyecto de conectividad en el edificio multifamiliar. Durante este período, es necesario seguir cuidadosamente el cronograma y los lineamientos establecidos por la municipalidad.

Figura 32:
Obras civiles para instalación de ductos



Nota: Imágenes del proceso de canalizado y reposición de vereda para el edificio multifamiliar. Elaboración propia.

3.2.5. Despliegue de infraestructura externa

Cuando el canalizado ya está finalizado, se encuentra en posición de proceder con la instalación de la red externa y conectarla a través de los conductos hacia el edificio. Siguiendo las preferencias del cliente, la Caja Terminal Óptica (CTO-0) se instalará en el sótano del edificio, lo que permitirá mantener un puerto disponible para posibles ampliaciones futuras.

Esta decisión es estratégica, ya que al reservar un puerto en la CTO-0, se asegura que el edificio esté preparado para futuras expansiones de la red de fibra óptica si así se requiere. Esto proporciona flexibilidad y escalabilidad para adaptarse a las necesidades cambiantes de conectividad en el edificio multifamiliar, lo que es una práctica recomendable en proyectos de este tipo.

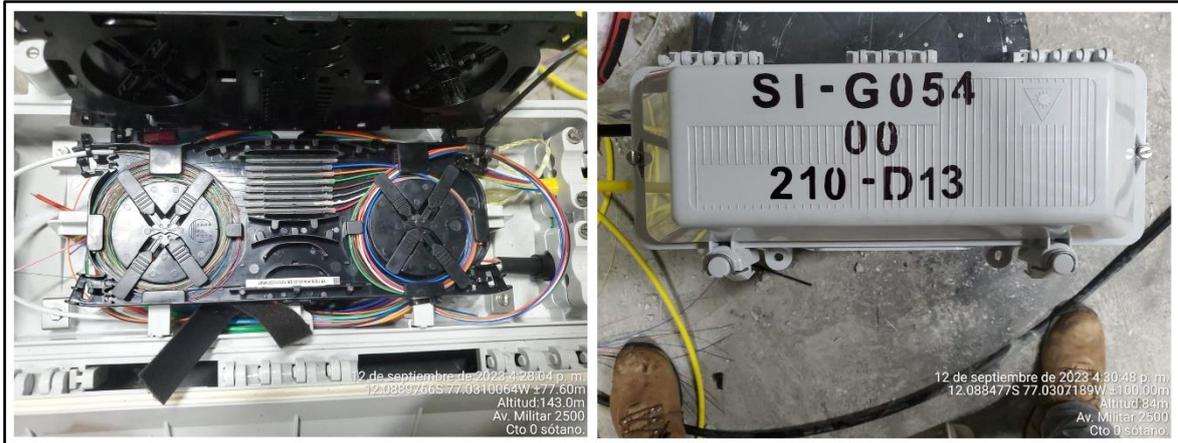
Figura 33:

Tendido de cables de fibra óptica en planta externa



Nota: Imágenes del tendido de la planta externa por medio del cable PKP de 16 hilos. Elaboración propia. (2023)

Figura 34:
Instalación de CTO-0



Nota: Instalación y rotulado de la CTO-0, para la distribución al edificio y el cambio de cable de PKP de 16 hilos (Negro) a raiser de 16 hilos (Amarillo)

Figura 35:
DIVICAU



Nota: Sustento del empalme y uso del hilo asignado en la DIVICAU. Elaboración propia. (2023)

3.3. Resultados

Instalados los dispositivos internos en las montantes del edificio e instalados también los dispositivos externos se continua con las pruebas que permitirán la aceptación y certificación de los trabajos.

3.3.1. Pruebas de potencia óptica

Las pruebas de potencia óptica son un paso para la verificación de la calidad y el rendimiento de la red de fibra óptica. Los resultados de estas pruebas deben estar dentro del rango de valores esperado. Para estas pruebas, se utilizan equipos aceptados por Telefónica del Perú, 2 de estos equipos son:

Figura 36:
PON Power Meter, ShinewayTech PPM-50



Nota: (ShimewayTech, s.f.). PPM-50 Medidor de Potencia PON.

Figura 37:
PON Power Meter, Joinwit JW3213



Nota: (Joinwit, s.f.). JW3213 PON medidor de potencia óptica.

Los resultados obtenidos de las pruebas de potencia óptica son los siguientes:

A. Piso 15, CTO 01

Figura 38:
PPM, Piso 15, CTO 01



Nota: Medición de potencia óptica con PON Power Meter en el Piso 15, denominado CTO 01. Elaboración propia.

Tabla 14:
Resultados PPM, Piso 15, CTO 01

	UMBRALES A LA SALIDA DE LA CTO		PRUEBA	
	Mínimo	Máximo	Obtenido	Resultado
DATOS 1490 nm	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-18.43 dBm	PASS
TV 1550 nm	-5.00 dBm	1.00 dBm	-2.17 dBm	PASS

Nota: Resultados de la prueba de potencia óptica comparado con los intervalos aceptados. Elaboración propia.

B. Piso 13, CTO 02

Figura 39:
PPM, Piso 13, CTO 02



Nota: Medición de potencia óptica con PON Power Meter en el Piso 13, denominado CTO 02. Elaboración propia.

Tabla 15:
Resultados PPM, Piso 13, CTO 02

	UMBRALES A LA SALIDA DE LA CTO		PRUEBA	
	Mínimo	Máximo	Obtenido	Resultado
DATOS 1490 nm	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-17.77 dBm	PASS
TV 1550 nm	-5.00 dBm	1.00 dBm	-1.44 dBm	PASS

Nota: Resultados de la prueba de potencia óptica comparado con los intervalos aceptados. Elaboración propia.

C. Piso 11, CTO 03

Figura 40:
PPM, Piso 11, CTO 03



Nota: Medición de potencia óptica con PON Power Meter en el Piso 11, denominado CTO 03. Elaboración propia.

Tabla 16:
Resultados PPM, Piso 11, CTO 03

	UMBRALES A LA SALIDA DE LA CTO		PRUEBA	
	Mínimo	Máximo	Obtenido	Resultado
DATOS 1490 nm	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-17.76 dBm	PASS
TV 1550 nm	-5.00 dBm	1.00 dBm	-1.45 dBm	PASS

Nota: Resultados de la prueba de potencia óptica comparado con los intervalos aceptados. Elaboración propia.

D. Piso 09, CTO 04

Figura 41:
PPM, Piso 09, CTO 04



Nota: Medición de potencia óptica con PON Power Meter en el Piso 09, denominado CTO 04. Elaboración propia.

Tabla 17:
Resultados PPM, Piso 19, CTO 04

	UMBRALES A LA SALIDA DE LA CTO		PRUEBA	
	Mínimo	Máximo	Obtenido	Resultado
DATOS 1490 nm	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-18.55 dBm	PASS
TV 1550 nm	-5.00 dBm	1.00 dBm	-2.32 dBm	PASS

Nota: Resultados de la prueba de potencia óptica comparado con los intervalos aceptados. Elaboración propia.

E. Piso 07, CTO 05

Figura 42:
PPM, Piso 07, CTO 05



Nota: Medición de potencia óptica con PON Power Meter en el Piso 07, denominado CTO 05. Elaboración propia.

Tabla 18:
Resultados PPM, Piso 07, CTO 05

	UMBRALES A LA SALIDA DE LA CTO		PRUEBA	
	Mínimo	Máximo	Obtenido	Resultado
DATOS 1490 nm	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-17.47 dBm	PASS
TV 1550 nm	-5.00 dBm	1.00 dBm	-1.06 dBm	PASS

Nota: Resultados de la prueba de potencia óptica comparado con los intervalos aceptados. Elaboración propia.

F. Piso 05, CTO 06

Figura 43:
PPM, Piso 05, CTO 06



Nota: Medición de potencia óptica con PON Power Meter en el Piso 05, denominado CTO 06. Elaboración propia.

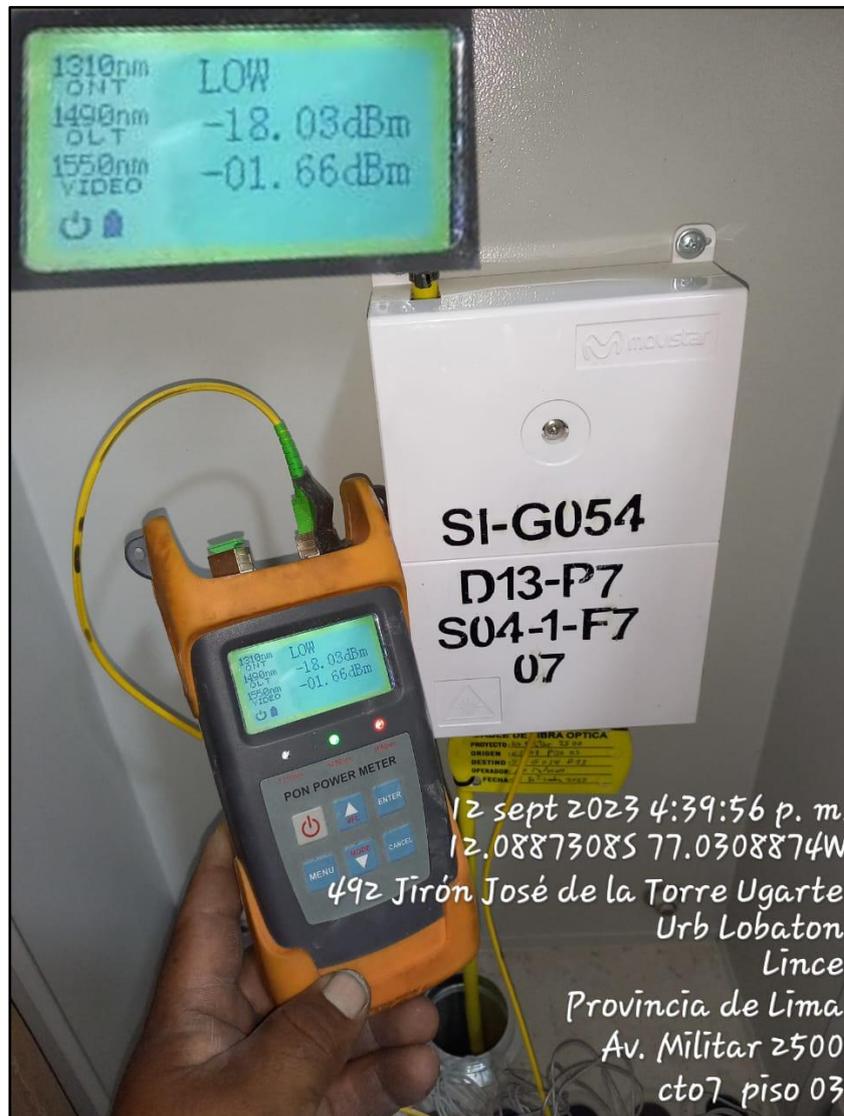
Tabla 19:
Resultados PPM, Piso 05, CTO 06

	UMBRALES A LA SALIDA DE LA CTO		PRUEBA	
	Mínimo	Máximo	Obtenido	Resultado
DATOS 1490 nm	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-17.61 dBm	PASS
TV 1550 nm	-5.00 dBm	1.00 dBm	-1.37 dBm	PASS

Nota: Resultados de la prueba de potencia óptica comparado con los intervalos aceptados. Elaboración propia.

G. Piso 03, CTO 07

Figura 44:
PPM, Piso 03, CTO 07



Nota: Medición de potencia óptica con PON Power Meter en el Piso 03, denominado CTO 07. Elaboración propia.

Tabla 20:
Resultados PPM, Piso 03, CTO 07

	UMBRALES A LA SALIDA DE LA CTO		PRUEBA	
	Mínimo	Máximo	Obtenido	Resultado
DATOS 1490 nm	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-18.03 dBm	PASS
TV 1550 nm	-5.00 dBm	1.00 dBm	-1.66 dBm	PASS

Nota: Resultados de la prueba de potencia óptica comparado con los intervalos aceptados. Elaboración propia.

De los datos obtenidos en cada prueba obtenemos un cuadro resumen y su gráfico:

- Para Datos (Downstream) en 1490 nm.

Tabla 21:

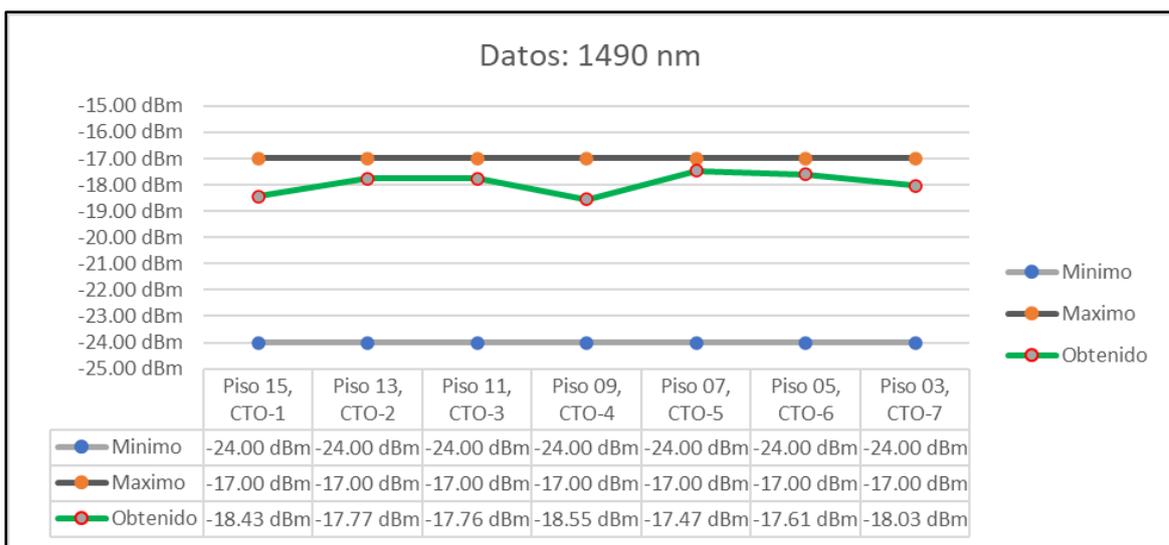
Resumen de datos obtenidos con PPM para 1490 nm

RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS CON EL PPM			
Datos 1490 nm	Mínimo	Máximo	Obtenido
Piso 15, CTO-1	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-18.43 dBm
Piso 13, CTO-2	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-17.77 dBm
Piso 11, CTO-3	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-17.76 dBm
Piso 09, CTO-4	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-18.55 dBm
Piso 07, CTO-5	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-17.47 dBm
Piso 05, CTO-6	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-17.61 dBm
Piso 03, CTO-7	-24.00 dBm	-17.00 dBm	-18.03 dBm

Nota: Cuadro resumen de todos los valores obtenidos luego de la medición con el PON Power Meter (PPM) para Datos o Downstream en 1490 nm. Elaboración propia.

Figura 45:

Vista gráfica del resumen para 1490 nm



Nota: De la figura se reconoce que todos los valores están dentro del rango de valores aceptados por Telefónica del Perú en su cuadro de umbrales, por lo tanto, los servicios de bajada de datos (Downstream - Internet) están aseguradas. Elaboración propia.

- Para Video en 1550 nm:

Tabla 22:

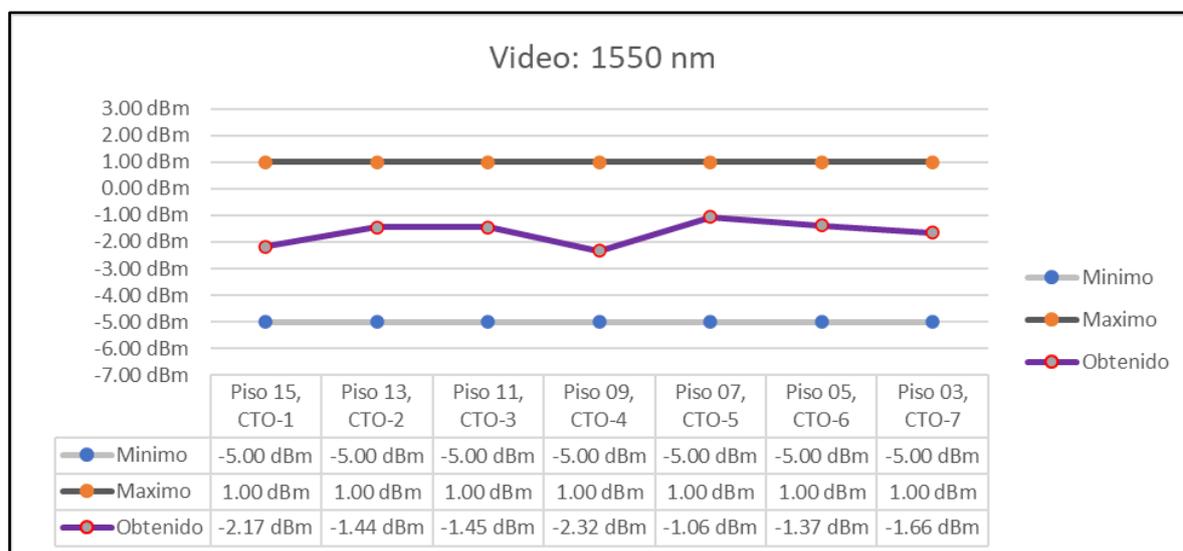
Resumen de datos obtenidos con PPM para 1550 nm

RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS CON EL PPM			
Video 1550 nm	Mínimo	Máximo	Obtenido
Piso 15, CTO-1	-5.00 dBm	1.00 dBm	-2.17 dBm
Piso 13, CTO-2	-5.00 dBm	1.00 dBm	-1.44 dBm
Piso 11, CTO-3	-5.00 dBm	1.00 dBm	-1.45 dBm
Piso 09, CTO-4	-5.00 dBm	1.00 dBm	-2.32 dBm
Piso 07, CTO-5	-5.00 dBm	1.00 dBm	-1.06 dBm
Piso 05, CTO-6	-5.00 dBm	1.00 dBm	-1.37 dBm
Piso 03, CTO-7	-5.00 dBm	1.00 dBm	-1.66 dBm

Nota: Cuadro resumen de todos los valores obtenidos luego de la medición con el PON Power Meter (PPM) para Video en 1550 nm

Figura 46:

Vista gráfica del resumen para 1550 nm



Nota: De la figura se reconoce que todos los valores están dentro del rango de valores aceptados por Telefónica del Perú en su cuadro de umbrales, por lo tanto, los servicios de Video están asegurados. Elaboración propia.

3.3.2. Pruebas reflectométricas

En la etapa final de la certificación del cableado y los dispositivos instalados, se realizan las pruebas reflectométricas utilizando un Optical Time-Domain Reflectometer (OTDR) aceptado por Telefónica del Perú. Destaca que este OTDR

está equipado con la aplicación Intelligent Optical Link Map (iOLM) para facilitar y optimizar el proceso de certificación:

Figura 47:
OTDR, EXFO MaxTester 730C



Nota: (EXFO, MaxTester 730C - PON/OTDR urbano, s.f.). MaxTester 730C, equipo usado para las pruebas reflectométricas.

