

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN NUEVO ENLACE A TRAVES DEL  
TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR EL ANCHO DE BANDA Y  
EL TRAFICO DE RED DE LA EMPRESA TEOMA CORP SAC UBICADO EN  
LA AV. LOS EUCALIPTOS N° 317 EN EL DISTRITO DE LURÍN LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el título Profesional de

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**AGUIRRE MÜLLER, BRAYAN JEISON**

**Villa El Salvador**

**2018**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Jehová  
por ser la inspiración en cada uno  
de mis pasos dados en mi diario convivir.

A mi hermano Leif Aguirre Müller  
por su constante apoyo moral.

A mi papá Orlando Aguirre  
por sus largas conversaciones  
brindándome consejos y enseñanzas.

A mi mamá Dámaris Müller  
por darme la vida y haberme educado  
como la persona que soy actualmente.

## AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento se dirige en primer lugar  
a quien ha forjado mi camino,  
y me ha dirigido por el sendero correcto, a Jehová.

A la UNTELS por haberme aceptado ser parte de ella  
y abrirme las