Telefónica del Perú, a fin de estar visualizar las pérdidas a detalle de la red y de acuerdo con los estándares y hoja de datos de los fabricantes, solicita que todos los trabajos culminados tengan la certificación a través del iOLM del OTDR EXFO con los valores de la tabla 23:

Tabla 23:
Umbrales solicitados por TdP para las pruebas con OTDR

UMBRALES	UMBRALES PARA OTDR			
	FIBRA	SIN ACTIVAR	ACTIVA	
		1310 nm	1550 nm	1625 nm
Pérdida máx. por empalme: <=		0.10 dB	0.10 dB	0.10 dB
Pérdida máx. por Conector: <=		0.30 dB	0.30 dB	0.30 dB
Pérdida máx. por Divisor 1:8: <=		10.50 dB	10.50 dB	10.50 dB
Reflectancia máxima por elemento <=		-60.00 dB	-60.00 dB	-60.00 dB
ORL del tramo		40.00 dB	40.00 dB	40.00 dB

Nota: (Telefónica del Perú, 2022). Umbrales solicitados por Telefónica del Perú para la configuración del OTDR.

Se destaca que:

- Las pruebas de datos o internet, en upstream (1310 nm) y video (1550 nm) se ejecutan con la fibra sin activar o sin servicio, cuando la potencia en los puertos de la CTO interior es 0.
- Las pruebas en la longitud de onda de mantenimiento o mejorada (1625 nm) se ejecutan solo con la fibra activa, cuando hay potencia en la CTO interior.
- La longitud de onda de datos o internet, en downstream (1490 nm), no están contempladas en las pruebas con OTDR.

En el proyecto, para el edificio multifamiliar, las fibras fueron activadas aun antes de culminar los trabajos de planta externa, por lo que corresponde ejecutar las pruebas con iOLM del OTDR EXFO solo en la longitud de onda de mantenimiento que es 1625 nm.

Físicamente, el OTDR EXFO MaxTester 730C tiene 2 puertos:

- Puerto SM, para pruebas en fibra sin activar o sin potencia.
- Puerto SM Live / OPM, para pruebas con fibra activa y medición de potencia.

Figura 48:

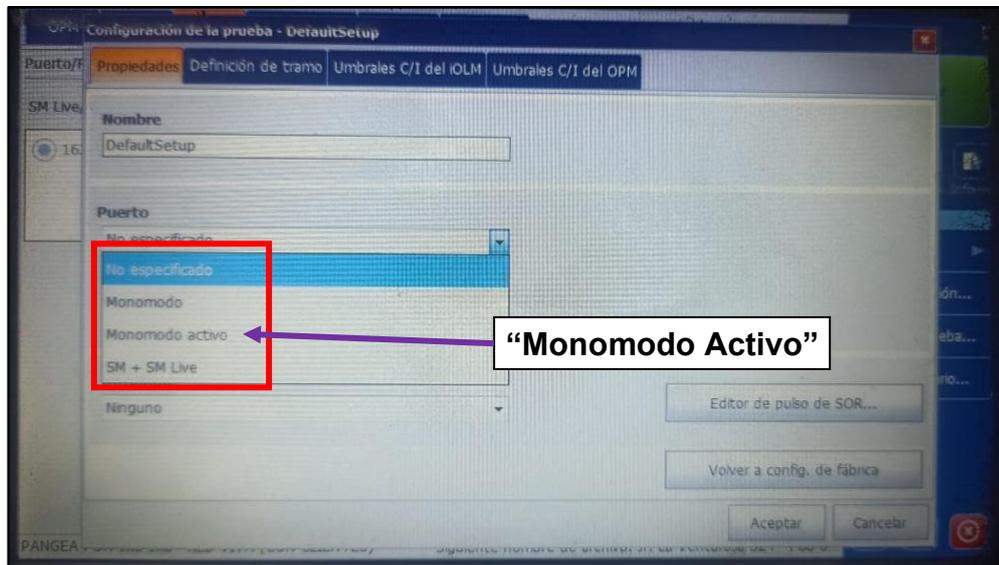
Puertos físicos del OTDR EXFO MaxTester 730C



Nota: Imagen del equipo con los 2 puertos para realizar las pruebas de acuerdo con los requerimientos con fibra sin activar o con fibra activa. Elaboración propia.

A. Configuración del equipo OTDR EXFO MaxTestar 730C para fibra activa

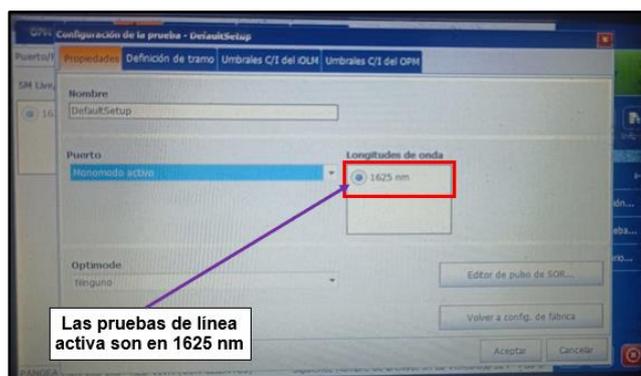
Figura 49:
Configuración del puerto en el OTDR



Nota: Lista de opciones para iniciar la configuración del puerto, para el caso de las pruebas en el edificio multifamiliar las pruebas de ejecutarán en Monomodo Activo. Elaboración propia.

Cuando se inicia la configuración del OTDR EXFO, se tiene indicar primero que tipo línea tenemos si es con fibra activa, sin activar. Para el caso de las pruebas en el edificio multifamiliar, las pruebas se ejecutarán con línea activa o “Monomodo Activo”, esto permitirá activar el puerto correspondiente para las pruebas de fibra con potencia. Y esto activara también las pruebas en 1625 nm:

Figura 50:
Configuración monomodo activo en 1625 nm



Nota: Cuando se configura la prueba en “Monomodo Activo” solo se puede ejecutar la prueba en la longitud de onda de mantenimiento que de 1625 nm.

Configurado el puerto de trabajo para la medición del enlace, se configuran los parámetros con los umbrales proporcionados por Telefónica del Perú tales como:

- ORL del enlace máximo: Que la pérdida de retorno o reflectancia máxima admitida para el enlace.
- Pérdida máxima de unión; que la atenuación máxima admitida para cada empalme por fusión.
- Pérdida máxima de conector; que es la atenuación máxima admitida por una unión con conectores mecánicos, en este caso SC/APC-SC/APC
- Reflectancia máxima del conector.
- Pérdida del divisor máxima 1:8; es la máxima pérdida admitida para un divisor de 1:8 puertos.
- Reflectancia máxima del separador; que la máxima pérdida de retorno o reflectancia admitida para cada divisor 1:8.

Figura 51:
Configuración de parámetros de acuerdo con los umbrales de TdP

a.

ORL de enlace máximo: 40 dB

Descripción	Aplicar	Fracaso
Pérdida de enlace máxima	<input type="checkbox"/>	20.000 dB
Pérdida de enlace mínima	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000 dB
Atenuación de sección de fibra	<input type="checkbox"/>	1.000 dB/km
Atenuación de enlace	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000 dB/km
Pérdida dinámica máxima	<input type="checkbox"/>	---

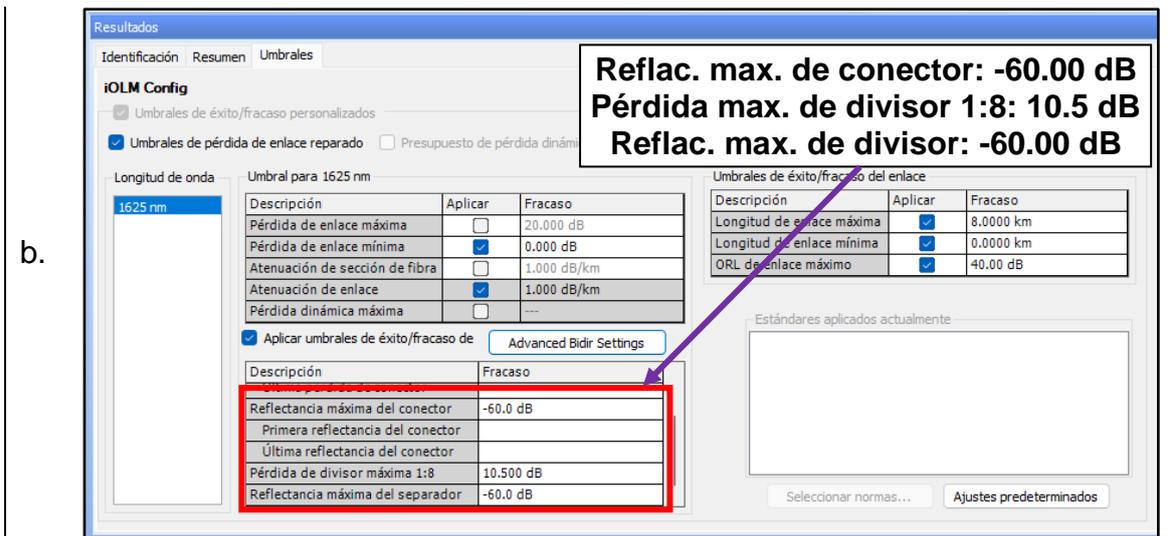
Umbral de éxito/fracaso del enlace

Descripción	Aplicar	Fracaso
Longitud de enlace máxima	<input checked="" type="checkbox"/>	8.0000 km
Longitud de enlace mínima	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0000 km
ORL de enlace máximo	<input checked="" type="checkbox"/>	40.00 dB

Umbral de éxito/fracaso del enlace

Descripción	Fracaso
Pérdida máxima de unión	0.100 dB
Pérdida máxima de conector	0.300 dB
Primera pérdida de conector	
Última pérdida de conector	
Reflectancia máxima del conector	-60.0 dB
Primera reflectancia del conector	

Pérdida max. de unión: 0.10 dB
Pérdida max. de conect: 0.30 dB

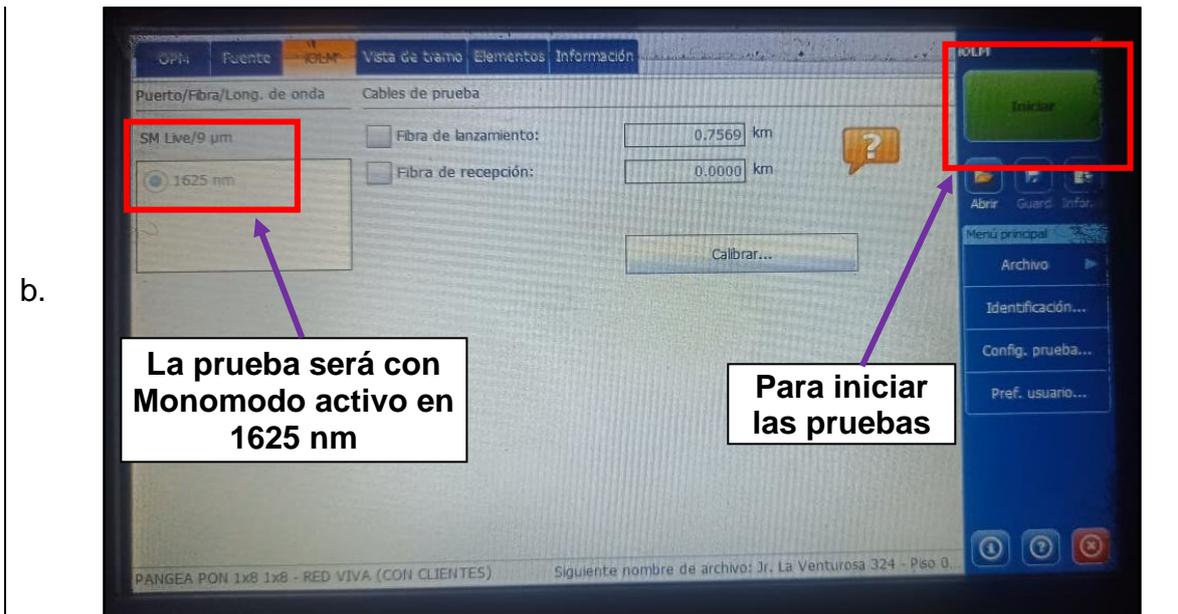


Nota: En a. se configura el ORL máximo del enlace y las pérdidas máximas admitidas para la unión o empalme por fusión y del conector mecánico. En b. Se configura las reflectancias máximas admitidas para el conector mecánico y el divisor óptico 1:8, también la pérdida máxima admitida para el divisor 1:8.

Con los parámetros configurados, se puede realizar las pruebas en el modo iOLM para que genere un informe completo del enlace.

Figura 52:
Ejecución de pruebas iOLM





Nota: en la figura a. se indica que prueba vamos a ejecutar, en este caso iOLM. En la figura b. se muestra que la prueba se tomara en 1625 nm, monomodo activo y se puede iniciar las pruebas. Elaboración propia.

Se inician las pruebas conforme a los requerimientos y configuraciones

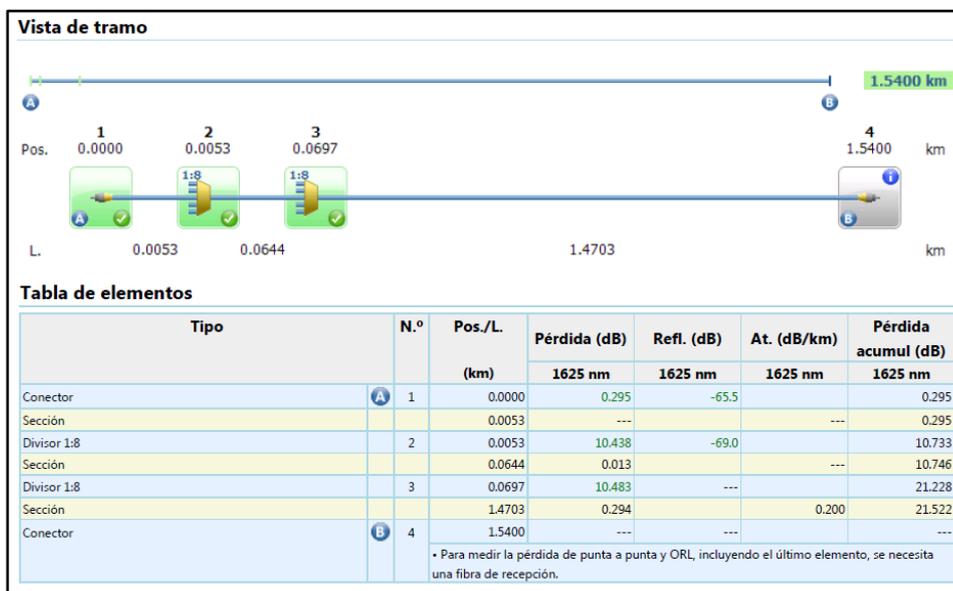
A. Piso 15, CTO 01

Figura 53:
Pruebas con OTDR, Piso 15, CTO 01



Nota: Medición de la CTO 01, instalada en el piso 15 del edificio. Elaboración propia.

Figura 54:
Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 15, CTO 01



Nota: Resultados obtenidos de la prueba con iOLM del OTDR EXFO: Todos los valores están dentro de los parámetros. Elaboración propia.

Con el cuadro obtenido se puede obtener gráficamente las caídas de potencia óptica para CTO instalada en el piso 15 para Datos (Downstream) en 1490 nm.

Tabla 24:

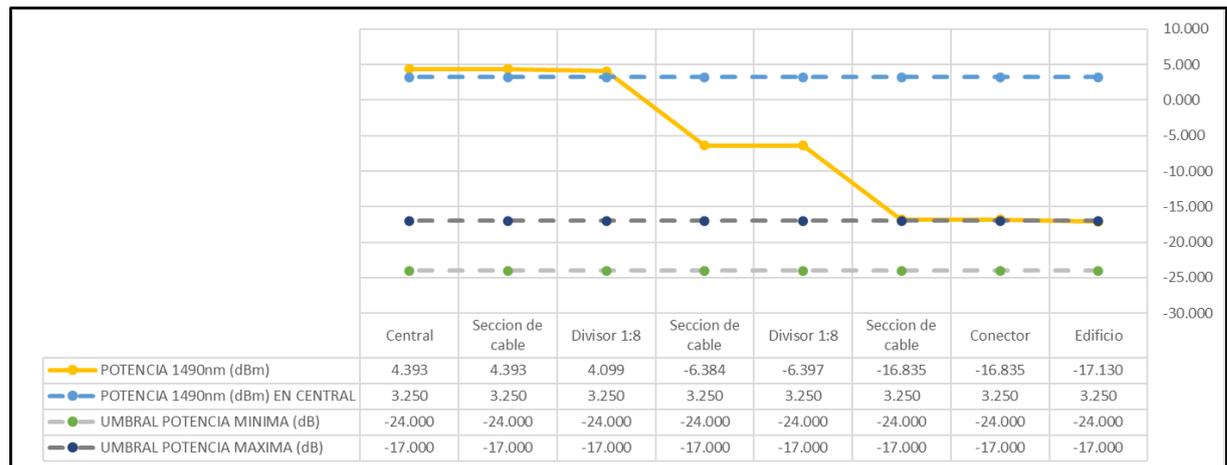
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	POTENCIA 1490nm (dBm)
Edificio				-17.130
Conector	0.300	0.295	0.295	-16.835
Sección de cable		0.000	0.295	-16.835
Divisor 1:8	10.500	10.438	10.733	-6.397
Sección de cable		0.013	10.746	-6.384
Divisor 1:8	10.500	10.483	21.229	4.099
Sección de cable		0.294	21.523	4.393
Central		0.000	21.523	4.393

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 55:

Pérdidas por tramo de la Tabla 24



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

Para video (1550 nm) se realiza también las tablas y gráficos para el análisis visual:

Tabla 25:

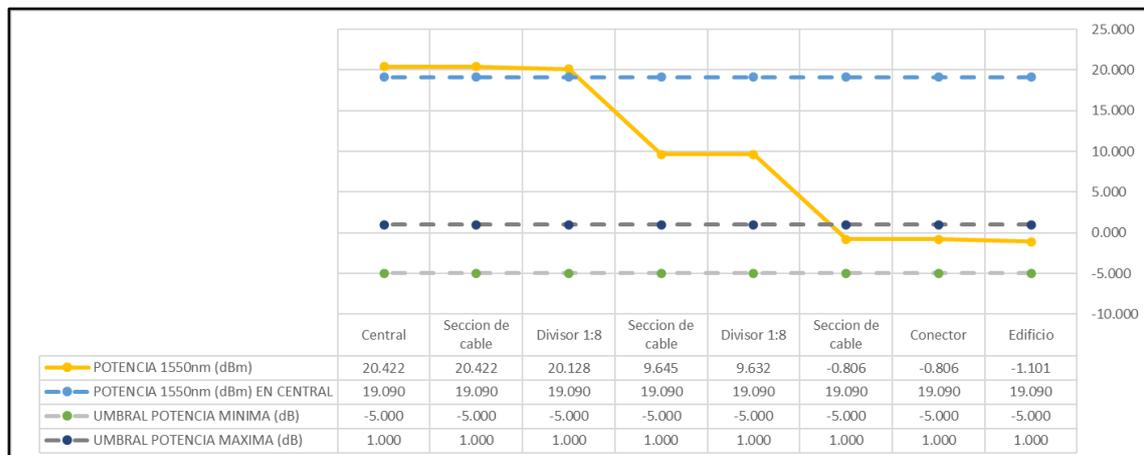
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	POTENCIA 1550nm (dBm)
Edificio				-1.101
Conector	0.300	0.295	0.295	-0.806
Sección de cable		0.000	0.295	-0.806
Divisor 1:8	10.500	10.438	10.733	9.632
Sección de cable		0.013	10.746	9.645
Divisor 1:8	10.500	10.483	21.229	20.128
Sección de cable		0.294	21.523	20.422
Central		0.000	21.523	20.422

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 56:

Pérdidas por tramo de la Tabla 25



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

De los cuadros y gráficos para la CTO-1 ubicada en el piso 15 se resuelve que los valores están dentro de los valores normales y se asegura que el funcionamiento correcto de los dispositivos.

Los valores de reflectancia que se muestra en el informe de iOLM también están dentro de los valores normales:

Tabla 26:

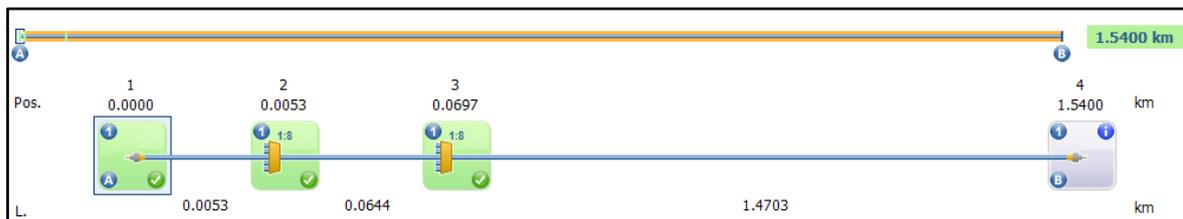
Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	REFLECTAN CIA
Edificio				
Conector	0.300	0.295	0.295	-65.500
Sección de cable		0.000	0.295	
Divisor 1:8	10.500	10.438	10.733	-69.000
Sección de cable		0.013	10.746	
Divisor 1:8	10.500	10.483	21.229	
Sección de cable		0.294	21.523	
Central		0.000	21.523	

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para visualizar las pérdidas por tramos y las reflectancias. Elaboración propia.

Figura 57:

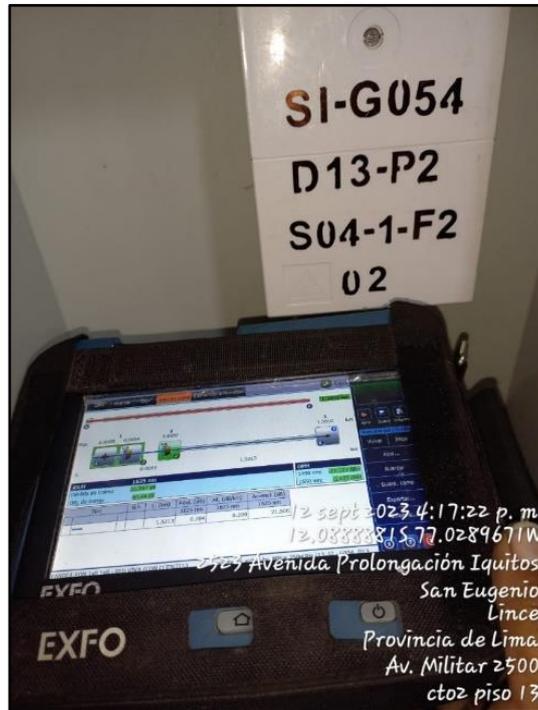
Imagen de línea resumen de la CTO-1



Nota: La imagen resume que los dispositivos del enlace están dentro del rango de valores de trabajo (Umbrales). Elaboración propia.

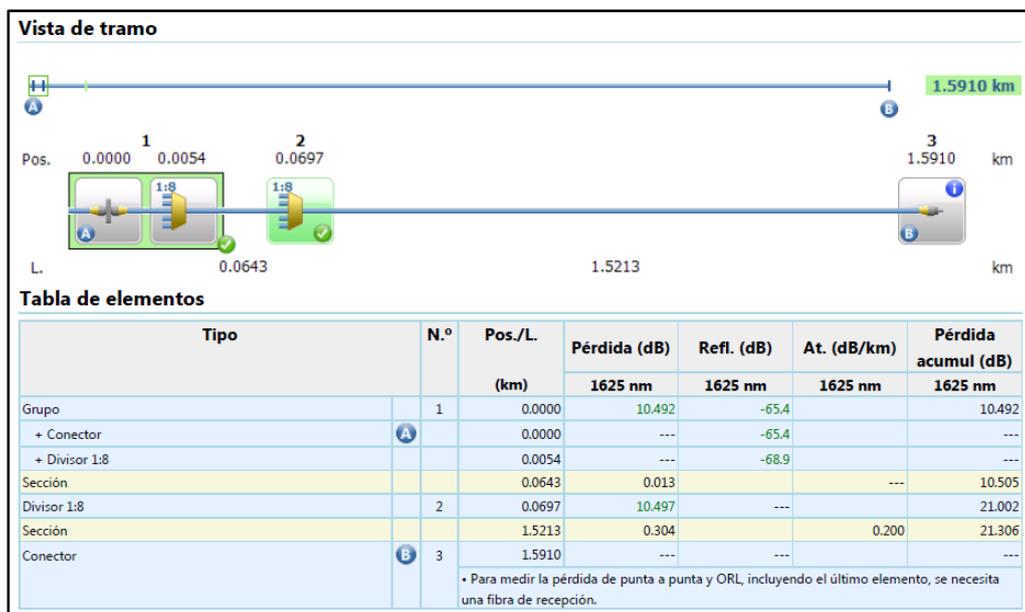
B. Piso 13, CTO 02

Figura 58:
Pruebas con OTDR, Piso 13, CTO 02



Nota: Medición de la CTO 02, instalada en el piso 13 del edificio. Elaboración propia.

Figura 59:
Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 13, CTO 02



Nota: Resultados obtenidos de la prueba con iOLM del OTDR EXFO: Todos los valores están dentro de los parámetros. Elaboración propia.

Con el cuadro obtenido se puede obtener gráficamente las caídas de potencia óptica para CTO instalada en el piso 13 para Datos (Downstream) en 1490 nm.

Tabla 27:

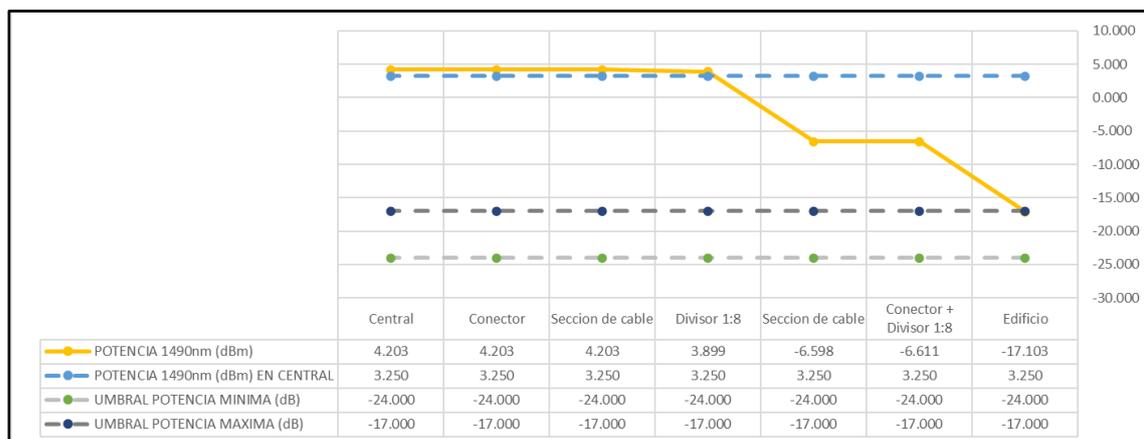
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULAD A (dB)	POTENCIA 1490nm (dBm)
Edificio				-17.103
Conector + Divisor 1:8	10.800	10.492	10.492	-6.611
Sección de cable		0.013	10.505	-6.598
Divisor 1:8	10.500	10.497	21.002	3.899
Sección de cable		0.304	21.306	4.203
Conector	0.300	0.000	21.306	4.203
Central		0.000	21.306	4.203

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 60:

Pérdidas por tramo de la Tabla 27



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

Para video (1550 nm) se realiza también las tablas y gráficos para el análisis visual:

Tabla 28:

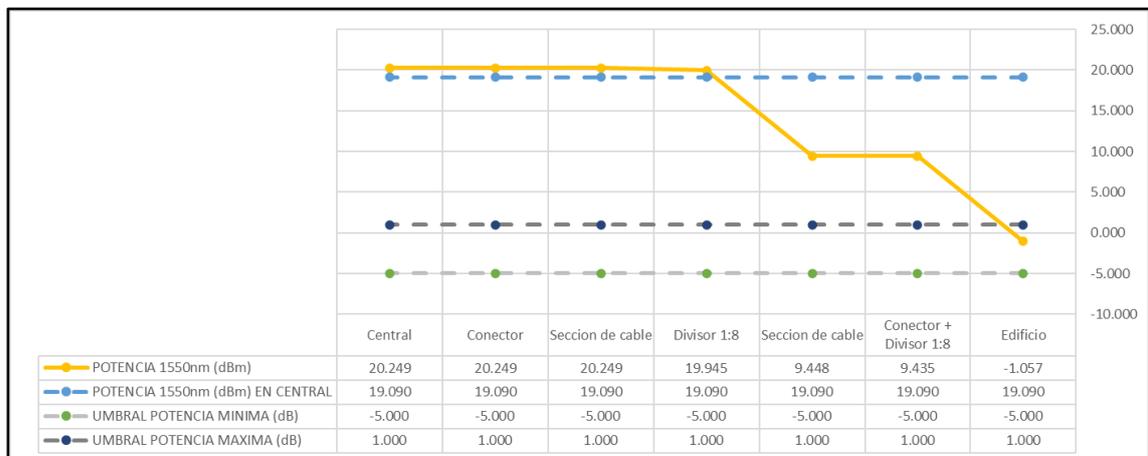
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULAD A (dB)	POTENCIA 1550nm (dBm)
Edificio				-1.057
Conector + Divisor 1:8	10.800	10.492	10.492	9.435
Sección de cable		0.013	10.505	9.448
Divisor 1:8	10.500	10.497	21.002	19.945
Sección de cable		0.304	21.306	20.249
Conector	0.300	0.000	21.306	20.249
Central		0.000	21.306	20.249

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 61:

Pérdidas por tramo de la Tabla 28



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

De los cuadros y gráficos para la CTO-2 ubicada en el piso 13 se resuelve que los valores están dentro de los valores normales y se asegura que el funcionamiento correcto de los dispositivos.

Los valores de reflectancia que se muestra en el informe de iOLM también están dentro de los valores normales:

Tabla 29:

Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULAD A (dB)	REFLECTAN CIA
Edificio				
Conector + Divisor 1:8	10.800	10.492	10.492	-65.400
Sección de cable		0.013	10.505	
Divisor 1:8	10.500	10.497	21.002	
Sección de cable		0.304	21.306	
Conector	0.300	0.000	21.306	
Central		0.000	21.306	

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para visualizar las pérdidas por tramos y las reflectancias. Elaboración propia.

Figura 62:

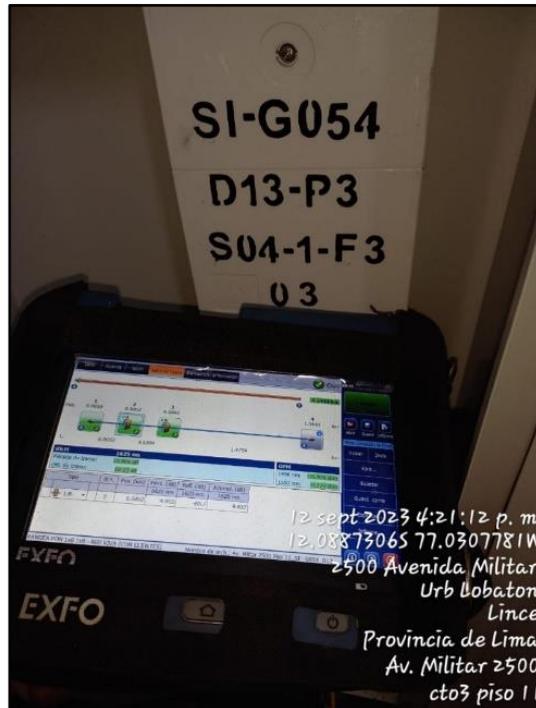
Imagen de línea resumen de la CTO-2



Nota: La imagen resume que los dispositivos del enlace están dentro del rango de valores de trabajo (Umbral). Elaboración propia.

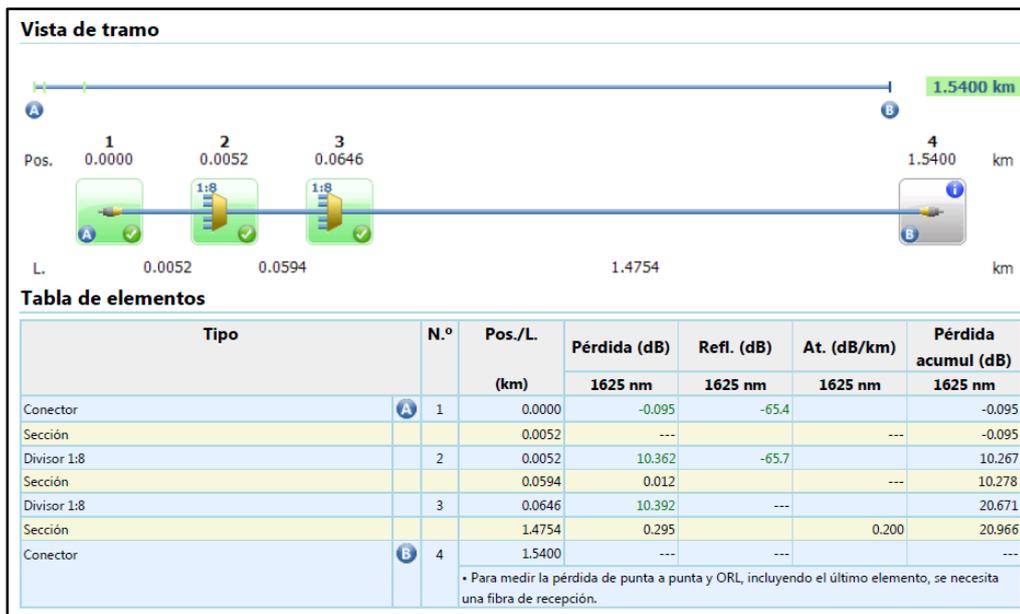
C. Piso 11, CTO 03

Figura 63:
Pruebas con OTDR, Piso 11, CTO 03



Nota: Medición de la CTO 03, instalada en el piso 11 del edificio. Elaboración propia.

Figura 64:
Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 11, CTO 03



Nota: Resultados obtenidos de la prueba con iOLM del OTDR EXFO: Todos los valores están dentro de los parámetros. Elaboración propia.

Con el cuadro obtenido se puede obtener gráficamente las caídas de potencia óptica para CTO instalada en el piso 11 para Datos (Downstream) en 1490 nm.

Tabla 30:

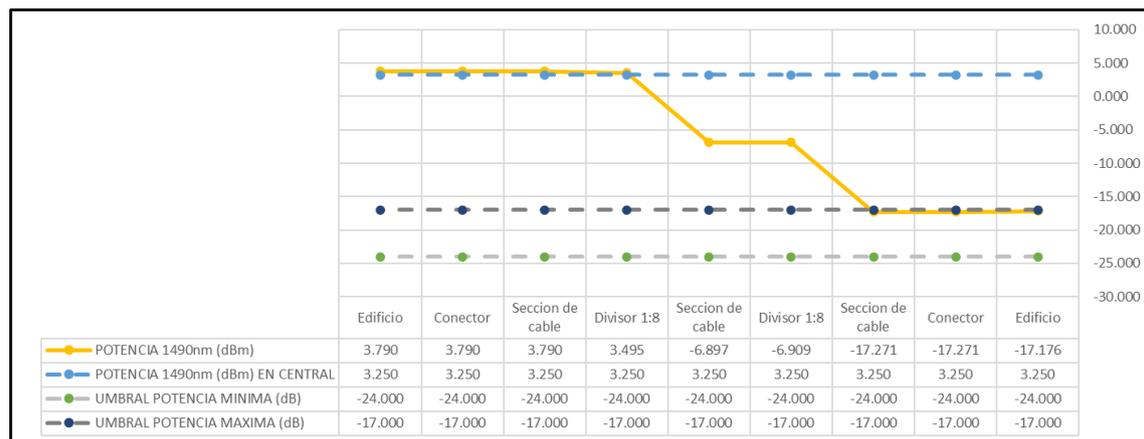
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULAD A (dB)	POTENCIA 1490nm (dBm)
Edificio				-17.176
Conector	0.300	-0.095	-0.095	-17.271
Sección de cable		0.000	-0.095	-17.271
Divisor 1:8	10.500	10.362	10.267	-6.909
Sección de cable		0.012	10.279	-6.897
Divisor 1:8	10.500	10.392	20.671	3.495
Sección de cable		0.295	20.966	3.790
Conector	0.300	0.000	20.966	3.790
Edificio		0.000	20.966	3.790

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 65:

Pérdidas por tramo de la Tabla 30



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

Para video (1550 nm) se realiza también las tablas y gráficos para el análisis visual:

Tabla 31:

Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	POTENCIA 1550nm (dBm)
Edificio				-0.770
Conector	0.300	-0.095	-0.095	-0.865
Sección de cable		0.000	-0.095	-0.865
Divisor 1:8	10.500	10.362	10.267	9.497
Sección de cable		0.012	10.279	9.509
Divisor 1:8	10.500	10.392	20.671	19.901
Sección de cable		0.295	20.966	20.196
Conector	0.300	0.000	20.966	20.196
Edificio		0.000	20.966	20.196

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 66:

Pérdidas por tramo de la Tabla 31



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

De los cuadros y gráficos para la CTO-3 ubicada en el piso 11 se resuelve que los valores están dentro de los valores normales y se asegura que el funcionamiento correcto de los dispositivos.

Los valores de reflectancia que se muestra en el informe de iOLM también están dentro de los valores normales:

Tabla 32:

Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	REFLECTANCIA
Edificio				
Conector	0.300	-0.095	-0.095	-65.400
Sección de cable		0.000	-0.095	
Divisor 1:8	10.500	10.362	10.267	-65.700
Sección de cable		0.012	10.279	
Divisor 1:8	10.500	10.392	20.671	
Sección de cable		0.295	20.966	
Conector	0.300	0.000	20.966	
Edificio		0.000	20.966	

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para visualizar las pérdidas por tramos y las reflectancias. Elaboración propia.

Figura 67:

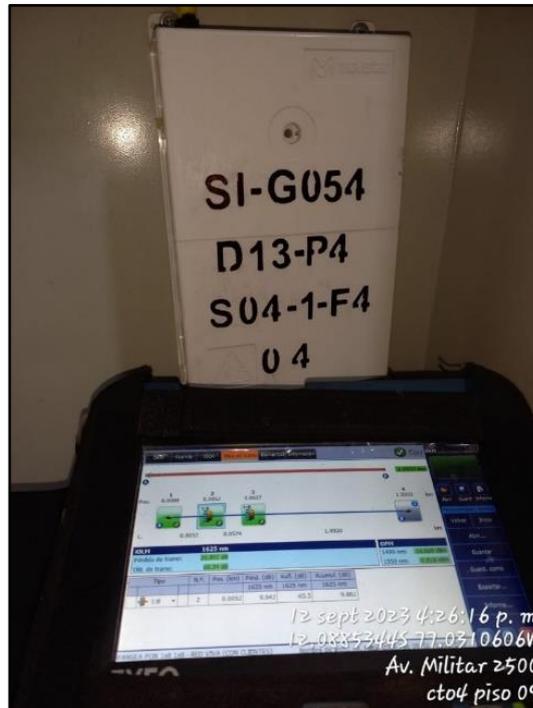
Imagen de línea resumen de la CTO-3



Nota: La imagen resume que los dispositivos del enlace están dentro del rango de valores de trabajo (Umbrales). Elaboración propia.

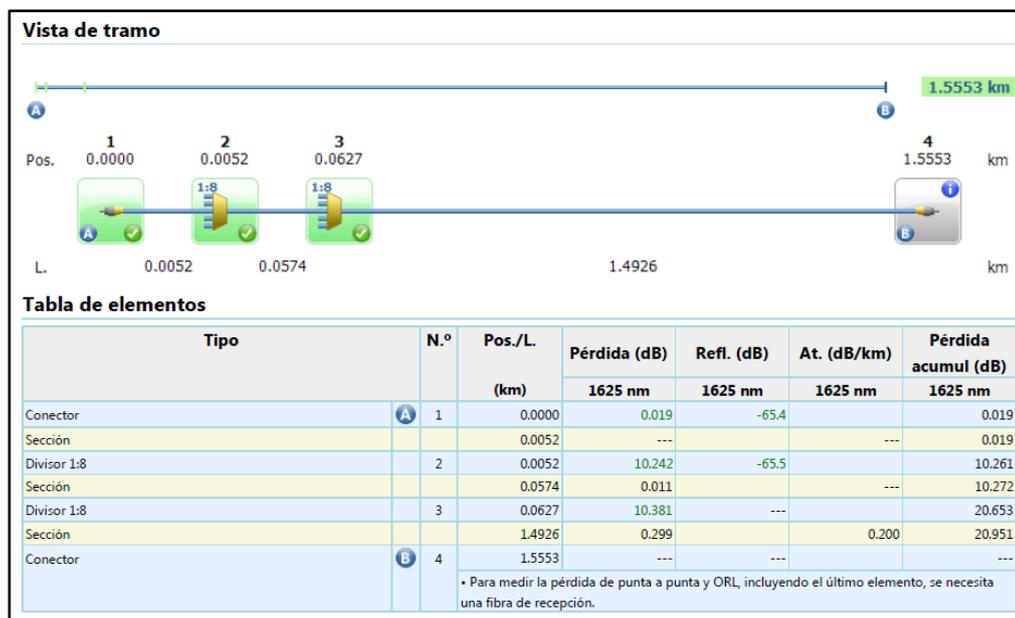
D. Piso 09, CTO 04

Figura 68:
Pruebas con OTDR, Piso 09, CTO 04



Nota: Medición de la CTO 04, instalada en el piso 09 del edificio. Elaboración propia.

Figura 69:
Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 09, CTO 04



Nota: Resultados obtenidos de la prueba con iOLM del OTDR EXFO: Todos los valores están dentro de los parámetros. Elaboración propia.

Con el cuadro obtenido se puede obtener gráficamente las caídas de potencia óptica para CTO instalada en el piso 09 para Datos (Downstream) en 1490 nm.

Tabla 33:

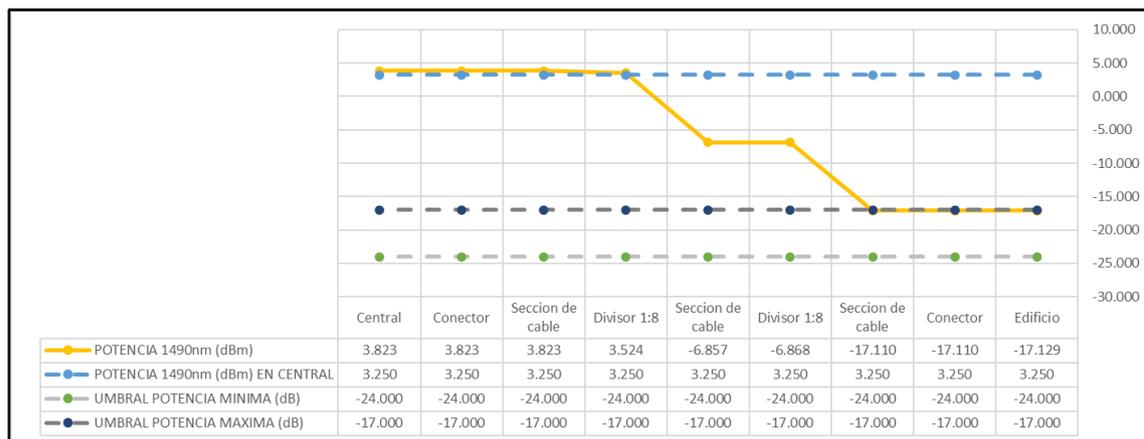
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	POTENCIA 1490nm (dBm)
Edificio				-17.129
Conector	0.300	0.019	0.019	-17.110
Sección de cable		0.000	0.019	-17.110
Divisor 1:8	10.500	10.242	10.261	-6.868
Sección de cable		0.011	10.272	-6.857
Divisor 1:8	10.500	10.381	20.653	3.524
Sección de cable		0.299	20.952	3.823
Conector	0.300	0.000	20.952	3.823
Central		0.000	20.952	3.823

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 70:

Pérdidas por tramo de la Tabla 33



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

Para video (1550 nm) se realiza también las tablas y gráficos para el análisis visual:

Tabla 34:

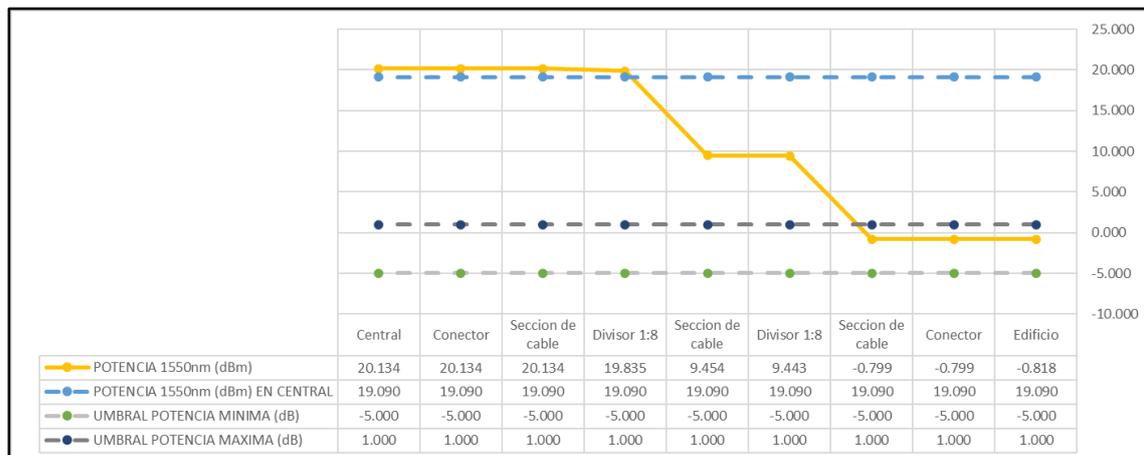
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	POTENCIA 1550nm (dBm)
Edificio				-0.818
Conector	0.300	0.019	0.019	-0.799
Sección de cable		0.000	0.019	-0.799
Divisor 1:8	10.500	10.242	10.261	9.443
Sección de cable		0.011	10.272	9.454
Divisor 1:8	10.500	10.381	20.653	19.835
Sección de cable		0.299	20.952	20.134
Conector	0.300	0.000	20.952	20.134
Central		0.000	20.952	20.134

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 71:

Pérdidas por tramo de la Tabla 34



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

De los cuadros y gráficos para la CTO-4 ubicada en el piso 09 se resuelve que los valores están dentro de los valores normales y se asegura que el funcionamiento correcto de los dispositivos.

Los valores de reflectancia que se muestra en el informe de iOLM también están dentro de los valores normales:

Tabla 35:

Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	REFLECTANCI A
Edificio				
Conector	0.300	0.019	0.019	-65.400
Sección de cable		0.000	0.019	
Divisor 1:8	10.500	10.242	10.261	-65.500
Sección de cable		0.011	10.272	
Divisor 1:8	10.500	10.381	20.653	
Sección de cable		0.299	20.952	
Conector	0.300	0.000	20.952	
Central		0.000	20.952	

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para visualizar las pérdidas por tramos y las reflectancias. Elaboración propia.

Figura 72:

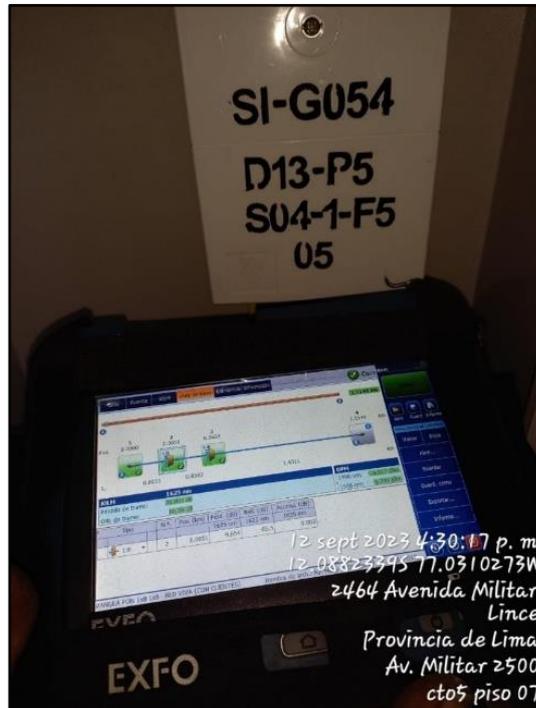
Imagen de línea resumen de la CTO-4



Nota: La imagen resume que los dispositivos del enlace están dentro del rango de valores de trabajo (Umbrales). Elaboración propia.

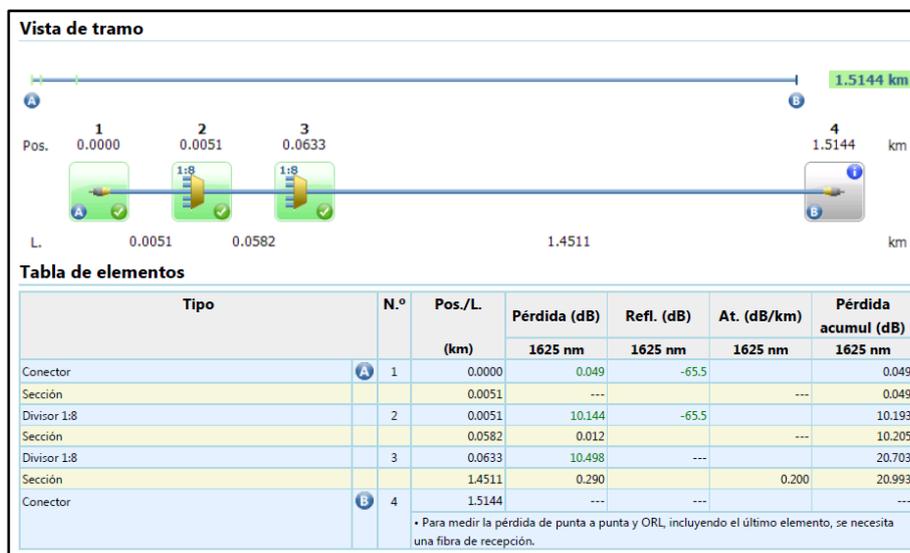
E. Piso 07, CTO 05

Figura 73:
Pruebas con OTDR, Piso 07, CTO 05



Nota: Medición de la CTO 05, instalada en el piso 07 del edificio. Elaboración propia.

Figura 74:
Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 07, CTO 05



Nota: Resultados obtenidos de la prueba con iOLM del OTDR EXFO: Todos los valores están dentro de los parámetros. Elaboración propia.

Con el cuadro obtenido se puede obtener gráficamente las caídas de potencia óptica para CTO instalada en el piso 07 para Datos (Downstream) en 1490 nm.

Tabla 36:

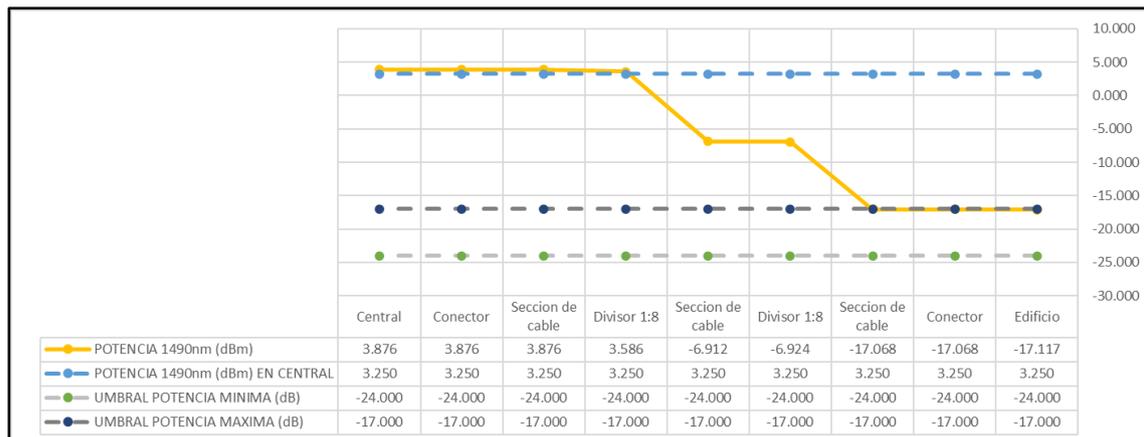
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	POTENCIA 1490nm (dBm)
Edificio				-17.117
Conector	0.300	0.049	0.049	-17.068
Sección de cable		0.000	0.049	-17.068
Divisor 1:8	10.500	10.144	10.193	-6.924
Sección de cable		0.012	10.205	-6.912
Divisor 1:8	10.500	10.498	20.703	3.586
Sección de cable		0.290	20.993	3.876
Conector	0.300	0.000	20.993	3.876
Central		0.000	20.993	3.876

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 75:

Pérdidas por tramo de la Tabla 36



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

Para video (1550 nm) se realiza también las tablas y gráficos para el análisis visual:

Tabla 37:

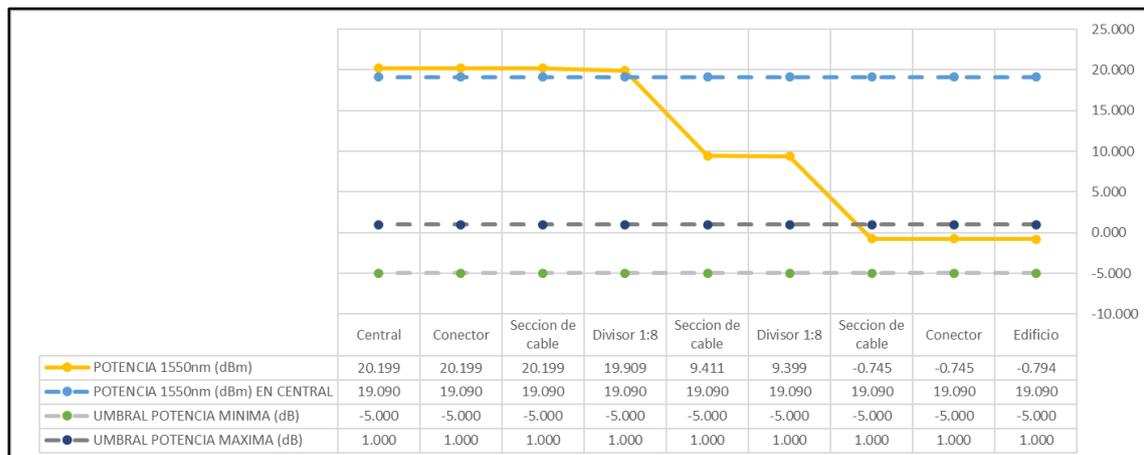
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	POTENCIA 1550nm (dBm)
Edificio				-0.794
Conector	0.300	0.049	0.049	-0.745
Sección de cable		0.000	0.049	-0.745
Divisor 1:8	10.500	10.144	10.193	9.399
Sección de cable		0.012	10.205	9.411
Divisor 1:8	10.500	10.498	20.703	19.909
Sección de cable		0.290	20.993	20.199
Conector	0.300	0.000	20.993	20.199
Central		0.000	20.993	20.199

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 76:

Pérdidas por tramo de la Tabla 37



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

De los cuadros y gráficos para la CTO-5 ubicada en el piso 07 se resuelve que los valores están dentro de los valores normales y se asegura que el funcionamiento correcto de los dispositivos.

Los valores de reflectancia que se muestra en el informe de iOLM también están dentro de los valores normales:

Tabla 38:

Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	REFLECTANCI A
Edificio				
Conector	0.300	0.049	0.049	-65.500
Sección de cable		0.000	0.049	
Divisor 1:8	10.500	10.144	10.193	-65.500
Sección de cable		0.012	10.205	
Divisor 1:8	10.500	10.498	20.703	
Sección de cable		0.290	20.993	
Conector	0.300	0.000	20.993	
Central		0.000	20.993	

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para visualizar las pérdidas por tramos y las reflectancias. Elaboración propia.

Figura 77:

Imagen de línea resumen de la CTO-5



Nota: La imagen resume que los dispositivos del enlace están dentro del rango de valores de trabajo (Umbrales). Elaboración propia.

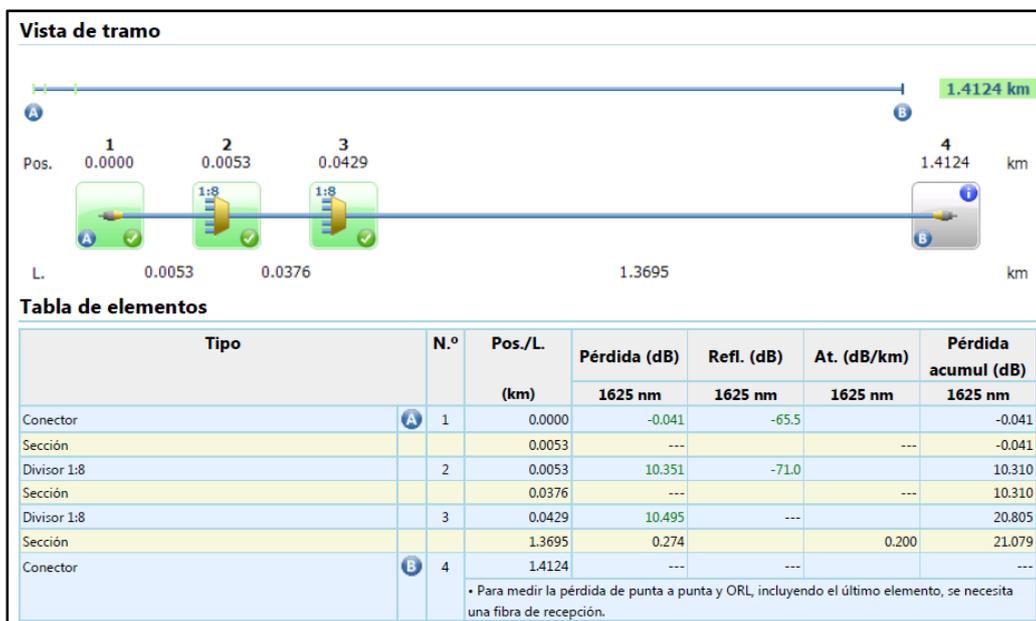
F. Piso 05, CTO 06

Figura 78:
Pruebas con OTDR, Piso 05, CTO 06



Nota: Medición de la CTO 06, instalada en el piso 05 del edificio. Elaboración propia.

Figura 79:
Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 05, CTO 06



Nota: Resultados obtenidos de la prueba con iOLM del OTDR EXFO: Todos los valores están dentro de los parámetros. Elaboración propia.

Con el cuadro obtenido se puede obtener gráficamente las caídas de potencia óptica para CTO instalada en el piso 05 para Datos (Downstream) en 1490 nm.

Tabla 39:

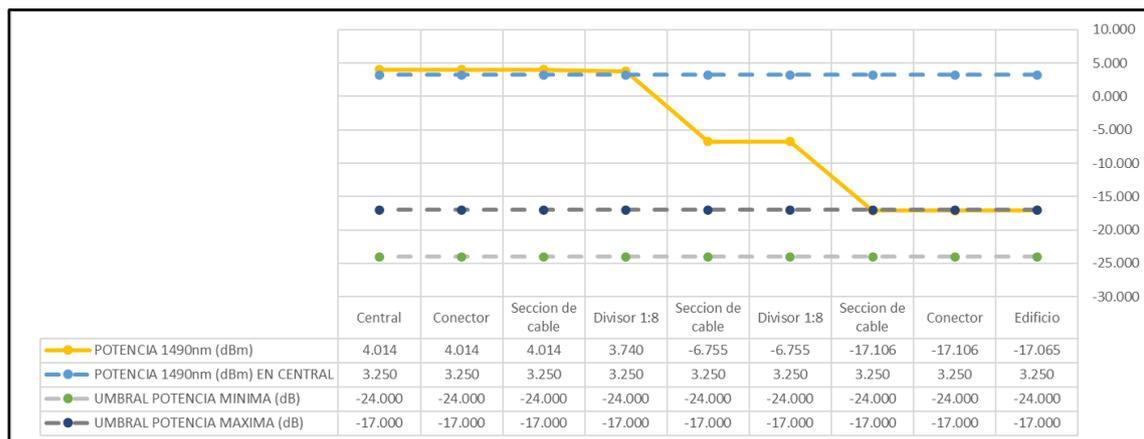
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	POTENCIA 1490nm (dBm)
Edificio				-17.065
Conector	0.300	-0.041	-0.041	-17.106
Sección de cable		0.000	-0.041	-17.106
Divisor 1:8	10.500	10.351	10.310	-6.755
Sección de cable		0.000	10.310	-6.755
Divisor 1:8	10.500	10.495	20.805	3.740
Sección de cable		0.274	21.079	4.014
Conector	0.300	0.000	21.079	4.014
Central		0.000	21.079	4.014

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 80:

Pérdidas por tramo de la Tabla 39



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

Para video (1550 nm) se realiza también las tablas y gráficos para el análisis visual:

Tabla 40:

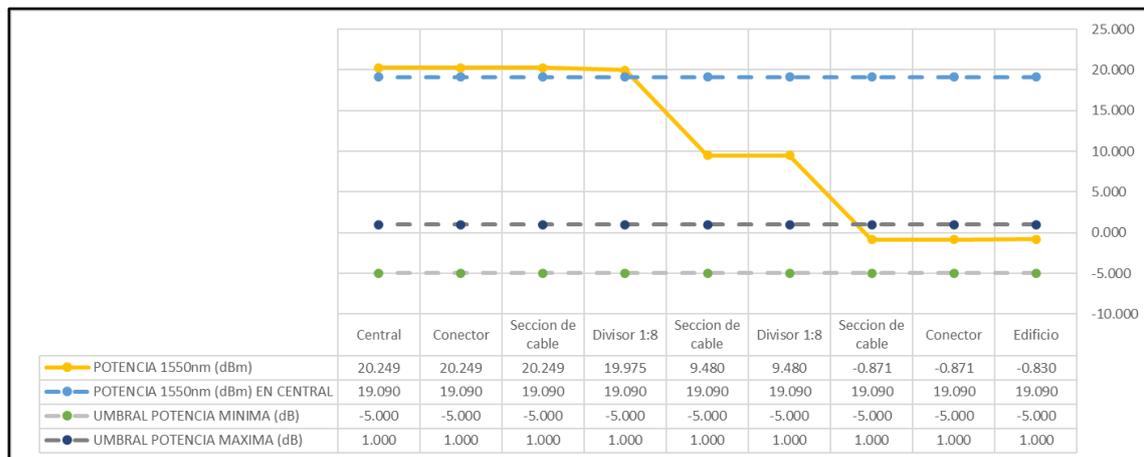
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	POTENCIA 1550nm (dBm)
Edificio				-0.830
Conector	0.300	-0.041	-0.041	-0.871
Sección de cable		0.000	-0.041	-0.871
Divisor 1:8	10.500	10.351	10.310	9.480
Sección de cable		0.000	10.310	9.480
Divisor 1:8	10.500	10.495	20.805	19.975
Sección de cable		0.274	21.079	20.249
Conector	0.300	0.000	21.079	20.249
Central		0.000	21.079	20.249

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 81:

Pérdidas por tramo de la Tabla 40



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

De los cuadros y gráficos para la CTO-6 ubicada en el piso 05 se resuelve que los valores están dentro de los valores normales y se asegura que el funcionamiento correcto de los dispositivos.

Los valores de reflectancia que se muestra en el informe de iOLM también están dentro de los valores normales:

Tabla 41:

Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	REFLECTANCI A
Edificio				
Conector	0.300	-0.041	-0.041	-65.500
Sección de cable		0.000	-0.041	
Divisor 1:8	10.500	10.351	10.310	-71.000
Sección de cable		0.000	10.310	
Divisor 1:8	10.500	10.495	20.805	
Sección de cable		0.274	21.079	
Conector	0.300	0.000	21.079	
Central		0.000	21.079	

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para visualizar las pérdidas por tramos y las reflectancias. Elaboración propia.

Figura 82:

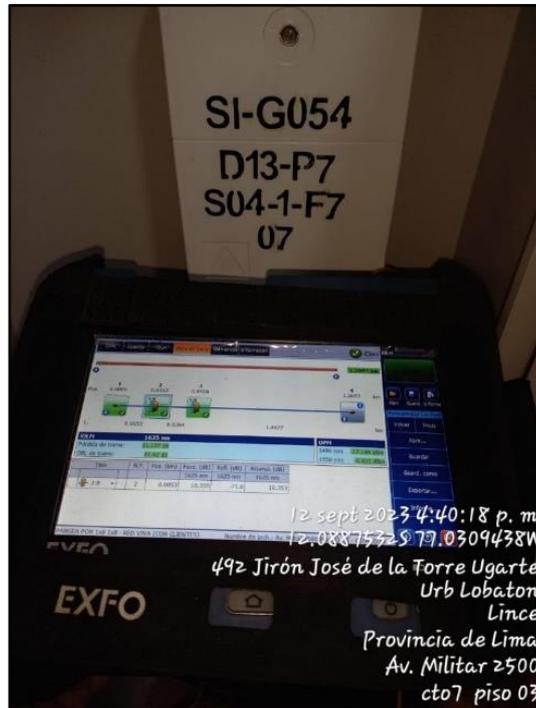
Imagen de línea resumen de la CTO-6



Nota: La imagen resume que los dispositivos del enlace están dentro del rango de valores de trabajo (Umbrales). Elaboración propia.

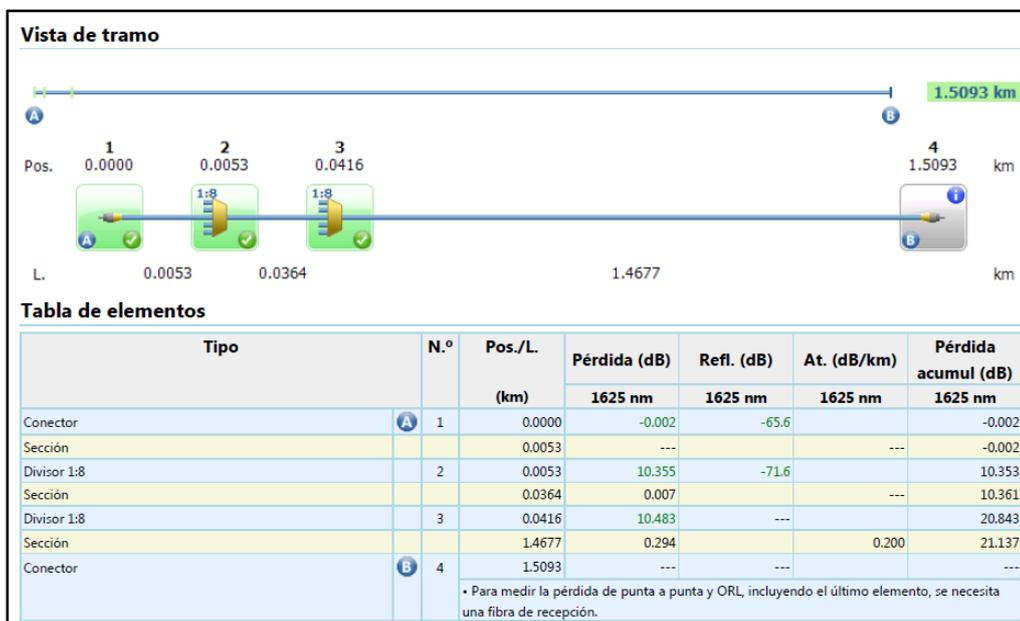
G. Piso 03, CTO 07

Figura 83:
Pruebas con OTDR, Piso 03, CTO 07



Nota: Medición de la CTO 07, instalada en el piso 03 del edificio. Elaboración propia.

Figura 84:
Informe iOLM del OTDR EXFO, Piso 03, CTO 07



Nota: Resultados obtenidos de la prueba con iOLM del OTDR EXFO: Todos los valores están dentro de los parámetros. Elaboración propia.

Con el cuadro obtenido se puede obtener gráficamente las caídas de potencia óptica para CTO instalada en el piso 03 para Datos (Downstream) en 1490 nm.

Tabla 42:

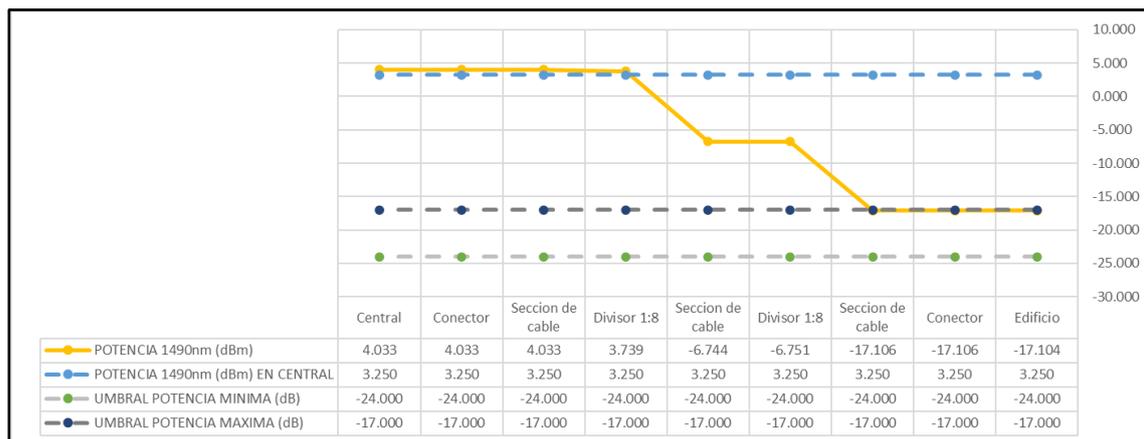
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1490 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	POTENCIA 1490nm (dBm)
Edificio				-17.104
Conector	0.300	-0.002	-0.002	-17.106
Sección de cable		0.000	-0.002	-17.106
Divisor 1:8	10.500	10.355	10.353	-6.751
Sección de cable		0.007	10.360	-6.744
Divisor 1:8	10.500	10.483	20.843	3.739
Sección de cable		0.294	21.137	4.033
Conector	0.300	0.000	21.137	4.033
Central		0.000	21.137	4.033

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 85:

Pérdidas por tramo de la Tabla 42



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

Para video (1550 nm) se realiza también las tablas y gráficos para el análisis visual:

Tabla 43:

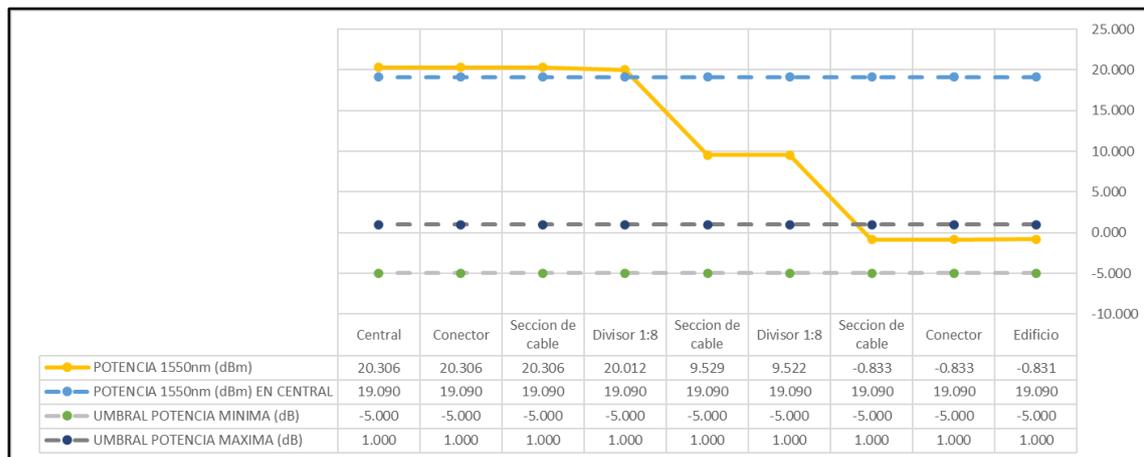
Pérdidas a detalle mostradas por el OTDR para el análisis en 1550 nm

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	POTENCIA 1550nm (dBm)
Edificio				-0.831
Conector	0.300	-0.002	-0.002	-0.833
Sección de cable		0.000	-0.002	-0.833
Divisor 1:8	10.500	10.355	10.353	9.522
Sección de cable		0.007	10.360	9.529
Divisor 1:8	10.500	10.483	20.843	20.012
Sección de cable		0.294	21.137	20.306
Conector	0.300	0.000	21.137	20.306
Central		0.000	21.137	20.306

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para poder analizar cada caída de potencia. Elaboración propia.

Figura 86:

Pérdidas por tramo de la Tabla 43



Nota: Las pérdidas obtenidas en la prueba de OTDR se usa también para obtener la curva de atenuaciones en cada tramo para downstream y video. Elaboración propia.

De los cuadros y gráficos para la CTO-7 ubicada en el piso 03 se resuelve que los valores están dentro de los valores normales y se asegura que el funcionamiento correcto de los dispositivos.

Los valores de reflectancia que se muestra en el informe de iOLM también están dentro de los valores normales:

Tabla 44:

Valores de atenuación y reflectancia obtenidas con el OTDR

	Pérdida máx.	PÉRDIDA (dB)	PÉRDIDA ACUMULADA (dB)	REFLECTANCI A
Edificio				
Conector	0.300	-0.002	-0.002	-65.600
Sección de cable		0.000	-0.002	
Divisor 1:8	10.500	10.355	10.353	-71.600
Sección de cable		0.007	10.360	
Divisor 1:8	10.500	10.483	20.843	
Sección de cable		0.294	21.137	
Conector	0.300	0.000	21.137	
Central		0.000	21.137	

Nota: Tabla de datos obtenida en la prueba iOLM para visualizar las pérdidas por tramos y las reflectancias. Elaboración propia.

Figura 87:

Imagen de línea resumen de la CTO-7



Nota: La imagen resume que los dispositivos del enlace están dentro del rango de valores de trabajo (Umbrales). Elaboración propia.

En línea activa el OTDR tiene la opción también de mostrar las potencias ópticas OPM (Optical Power Meter), y, aunque el OTDR no es un equipo especializado para esta medición, puede mostrar valores referenciales.

Tabla 45:

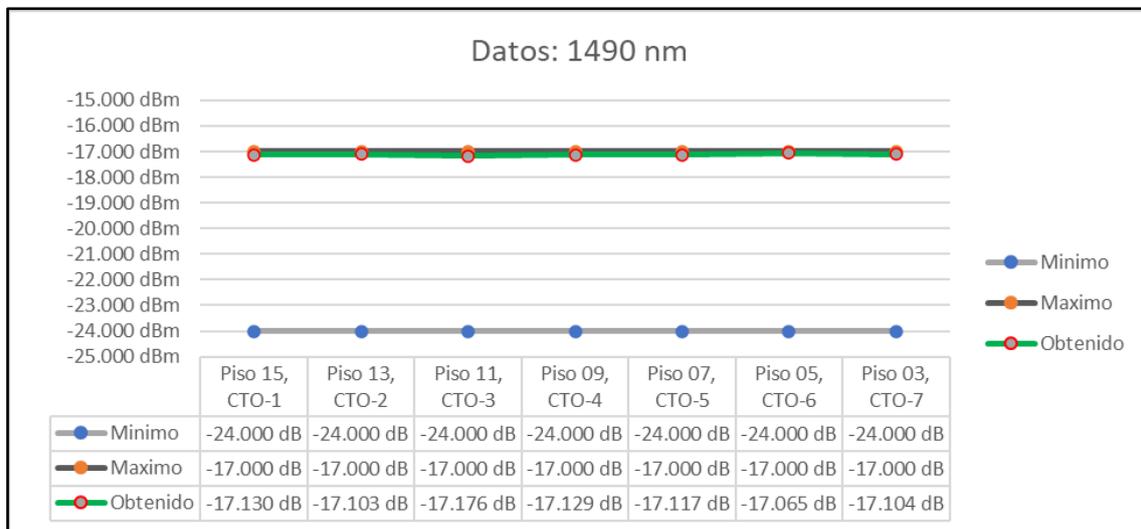
Resumen de valores de potencia obtenidos con OTDR para 1490 nm

RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS CON EL OTDR			
Datos 1490 nm	Mínimo	Máximo	Obtenido
Piso 15, CTO-1	-24.000 dBm	-17.000 dBm	-17.130 dBm
Piso 13, CTO-2	-24.000 dBm	-17.000 dBm	-17.103 dBm
Piso 11, CTO-3	-24.000 dBm	-17.000 dBm	-17.176 dBm
Piso 09, CTO-4	-24.000 dBm	-17.000 dBm	-17.129 dBm
Piso 07, CTO-5	-24.000 dBm	-17.000 dBm	-17.117 dBm
Piso 05, CTO-6	-24.000 dBm	-17.000 dBm	-17.065 dBm
Piso 03, CTO-7	-24.000 dBm	-17.000 dBm	-17.104 dBm

Nota: Cuadro resumen de todos los valores obtenidos luego de la medición con el OTDR EXFO MaxTester 730C con la opción OPM para Datos o Downstream en 1490 nm. Elaboración propia

Figura 88:

Vista gráfica del resumen para 1490 nm (OTDR)



Nota: Valores de potencia óptica obtenida por el OTDR para datos (Downstream 1490 nm). Elaboración propia.

Tabla 46:

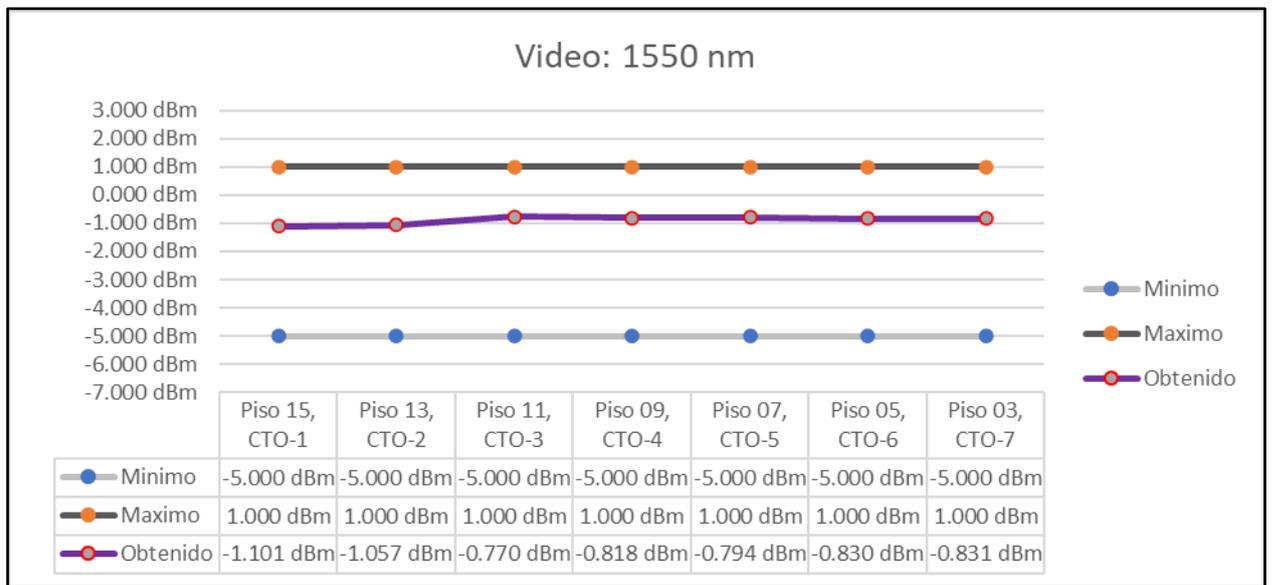
Resumen de datos obtenidos con OTDR para 1550 nm

RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS CON EL OTDR			
Video 1550 nm	Mínimo	Máximo	Obtenido
Piso 15, CTO-1	-5.000 dBm	1.000 dBm	-1.101 dBm
Piso 13, CTO-2	-5.000 dBm	1.000 dBm	-1.057 dBm
Piso 11, CTO-3	-5.000 dBm	1.000 dBm	-0.770 dBm
Piso 09, CTO-4	-5.000 dBm	1.000 dBm	-0.818 dBm
Piso 07, CTO-5	-5.000 dBm	1.000 dBm	-0.794 dBm
Piso 05, CTO-6	-5.000 dBm	1.000 dBm	-0.830 dBm
Piso 03, CTO-7	-5.000 dBm	1.000 dBm	-0.831 dBm

Nota: Cuadro resumen de todos los valores obtenidos luego de la medición con el OTDR EXFO MaxTester 730C con la opción OPM para video en 1550 nm. Elaboración propia.

Figura 89:

Vista gráfica del resumen para 1550 nm (OTDR)



Nota: Valores de potencia óptica obtenida por el OTDR para video (1550 nm). Elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se desarrolló el presupuesto de potencia para la red Fiber To The Building (FTTB) con una atenuación total de 22.75 decibelios que permitió un mejor control del tendido de cable e instalación de dispositivos.
2. Se precisó la instalación de 1 divisor primario (Caja Terminal Óptica primaria) y 7 divisores secundarios (Cajas Terminales Ópticas interiores) para dar cobertura al 80% del total de departamentos en el edificio multifamiliar.
3. Se validó el tendido de cables e instalación de dispositivos con las pruebas de PON Power Meter y OTDR, registrando que el 100% de los eventos están dentro de los parámetros de Telefónica del Perú y los estándares internacionales.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar el presupuesto de potencia con las hojas de datos de cada dispositivo u elemento de la red proporcionado por los fabricantes.
2. Realizar el tendido externo e interno de cables e instalación de dispositivos de acuerdo con las normas de instalación del operador y los estándares para un correcto funcionamiento de la red.
3. Realizar mantenimientos preventivos a los puertos de los dispositivos PON Power Meter y OTDR para evitar mediciones erróneas.

BIBLIOGRAFÍA

Alcívar Ponce, J. S. (2015). *Diseño e implementación de una red de fibra óptica FTTH utilizando el estándar GPON la Facultad de Sistemas y telecomunicaciones y sus laboratorios en la Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Repositorio de la Universidad Estatal Península de Santa Elena: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2364>

dBm Ingenieros. (s.f.). *¿Que es un OTDR?* dBm Ingenieros: <https://www.dbmingenieros.com/otdr/>

EXFO. (s.f.). *MaxTester 730C - PON/OTDR urbano*. EXFO: <https://www.exfo.com/es/productos/pruebas-de-redes-de-campo/otdr-y-iolm/maxtester-730c/#overview>

EXFO. (s.f.). *PPM-350C - Medidor de potencia PON*. EXFO: <https://www.exfo.com/es/productos/pruebas-de-redes-de-campo/medidores-de-potencia/ppm-350C/>

Fluke Networks. (15 de Noviembre de 2017). *Connector Loss, Return Loss, and Reflectance – “Highs and Lows”*. Fluke Networks: <https://www.flukenetworks.com/blog/cabling-chronicles/return-loss-and-reflectance-fine-points>

FOCC Fiber Optic CO. (5 de Marzo de 2019). *Divisores FBT Vs. Divisores PLC: ¿Cuáles Son Las Diferencias?* FOCC: <https://www.fibresplitter.com/news/fbt-splitters-vs-plc-splitters-what-are-the-21554573.html>

Hurtado Panéz, I. G. (2022). *Desarrollo de una red FTTH con tecnología GPON para el acceso de telecomunicaciones en hogares de la ciudad de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión, departamento Pasco*. Repositorio de la Universidad Tecnológica del Perú: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/6709>

- INCOM. (15 de Junio de 2022). *¿Que es una OLT y ONT/ONU?* INCOM:
<https://blog.incom.mx/entrada/%C2%BFQu%C3%A9-es-una-OLT-y-ONT-ONU/238>
- Jerez Gutiérrez, W. E. (2016). *Diseño de la nueva red de datos vía fibra óptica para las cámaras de video vigilancia del Gobierno Autónomo Municipal De La Paz*. Repositorio Institucional de la Universidad Mayor de San Andrés:
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/12059>
- John. (07 de Julio de 2021). *Definición y tipos del splitter fibra óptica*. FS Community: <https://community.fs.com/es/article/what-is-a-fiber-optic-splitter-2.html>
- John. (10 de Agosto de 2021). *Definición, tipos y características de la fibra multimodo: OM1 vs OM2 vs OM3 vs OM4 vs OM5*. FS Community:
<https://community.fs.com/es/article/advantages-and-disadvantages-of-multimode-fiber.html>
- Joinwit. (s.f.). *JW3213 Series PON Optical Power Meter*. Joinwit:
<http://e.joinwit.com/JW3213.html>
- Martínez, J. L. (09 de Noviembre de 2018). *Dispersión cromática*. Prored:
<https://www.prored.es/la-dispersion-cromatica/#:~:text=Se%20mide%20en%20ps%2Fnm,por%20cada%20kil%C3%B3metro%20que%20viaje>
- Montañana, R. (s.f.). *Curso de telemática y redes de ordenadores*. Universidad de Valencia: <https://www.uv.es/~montanan/>
- Moreno, A. (16 de Febrero de 2023). *Estructura y principios de guía de luz de la fibra óptica*. Huawei: <https://forum.huawei.com/enterprise/es/Estructura-y-principios-de-gu%C3%ADa-de-luz-de-la-fibra-%C3%B3ptica/thread/667236829537124353-667212884440133632>
- Pachas Matias, M. J. (10 de Abril de 2019). *Diseño de una red FTTH con despliegue de fibra óptica mediante el sistema de alcantarillado en el distrito de El Agustino*. Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13945>

Pinzón Escobar. (s.f.). *Capítulo 2: Fibras Ópticas*. Universidad Nacional Autónoma de México:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/622/A5.pdf?sequence=5>

Popoca Ortiz, F. (Junio de 2018). *Simulador interactivo sobre funcionamiento y aplicaciones de la fibra óptica*. Repositorio Institucional de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla:

<https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/e1a737b7-6c6a-44e8-8c8d-7ee409353fdd>

PROMAX Test & Measurement. (26 de Setiembre de 2019). *Tipos de conectores de fibra óptica: Guía sencilla*. PROMAX:

<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

Quezada Alegría, H. E. (2021). *Diseño de una red FTTH mediante el estándar GPON para la mejora de la calidad de servicio de internet en los hogares en el distrito de Chorrillos*. Repositorio de la Universidad Nacional del Callao: <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/6605>

Santa Cruz, O. M. (s.f.). *Resumen Fibras Ópticas*. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Cordoba:

<https://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/electronicaaplicadaiiii/PlantelExterior/IntroduccionResumen%20FO.pdf>

ShimewayTech. (s.f.). *Dispositivo de medición de potencia óptico PPM series*.

ShimewayTech: <https://www.directindustry.es/prod/shineway-technologies-inc/product-239543-2406211.html>

Stepanik, P. F. (2021). *Modulo 1: Fundamentos de las Fibras ópticas*. CEPETEL - Sindicato de los profesionales de las telecomunicaciones:

<https://www.cepotel.org.ar/wp-content/uploads/2021/07/MODULO-1-Fundamentos-de-la-FO.pdf>

Stepanik, P. F. (2021). *Modulo 2: Refracción de la Luz*. CEPETEL - Sindicato de los Profesionales de las Telecomunicaciones:

<https://www.cepotel.org.ar/wp-content/uploads/2021/07/MODULO-2-Refraccion-Angulo-de-Aceptacion-.pdf>

Stepanik, P. F. (2021). *Modulo 3: Fibra Óptica - Modos de propagación*. CEPETEL - Sindicato de los Profesionales de las Telecomunicaciones: <https://www.cepotel.org.ar/wp-content/uploads/2021/07/MODULO-3-MODOS-DE-PROPAGACION.pdf>

Stepanik, P. F. (2021). *Modulo 4: Parámetros de transmisión*. CEPETEL - Sindicato de los Profesionales de las Telecomunicaciones: <https://www.cepotel.org.ar/wp-content/uploads/2021/07/MODULO-4-Parametros-de-Transmision.pdf>

Stepanik, P. F. (2021). *Modulo 5: Conexiones ópticas*. CEPETEL - Sindicato de los Profesionales de las Telecomunicaciones: <https://www.cepotel.org.ar/wp-content/uploads/2021/07/MODULO-5-Conexiones-ópticas.pdf>

Telefónica del Perú. (2022). *Norma técnica de Construcción para una red FTTH*.

The Fiber Optic Association. (2018). *Optical Power*. The Fiber Optic Association: <https://www.thefoa.org/tech/ref/testing/test/power.html>

UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones. (Marzo de 2008). *G.984.1 : Redes ópticas pasivas con capacidad de Gigabits: Características generales*. UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1/es>

UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones. (Febrero de 2008). *G.984.4 : Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la interfaz de control y gestión de la terminación de red óptica*. UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.4/es>

UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones. (Enero de 2014). *G.984.3 : Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa de convergencia de transmisión*. UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.3/es>

- UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones. (Enero de 2015). *L.36 : Conectores de fibra óptica monomodo*. UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones: <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.36/es>
- UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones. (Noviembre de 2016). *G.652 : Características de las fibras y cables ópticos monomodo*. UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652/es>
- UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones. (Agosto de 2019). *G.984.2 : Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa dependiente de los medios físicos*. UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.2/es>
- UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones. (Febrero de 2022). *G.984.5 : Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Banda de ampliación*. UIT - Unión Internacional de Telecomunicaciones: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.5/es>
- Universidad de Navarra. (s.f.). Museo de Ciencias de la Universidad de Navarra: <https://museodeciencias.unav.edu/documents/11140003/32632603/refraccion-luz.pdf>
- Universidad del Pacífico. (21 de Agosto de 2023). *Normas APA (7ma edición) - Guía de Citación*. Universidad del Pacífico: <https://up-pe.libguides.com/apa7>
- Worton. (06 de Julio de 2021). *¿Cuál es la diferencia entre fibra monomodo y multimodo?* FS Community: <https://community.fs.com/es/article/single-mode-vs-multimode-fiber-whats-the-difference.html>
- Worton. (09 de Julio de 2021). *¿Es la fibra monomodo G.652 tu mejor opción?* FS Community: <https://community.fs.com/es/article/is-g652-single-mode-fiber-your-right-choice.html>

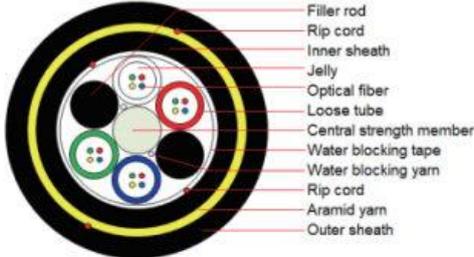
ANEXOS

Anexo 01: Ficha de datos del cable PKP


GYFY63-PKP

GYFY63-PKP

1. Cable cross-section (only for reference, not to scale)



2. Cable description

Loose tube construction, tubes jelly filled, elements (tubes and filler rods) laid up around non-metallic central strength member, polyester yarns used to bind the cable core, water blocking tape wrapped around the cable core, two ripcords, PE inner sheath, then aramid yarns, two ripcords and PE outer sheath.

3. Fiber & tube color

1. Fiber color codes

No.	1	2	3	4	5	6
Color	Green	Red	Blue	Yellow	Gray	Violet
No.	7	8	9	10	11	12
Color	Brown	Orange	White	Black	Pink	Aqua
No.	13	14	15	16	/	/
Color	White *	Yellow *	Orange *	Pink *	/	/

Note: * means a black circle.

3.2 Color codes for loose tube

4 Tubes		8 Tubes		16 Tubes	
No. of tubes	Color codes	No. of tubes	Color codes	No. of tubes	Color codes
1	White	1	White	1	White
2	Red	2	White	2	Red
Filler	Black	3	Red	Filler	Black
3	Blue	4	Red	3	Blue
4	Green	5	Blue	4	Green
Filler	Black	6	Blue	Filler	Black
		7	Green	5	White
		8	Green	6	White
				7	White

OPTICTIMES SAC
E-mail: luis@optictimes.com
Add: AV. GUARDIA CIVIL NRO. 1321 INT. 1803 URB. VILLA VICTORIA (EDIFICIO CONEXION LIMA) LIMA-LIMA-SURQUILLO

Tel: +51 993 995 884
[Http://www.ftthtec.com](http://www.ftthtec.com)

4 Tubes		8 Tubes		16 Tubes	
No. of tubes	Color codes	No. of tubes	Color codes	No. of tubes	Color codes
				8	Red
				9	Red
				10	Red
				11	Blue
				12	Blue
				13	Blue
				14	Green
				15	Green
				16	Green

4. Structure parameter

4/8 fibers per tube

Item	Unit	Value			
		IT.026	IT.024	IT.021	IT.018
Customer code	/				
No. of fibers	count	16	32	64	128
Cable structure	Count	1+6	1+6	1+8	1+6+12
No. of fibers per tube	count	4	8	8	8
No. of loose tubes	count	4	4	8	4+12
Tube diameter(nom.)	mm	2.5	2.5	2.5	2.5
FRP diameter(nom.)	mm	2.6	2.6	2.6/4.5	2.6
Inner sheath thickness(nom.)	mm	1.2	1.2	1.2	0.8
Outer sheath thickness(nom.)	mm	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable diameter (±5%)	mm	14.1	14.1	15.9	18.6
Cable weight (±10%)	kg/km	150	152	192	250
Short term tension	N	4200	4200	4600	4600

Note: 1. Sheath thickness not consider ripcord portion, sizes and values without tolerances are nominal values.
2. The minimum thickness measured shall not be less than 85% of the specified nominal value.

16 fibers per tube

Item	Unit	Value
Customer code	/	IT.017
No. of fibers	count	256
Cable structure	Count	1+6+12

No. of fibers per tube	count	16
No. of tubes	mm	4+12
Tube diameter(nom.)	mm	2.6/2.8
FRP diameter(nom.)	mm	2.8

Item	Unit	Value
Customer code	<i>l</i>	IT.017
Inner sheath thickness(nom.)	mm	0.8
Outer sheath thickness(nom.)	mm	1.5
Cable diameter (±5%)	mm	19.8
Cable weight (±10%)	kg/km	280
Short term tension	N	4600

Note: 1. Sheath thickness not consider ripcord portion, sizes and values without tolerances are nominal values.

2. The minimum thickness measured shall not be less than 85% of the specified nominal value.

5. Mechanical & Environmental Performance

Item	Contents	Value
Max. tensile load	Short term	See table 4. Short term tension
Max. crush resistance	Short term	3000 N/100mm
Min. bending radius	Installation	25 x cable diameter
	Operation	15 x cable diameter
Temperature range	Operation	-25°C ~ +70°C
	Installation	-5°C ~ +60°C
	Storage/transportation	-25°C ~ +70°C

6. Main Mechanical & Environmental Performance test

Item	Test Method	Acceptance Condition
Tensile Strength IEC 60794-1-2-E1	- Load: Short term tension - Length of cable: about 50m - Load time: 10min	- Fiber strain \leq 0.33% - No fiber break and no sheath damage.
Crush Test IEC 60794-1-2-E3	- Load: Short term crush - Load time: 15min	- Loss change \leq 0.05dB@1550nm - No fiber break and no sheath damage.
Impact Test IEC 60794-1-2-E4	- Points of impact: 3 - Times of per point: 1 - Impact energy: 5J - R=10mm	- Loss change \leq 0.05dB@1550nm - No fiber break and no sheath damage.

OPTICTIMES SAC

E-mail:luis@optictimes.com

Add:AV.GUARDIA CIVIL NRO.1321 INT.1803 URB.VILLA VICTORIA|EDIFICIO CONEXION LIMA|LIMA-LIMA-SURQUILLO

Tel:+51 993 995 884

Http://www.fthtec.com

Repeated Bending IEC 60794-1-2-E6	- Bending radius: 20 x OD - No. of cycle: 25	- Loss change $\leq 0.05\text{dB}@1550\text{nm}$ - No fiber break and no sheath damage.
Torsion IEC 60794-1-2-E7	- Length: 1m - Twist angle: $\pm 90^\circ$ - No. of cycle: 5	- Loss change $\leq 0.05\text{dB}@1550\text{nm}$ - No fiber break and no sheath damage.
Cable bend IEC 60794-1-2-E11	- Diameter of mandrel: 20 x OD - Number of turns: 4 - Number of cycles: 3	- Loss change $\leq 0.05\text{dB}@1550\text{nm}$ - No fiber break and no sheath damage.
Water Penetration IEC 60794-1-2-F5C	- Height of water: 1m - Sample length: 3m - Time: 24h	- No water leak from the cable core of the opposite end.
Temperature Cycling IEC 60794-1-2-F1	- Operation: - TA1 = -20°C , TB1 = 60°C - Storage: - TA2 = -25°C , TB2 = 70°C - Time spent: - t1 ≥ 20 hours - Number of cycles: ≥ 4	- Loss change $\leq 0.05\text{dB}/\text{km}@1550\text{nm}$ during test at operation. - Loss change $\leq 0.1\text{dB}/\text{km}@1550\text{nm}$ during test at storage. - Loss change $\leq 0.05\text{dB}/\text{km}@1550\text{nm}$ after test - No fiber break and no sheath damage.
Buffer Tube Kinking IEC 60794-1-2-G7	- L=100mm for $d \leq 2.0\text{mm}$ 70 mm for $2.0\text{mm} < d \leq 2.8\text{mm}$ 50 mm for $2.8\text{mm} < d \leq 3.2\text{mm}$ "d" means the tube outer diameter. - L1=350 mm - L2=100 mm, 5 sample	- No tube kinking after test.
Abrasion IEC 60794-1-21-E2B	- Method 1-for embossing or hot foil marking - Steel needle diameter: 1mm - Frequency: 55 ± 5 cycles/m - Load: 4N; - Cycles: 100 - Method 2- for inkjet marking method - Wool felt, the wool felt shall be thoroughly - impregnated with water. - Frequency: 6-12 cycles/m - Load: 4.5N; - Cycles: 3	- The marking shall be legible at the completion of the test after the test.

7. OPTICAL FIBER

G.652D Optical characteristics

Item	Contents	Value	
		Before cable	After cable
Attenuation	@1310nm	≤0.35dB/km	≤0.37dB/km
	@1550nm	≤0.21dB/km	≤0.24dB/km
Dispersion	@1288nm~1339nm	≤3.5ps/(nm·km)	
	@1550nm	≤18ps/(nm·km)	
	@1625nm	≤22ps/(nm·km)	
Zero-Dispersion wavelength		1300nm~1324nm	
Zero-Dispersion slope		≤0.092ps/(nm ² ·km)	
Mode field diameter (MFD)	@1310nm	9.2±0.4μm	
	@1550nm	10.4±0.5μm	
Cable cut-off wavelength Acc(nm)		≤1260nm	
Micro bending	@1550nm (1turns;Φ32mm)	≤0.05dB	
Attenuation	@1550nm (100turns;Φ60mm)	≤0.05dB	
PMD		≤0.2ps/km ^{1/2}	
Link polarization dispersion (PMD ₀)		≤0.1ps/km ^{1/2}	
Geometrical characteristics			
Cladding diameter		125±0.7μm	
Cladding non-circularity		≤1%	
Coating non-circularity		≤3%	
Core/cladding concentricity error		≤0.5μm	
Fiber diameter with coating (uncolored)		245±7μm	
Cladding/coating concentricity error		≤12.0μm	
Mechanical characteristics			
Proof stress		≥0.69GPa	
Fiber curl		≥4m	
Environmental characteristics			
Temperature induced attenuation(-60~+85℃)		≤0.05dB/km	
Dry heat induced attenuation (85℃±2℃, 30 days)		≤0.05dB/km	
Water immersion induced attenuation (23℃±2℃, 30 days)		≤0.05dB/km	
Damp heat induced attenuation (85℃±2℃, RH85%, 30 days)		≤0.05dB/km	

OPTICTIMES SAC

E-mail:luis@optictimes.com

Add:AV.GUARDIA CIVIL NRO.1321 INT.1803 URB.VILLA VICTORIA|EDIFICIO CONEXION LIMA|LIMA-LIMA-SURQUILLO

Tel:+51 993 995 884

Http://www.fthtec.com

Anexo 02: Ficha de datos del divisor óptico.



MIN (900µm) SPECIFICATION OF PLC SPLITTER

PLC Splitters

PLC Splitter is a type of optical power management device that is fabricated using silica waveguide technology. We provides whole series of 1xN and 2xN splitter products that are tailored for specific applications.

Features

- ◆ Low Insertion loss
- ◆ Low PDL
- ◆ Compact Design
- ◆ Good channel-to-channel uniformity
- ◆ Wide Operating Wavelength: From 1260nm to 1650nm
- ◆ Wide Operating Temperature: From -40oC to 85oC High Reliability and Stability



PLC Splitter Type

1. Classification by shape

- ◆ Mini PLC Splitter
- ◆ 250µm Fiber

2. Classification by series

1/2*2, 1/2*3, 1/2*4, 1/2*6, 1/2*8, 1/2*12, 1/2*16, 1/2*32, 1/2*64, 1/2*128



Product Number

PLC-1*32-M-900-N/A-1.2m



The length of optical fiber can be customized according to the actual requirement.

Connector type: SC/APC, FC/APC, LC/APC, FC/UPC, LC/UPC, ST/UPC, NO Connector

Fiber diameter: 0.25mm/0.9mm/2.0mm/3.0mm

PLC Device: Mini/ABS Box

PLC series: 1/2*2/3/4/6/8/12/16/32/64/128

OPTICTIMES SAC

E-mail: luis@optictimes.com

Add: AV. GUARDIA CIVIL NRO. 1321 INT.1803 URB. VILLA VICTORIA (EDIFICIO CONEXION LIMA) LIMA-LIMA-SURQUILLO

Tel: +51 993 995 884

[Http://www.fthtec.com](http://www.fthtec.com)

I . Mechanical Specification:

1*N Splitters:

Parameter	Unit	Value										
Product Type		1x2	1x3	1x4	1x6	1x8	1x12	1x16	1x32	1x64	1x128	
Operating Wavelength	nm	1260~1650										
Insertion Loss	Typ.	dB	3.6	6.3	7.0	9.4	10.2	12.4	13.5	16.6	20.1	24.5
	Max.	dB	4.1	6.8	7.5	10.0	10.5	13	13.8	17.1	20.8	25.3
Uniformity (Max.)	dB	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8	1.2	1.4	1.5	2.0	2.6	
PDL(Max.)	dB	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.8	
Return Loss	dB	≥55(APC type connectors) / 50(UPC type connectors)										
Directivity	dB	≥55										
Operating & Storage Temperature	°C	-40~+85										

2*N Splitters:

Parameter	Unit	Value										
Product Type		2x2	2x3	2x4	2x6	2x8	2x12	2x16	2x32	2x64	2x128	
Operating Wavelength	nm	1260~1650										
Insertion Loss	Typ.	dB	4.1	6.6	7.2	9.7	10.5	12.6	13.8	17	20.5	24.8
	Max.	dB	4.5	7.0	7.6	10.2	11	13.2	14.5	17.8	21.5	25.8
Uniformity (Max.)	dB	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.5	1.5	1.8	2.5	3.0	
PDL(Max.)	dB	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6	1.0	
Return Loss	dB	≥55(APC type connectors) / 50(UPC type connectors)										
Directivity	dB	≥55										
Operating & Storage Temperature	°C	-40~+85										

II . PLC Splitters Material Requirements

1. Optical Fiber

OPTICTIMES SAC

E-mail:luis@optictimes.com

Add:AV.GUARDIA CIVIL NRO.1321 INT.1803 URB.VILLA VICTORIA|EDIFICIO CONEXION LIMA|LIMA-LIMA-SURQUILLO

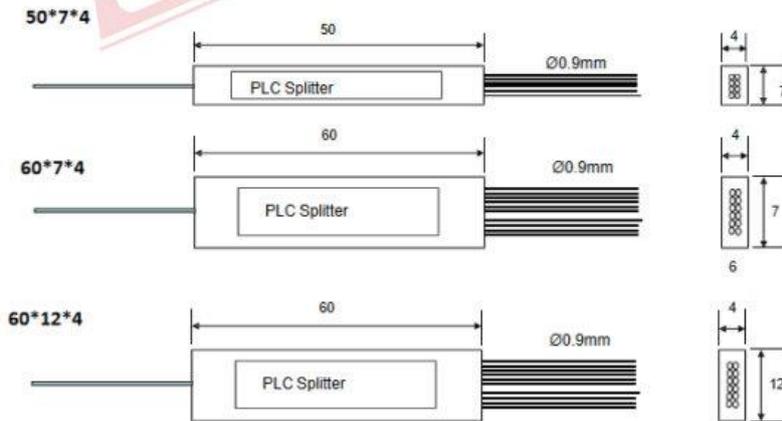
Tel:+51 993 995 884

Http://www.ftthtec.com

Project	Specifications
Optical Fiber	G657A
Φ(mm)	0.9
Optical Cable	12 color

2. Mini Device component packing dimension: (unit: mm)

Product Type	Unit	Length	Width	Height
1x2	mm	50	7	4
1x4	mm	50	7	4
1x8	mm	60	7	4
1x16	mm	60	12	4
1x32	mm	80	20	6
1x64	mm	100	40	6
2x2	mm	60	7	4
2x4	mm	60	7	4
2x8	mm	60	7	4
2x16	mm	60	12	4
2x32	mm	80	20	6
2x64	mm	100	40	6



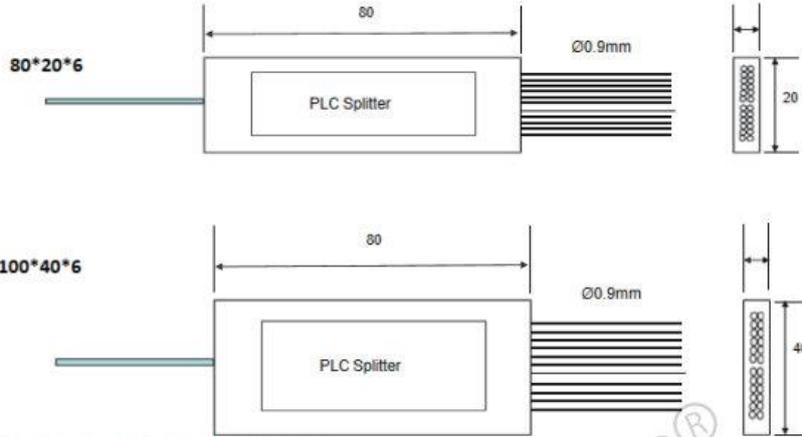
OPTICTIMES SAC

E-mail:luis@optictimes.com

Add:AV.GUARDIA CIVIL NRO.1321 INT.1803 URB.VILLA VICTORIA|EDIFICIO CONEXION LIMA|LIMA-LIMA-SURQUILLO

Tel:+51 993 995 884

Http://www.fthtec.com



III. Connector Specifications



IV. Packing

Miniature PLC Splitter:



OPTICTIMES SAC

E-mail:luis@optictimes.com

Add:AV.GUARDIA CIVIL NRO.1321 INT.1803 URB.VILLA VICTORIA|EDIFICIO CONEXION LIMA|LIMA-LIMA-SURQUILLO

Tel:+51 993 995 884

Http://www.ftthtec.com

Without connector in blister box (1 pc/blister box)

DESCRIPTION	QTY(pcs)	SIZE(mm)	N.W(kg)	G. W(kg)
1*2/2*2/1*3/2*3/1*4/2*4	200	630*310*300		
1*6/2*6/1*8/2*8	200	630*310*300		
1*12/2*12/1*16/2*16	200	630*310*300		
1*32/2*32	80	630*310*300		



OPTICTIMES SAC

E-mail:luis@optictimes.com

Add:AV. GUARDIA CIVIL NRO.1321 INT.1803 URB.VILLA VICTORIA|EDIFICIO CONEXION LIMA|LIMA-LIMA-SURQUILLO

Tel:+51 993 995 884

Http://www.ftthtec.com

Anexo 04: Informe iOLM de la CTO-1 instalada en el piso 15

Informe de iOLM y medidor de potencia

Correcto

Información general

Nombre de archivo:	Av. Militar 2500 Piso 15_Sl - G054 D13 P1_S04 - 1 - F1.iolm	Cliente:	TDP
Fecha de la prueba:	12/09/2023	Empresa:	FIAL RPAS Y TELECOMUNICACIONES
Hora de la prueba:	04:04:24 p.m.		
ID de trabajo:	Av. Militar 2500 Piso 15		
Comentarios:			

Ubicaciones

	Ubicación A	Ubicación B
Operario	Marco Antonio Alvaro LLancari	
Modelo	MAX-730C-SM2-OPM2-EA	
Número de serie	1676492	
Fecha de calibración	06/12/2022 (UTC)	

Identificadores

Cable ID	Fiber ID
Sl - G054 D13 P1	S04 - 1 - F1

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 1.5400 km
 Estado de adquisición: Finalizada

Longitud de onda (nm)	Pérdida de tramo (dB)	ORL de tramo (dB)
1625	21.522	61.18

Vista de tramo

Pos. 1: 0.0000, 2: 0.0053, 3: 0.0697, 4: 1.5400 km

L. 0.0053, 0.0644, 1.4703 km

Gráfico OTDR

El gráfico muestra una pérdida de potencia de aproximadamente 20 dB entre los 0.2 km y los 0.4 km.

Firma: _____

Fecha: 12/09/2023

Página 1 de 2

Informe de iOLM y medidor de potencia



Tabla de elementos

Tipo	N.º	Pos./L. (km)	Pérdida (dB)		Refl. (dB)	At. (dB/km)	Pérdida acumul (dB)
			1625 nm	1625 nm	1625 nm	1625 nm	
Conector	A	1	0.0000	0.295	-65.5		0.295
Sección			0.0053	---		---	0.295
Divisor 1:8		2	0.0053	10.438	-69.0		10.733
Sección			0.0644	0.013		---	10.746
Divisor 1:8		3	0.0697	10.483	---		21.228
Sección			1.4703	0.294		0.200	21.522
Conector	B	4	1.5400	---	---		---

* Para medir la pérdida de punta a punta y ORL, incluyendo el último elemento, se necesita una fibra de recepción.

Umbrales de correcto/incorrecto del iOLM

	Longitud de onda (nm)	Atenuación de la sección de fibra (dB/km)	Pérdida de tramo (dB)		ORL máx. (dB)	Longitud de tramo (km)	
			Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
Umbrales de correcto/incorrecto personalizados	1625	---	0.000	---	40.00	0.0000	8.0000

Umbrales personalizados de correcto/incorrecto en los elementos

	Pérdida máx. (dB)	Reflectancia máx. (dB)
	1625 nm	1625 nm
Conector	0.300	-60.0
Divisor 1:8	10.500	-60.0

Parámetros y configuración de iOLM

Configuración de prueba:	PANGEA PON 1x8 1x8 - RED VIVA (CON CLIENTES)	IOR (1550 nm):	1.468325
Tamaño núcleo fibra:	9 µm	Retrodispersión (1550 nm):	-81.87 dB
Fibra de lanzamiento:	0.0000 km		
Fibra de recepción:	0.0000 km		

Resultados y umbrales corr./incorr. del medidor de potencia

Longitud de onda (nm)	Umbrales		Resultados
	Potencia mín. (dBm)	Potencia máx. (dBm)	Potencia (dBm)
1490	-24.00	-17.00	-17.130
1550	-5.00	1.00	-1.101



Firma: _____

Fecha: 12/09/2023

Página 2 de 2

Anexo 05: Informe iOLM de la CTO-2 instalada en el piso 13

Informe de iOLM y medidor de potencia

Correcto

Información general

Nombre de archivo:	Av. Militar 2500 Piso 13_Sl - G054 D13 P2_S04 - 1 - F2.iolm	Cliente:	TDP
Fecha de la prueba:	12/09/2023	Empresa:	FIAL RPAS Y TELECOMUNICACIONES
Hora de la prueba:	04:09:29 p.m.		
ID de trabajo:	Av. Militar 2500 Piso 13		
Comentarios:			

Ubicaciones

	Ubicación A	Ubicación B
Operario	Marco Antonio Alvaro LLancari	
Modelo	MAX-730C-SM2-OPM2-EA	
Número de serie	1676492	
Fecha de calibración	06/12/2022 (UTC)	

Identificadores

Cable ID	Fiber ID
Sl - G054 D13 P2	S04 - 1 - F2

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 1.5910 km
 Estado de adquisición: Finalizada

Longitud de onda (nm)	Pérdida de tramo (dB)	ORL de tramo (dB)
1625	21.307	63.46

Vista de tramo

Pos. 0.0000 0.0054 0.0697 1.5910 km

L. 0.0643 1.5213 km

Gráfico OTDR

Firma: _____

Fecha: 12/09/2023

Página 1 de 2

Informe de iOLM y medidor de potencia



Tabla de elementos

Tipo	N.º	Pos./L. (km)	Pérdida (dB)		Refl. (dB)	At. (dB/km)	Pérdida acumul (dB)
			1625 nm	1625 nm	1625 nm	1625 nm	
Grupo	1	0.0000	10.492		-65.4		10.492
+ Conector	A	0.0000	---		-65.4		---
+ Divisor 1:8		0.0054	---		-68.9		---
Sección		0.0643	0.013		---		10.505
Divisor 1:8	2	0.0697	10.497		---		21.002
Sección		1.5213	0.304			0.200	21.306
Conector	B	1.5910	---		---		---

* Para medir la pérdida de punta a punta y ORL, incluyendo el último elemento, se necesita una fibra de recepción.

Umbral de correcto/incorrecto del iOLM

	Longitud de onda (nm)	Atenuación de la sección de fibra (dB/km)	Pérdida de tramo (dB)		ORL máx. (dB)	Longitud de tramo (km)	
			Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
Umbral de correcto/incorrecto personalizados	1625	---	0.000	---	40.00	0.0000	8.0000

Umbral personalizado de correcto/incorrecto en los elementos

	Pérdida máx. (dB)	Reflectancia máx. (dB)
	1625 nm	1625 nm
Conector	0.300	-60.0
Divisor 1:8	10.500	-60.0

Parámetros y configuración de iOLM

Configuración de prueba:	PANGEA PON 1x8 1x8 - RED VIVA (CON CLIENTES)	IOR (1550 nm):	1.468325
Tamaño núcleo fibra:	9 µm	Retrodispersión (1550 nm):	-81.87 dB
Fibra de lanzamiento:	0.0000 km		
Fibra de recepción:	0.0000 km		

Resultados y umbrales corr./incorr. del medidor de potencia

Longitud de onda (nm)	Umbral		Resultados
	Potencia mín. (dBm)	Potencia máx. (dBm)	Potencia (dBm)
1490	-24.00	-17.00	-17.103
1550	-5.00	1.00	-1.057



Firma: _____

Fecha: 12/09/2023

Página 2 de 2

Anexo 06: Informe iOLM de la CTO-3 instalada en el piso 11

Informe de iOLM y medidor de potencia

✔ Correcto

Información general

Nombre de archivo:	Av. Militar 2500 Piso 11_S1 - G054 D13 P3_S04 - 1 - F3.iolm	Cliente:	TDP
Fecha de la prueba:	12/09/2023	Empresa:	FIAL RPAS Y TELECOMUNICACIONES
Hora de la prueba:	04:14:17 p.m.		
ID de trabajo:	Av. Militar 2500 Piso 11		
Comentarios:			

Ubicaciones

	Ubicación A	Ubicación B
Operario	Marco Antonio Alvaro LLancari	
Modelo	MAX-730C-SM2-OPM2-EA	
Número de serie	1676492	
Fecha de calibración	06/12/2022 (UTC)	

Identificadores

Cable ID	Fiber ID
S1 - G054 D13 P3	S04 - 1 - F3

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 1.5400 km
Estado de adquisición: Finalizada

Longitud de onda (nm)	Pérdida de tramo (dB)	ORL de tramo (dB)
1625	20.966	60.25

Vista de tramo

Gráfico OTDR

EXFO Firma: _____Fecha: 12/09/2023Página 1 de 2

Informe de iOLM y medidor de potencia



Tabla de elementos

Tipo	N.º	Pos./L. (km)	Pérdida (dB)	Refl. (dB)	At. (dB/km)	Pérdida acumul (dB)
			1625 nm	1625 nm	1625 nm	1625 nm
Conector	A 1	0.0000	-0.095	-65.4		-0.095
Sección		0.0052	---		---	-0.095
Divisor 1:8	2	0.0052	10.362	-65.7		10.267
Sección		0.0594	0.012		---	10.278
Divisor 1:8	3	0.0646	10.392	---		20.671
Sección		1.4754	0.295		0.200	20.966
Conector	B 4	1.5400	---	---		---

* Para medir la pérdida de punta a punta y ORL, incluyendo el último elemento, se necesita una fibra de recepción.

Umbral de correcto/incorrecto del iOLM

	Longitud de onda (nm)	Atenuación de la sección de fibra (dB/km)	Pérdida de tramo (dB)		ORL máx. (dB)	Longitud de tramo (km)	
			Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
Umbral de correcto/incorrecto personalizados	1625	---	0.000	---	40.00	0.0000	8.0000

Umbral personalizado de correcto/incorrecto en los elementos

	Pérdida máx. (dB)	Reflectancia máx. (dB)
	1625 nm	1625 nm
Conector	0.300	-60.0
Divisor 1:8	10.500	-60.0

Parámetros y configuración de iOLM

Configuración de prueba:	PANGEA PON 1x8 1x8 - RED VIVA (CON CLIENTES)	IOR (1550 nm):	1.468325
Tamaño núcleo fibra:	9 µm	Retrodispersión (1550 nm):	-81.87 dB
Fibra de lanzamiento:	0.0000 km		
Fibra de recepción:	0.0000 km		

Resultados y umbrales corr./incorr. del medidor de potencia

Longitud de onda (nm)	Umbral		Resultados
	Potencia mín. (dBm)	Potencia máx. (dBm)	Potencia (dBm)
1490	-24.00	-17.00	-17.176
1550	-5.00	1.00	-0.770

Anexo 07: Informe iOLM de la CTO-4 instalada en el piso 09

Informe de iOLM y medidor de potencia

Correcto

Información general

Nombre de archivo:	Av. Militar 2500 Piso 09_S1 - G054 D13 P4_S04 - 1 - F4.iolm	Cliente:	TDP
Fecha de la prueba:	12/09/2023	Empresa:	FIAL RPAS Y TELECOMUNICACIONES
Hora de la prueba:	04:16:27 p.m.		
ID de trabajo:	Av. Militar 2500 Piso 09		
Comentarios:			

Ubicaciones

	Ubicación A	Ubicación B
Operario	Marco Antonio Alvaro LLancari	
Modelo	MAX-730C-SM2-OPM2-EA	
Número de serie	1676492	
Fecha de calibración	06/12/2022 (UTC)	

Identificadores

Cable ID	Fiber ID
S1 - G054 D13 P4	S04 - 1 - F4

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 1.5553 km
 Estado de adquisición: Finalizada

Longitud de onda (nm)	Pérdida de tramo (dB)	ORL de tramo (dB)
1625	20.951	60.34

Vista de tramo

Gráfico OTDR

Firma: _____

Fecha: 12/09/2023

Página 1 de 2

Informe de iOLM y medidor de potencia



Tabla de elementos

Tipo	N.º	Pos./L. (km)	Pérdida (dB)		Refl. (dB)	At. (dB/km)	Pérdida acumul (dB)
			1625 nm	1625 nm	1625 nm	1625 nm	
Conector	A 1	0.0000	0.019	-65.4		0.019	
Sección		0.0052	---			0.019	
Divisor 1:8	2	0.0052	10.242	-65.5		10.261	
Sección		0.0574	0.011			10.272	
Divisor 1:8	3	0.0627	10.381	---		20.653	
Sección		1.4926	0.299		0.200	20.951	
Conector	B 4	1.5553	---	---		---	

* Para medir la pérdida de punta a punta y ORL, incluyendo el último elemento, se necesita una fibra de recepción.

Umbral de correcto/incorrecto del iOLM

	Longitud de onda (nm)	Atenuación de la sección de fibra (dB/km)	Pérdida de tramo (dB)		ORL máx. (dB)	Longitud de tramo (km)	
			Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
Umbral de correcto/incorrecto personalizados	1625	---	0.000	---	40.00	0.0000	8.0000

Umbral personalizado de correcto/incorrecto en los elementos

	Pérdida máx. (dB)	Reflectancia máx. (dB)
	1625 nm	1625 nm
Conector	0.300	-60.0
Divisor 1:8	10.500	-60.0

Parámetros y configuración de iOLM

Configuración de prueba:	PANGEA PON 1x8 1x8 - RED VIVA (CON CLIENTES)	IOR (1550 nm):	1.468325
Tamaño núcleo fibra:	9 µm	Retrodispersión (1550 nm):	-81.87 dB
Fibra de lanzamiento:	0.0000 km		
Fibra de recepción:	0.0000 km		

Resultados y umbrales corr./incorr. del medidor de potencia

Longitud de onda (nm)	Umbral		Resultados
	Potencia mín. (dBm)	Potencia máx. (dBm)	Potencia (dBm)
1490	-24.00	-17.00	-17.129
1550	-5.00	1.00	-0.818



Firma: _____

Fecha: 12/09/2023

Página 2 de 2

Anexo 08: Informe iOLM de la CTO-5 instalada en el piso 07

Informe de iOLM y medidor de potencia

Correcto

Información general

Nombre de archivo:	Av. Militar 2500 Piso 07_S1 - G054 D13 P5_S04 - 1 - F5.iolm	Cliente:	TDP
Fecha de la prueba:	12/09/2023	Empresa:	FIAL RPAS Y TELECOMUNICACIONES
Hora de la prueba:	04:18:25 p.m.		
ID de trabajo:	Av. Militar 2500 Piso 07		
Comentarios:			

Ubicaciones

	Ubicación A	Ubicación B
Operario	Marco Antonio Alvaro LLancari	
Modelo	MAX-730C-SM2-OPM2-EA	
Número de serie	1676492	
Fecha de calibración	06/12/2022 (UTC)	

Identificadores

Cable ID	Fiber ID
S1 - G054 D13 P5	S04 - 1 - F5

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 1.5144 km
 Estado de adquisición: Finalizada

Longitud de onda (nm)	Pérdida de tramo (dB)	ORL de tramo (dB)
1625	20.993	60.38

Vista de tramo

Gráfico OTDR

Firma: _____

Fecha: 12/09/2023

Página 1 de 2

Informe de iOLM y medidor de potencia



Tabla de elementos

Tipo	N.º	Pos./L. (km)	Pérdida (dB)	Refl. (dB)	At. (dB/km)	Pérdida acumul (dB)
			1625 nm	1625 nm	1625 nm	1625 nm
Conector	A 1	0.0000	0.049	-65.5		0.049
Sección		0.0051	---		---	0.049
Divisor 1:8	2	0.0051	10.144	-65.5		10.193
Sección		0.0582	0.012		---	10.205
Divisor 1:8	3	0.0633	10.498	---		20.703
Sección		1.4511	0.290		0.200	20.993
Conector	B 4	1.5144	---	---		---

* Para medir la pérdida de punta a punta y ORL, incluyendo el último elemento, se necesita una fibra de recepción.

Umbral de correcto/incorrecto del iOLM

	Longitud de onda (nm)	Atenuación de la sección de fibra (dB/km)	Pérdida de tramo (dB)		ORL máx. (dB)	Longitud de tramo (km)	
			Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
Umbral de correcto/incorrecto personalizados	1625	---	0.000	---	40.00	0.0000	8.0000

Umbral personalizado de correcto/incorrecto en los elementos

	Pérdida máx. (dB)	Reflectancia máx. (dB)
	1625 nm	1625 nm
Conector	0.300	-60.0
Divisor 1:8	10.500	-60.0

Parámetros y configuración de iOLM

Configuración de prueba:	PANGEA PON 1x8 1x8 - RED VIVA (CON CLIENTES)	IOR (1550 nm):	1.468325
Tamaño núcleo fibra:	9 µm	Retrodispersión (1550 nm):	-81.87 dB
Fibra de lanzamiento:	0.0000 km		
Fibra de recepción:	0.0000 km		

Resultados y umbrales corr./incorr. del medidor de potencia

Longitud de onda (nm)	Umbral		Resultados
	Potencia mín. (dBm)	Potencia máx. (dBm)	Potencia (dBm)
1490	-24.00	-17.00	-17.117
1550	-5.00	1.00	-0.794



Firma: _____

Fecha: 12/09/2023

Página 2 de 2

Anexo 09: Informe iOLM de la CTO-6 instalada en el piso 05

Informe de iOLM y medidor de potencia

Correcto

Información general

Nombre de archivo:	Av. Militar 2500 Piso 05_S1 - G054 D13 P6_S04 - 1 - F6.iolm	Cliente:	TDP
Fecha de la prueba:	12/09/2023	Empresa:	FIAL RPAS Y TELECOMUNICACIONES
Hora de la prueba:	04:36:17 p.m.		
ID de trabajo:	Av. Militar 2500 Piso 05		
Comentarios:			

Ubicaciones

	Ubicación A	Ubicación B
Operario	Marco Antonio Alvaro LLancari	
Modelo	MAX-730C-SM2-OPM2-EA	
Número de serie	1676492	
Fecha de calibración	06/12/2022 (UTC)	

Identificadores

Cable ID	Fiber ID
S1 - G054 D13 P6	S04 - 1 - F6

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 1.4124 km
 Estado de adquisición: Finalizada

Longitud de onda (nm)	Pérdida de tramo (dB)	ORL de tramo (dB)
1625	21.079	60.52

Vista de tramo

Gráfico OTDR

Firma: _____

Fecha: 12/09/2023

Página 1 de 2

Informe de iOLM y medidor de potencia



Tabla de elementos

Tipo	N.º	Pos./L. (km)	Pérdida (dB)		Refl. (dB)	At. (dB/km)	Pérdida acumul (dB)
			1625 nm	1625 nm	1625 nm	1625 nm	
Conector	A 1	0.0000	-0.041	-65.5			-0.041
Sección		0.0053	---			---	-0.041
Divisor 1:8	2	0.0053	10.351	-71.0			10.310
Sección		0.0376	---			---	10.310
Divisor 1:8	3	0.0429	10.495	---			20.805
Sección		1.3695	0.274			0.200	21.079
Conector	B 4	1.4124	---	---			---

* Para medir la pérdida de punta a punta y ORL, incluyendo el último elemento, se necesita una fibra de recepción.

Umbral de correcto/incorrecto del iOLM

	Longitud de onda (nm)	Atenuación de la sección de fibra (dB/km)	Pérdida de tramo (dB)		ORL máx. (dB)	Longitud de tramo (km)	
			Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
Umbral de correcto/incorrecto personalizados	1625	---	0.000	---	40.00	0.0000	8.0000

Umbral personalizado de correcto/incorrecto en los elementos

	Pérdida máx. (dB)	Reflectancia máx. (dB)
	1625 nm	1625 nm
Conector	0.300	-60.0
Divisor 1:8	10.500	-60.0

Parámetros y configuración de iOLM

Configuración de prueba:	PANGEA PON 1x8 1x8 - RED VIVA (CON CLIENTES)	IOR (1550 nm):	1.468325
Tamaño núcleo fibra:	9 µm	Retrodispersión (1550 nm):	-81.87 dB
Fibra de lanzamiento:	0.0000 km		
Fibra de recepción:	0.0000 km		

Resultados y umbral corr./incorr. del medidor de potencia

Longitud de onda (nm)	Umbral		Resultados
	Potencia mín. (dBm)	Potencia máx. (dBm)	Potencia (dBm)
1490	-24.00	-17.00	-17.065
1550	-5.00	1.00	-0.830

Anexo 10: Informe iOLM de la CTO-7 instalada en el piso 03

Informe de iOLM y medidor de potencia

Correcto

Información general

Nombre de archivo:	Av. Militar 2500 Piso 03_S1 - G054 D13 P7_S04 - 1 - F7.iolm	Cliente:	TDP
Fecha de la prueba:	12/09/2023	Empresa:	FIAL RPAS Y TELECOMUNICACIONES
Hora de la prueba:	04:38:13 p.m.		
ID de trabajo:	Av. Militar 2500 Piso 03		
Comentarios:			

Ubicaciones

	Ubicación A	Ubicación B
Operario	Marco Antonio Alvaro LLancari	
Modelo	MAX-730C-SM2-OPM2-EA	
Número de serie	1676492	
Fecha de calibración	06/12/2022 (UTC)	

Identificadores

Cable ID	Fiber ID
S1 - G054 D13 P7	S04 - 1 - F7

Resultados de iOLM

Longitud de tramo: 1.5093 km
 Estado de adquisición: Finalizada

Longitud de onda (nm)	Pérdida de tramo (dB)	ORL de tramo (dB)
1625	21.137	61.62

Vista de tramo

Gráfico OTDR

Firma: _____

Fecha: 12/09/2023

Página 1 de 2

Informe de iOLM y medidor de potencia



Tabla de elementos

Tipo	N.º	Pos./L. (km)	Pérdida (dB)		Refl. (dB)	At. (dB/km)	Pérdida acumul (dB)
			1625 nm	1625 nm	1625 nm	1625 nm	
Conector	A	1	0.0000	-0.002	-65.6		-0.002
Sección			0.0053	---		---	-0.002
Divisor 1:8		2	0.0053	10.355	-71.6		10.353
Sección			0.0364	0.007		---	10.361
Divisor 1:8		3	0.0416	10.483	---		20.843
Sección			1.4677	0.294		0.200	21.137
Conector	B	4	1.5093	---	---		---

* Para medir la pérdida de punta a punta y ORL, incluyendo el último elemento, se necesita una fibra de recepción.

Umbral de correcto/incorrecto del iOLM

	Longitud de onda (nm)	Atenuación de la sección de fibra (dB/km)	Pérdida de tramo (dB)		ORL máx. (dB)	Longitud de tramo (km)	
			Mín.	Máx.		Mín.	Máx.
Umbral de correcto/incorrecto personalizados	1625	---	0.000	---	40.00	0.0000	8.0000

Umbral personalizado de correcto/incorrecto en los elementos

	Pérdida máx. (dB)	Reflectancia máx. (dB)
	1625 nm	1625 nm
Conector	0.300	-60.0
Divisor 1:8	10.500	-60.0

Parámetros y configuración de iOLM

Configuración de prueba:	PANGEA PON 1x8 1x8 - RED VIVA (CON CLIENTES)	IOR (1550 nm):	1.468325
Tamaño núcleo fibra:	9 µm	Retrodispersión (1550 nm):	-81.87 dB
Fibra de lanzamiento:	0.0000 km		
Fibra de recepción:	0.0000 km		

Resultados y umbrales corr./incorr. del medidor de potencia

Longitud de onda (nm)	Umbral		Resultados
	Potencia mín. (dBm)	Potencia máx. (dBm)	Potencia (dBm)
1490	-24.00	-17.00	-17.104
1550	-5.00	1.00	-0.831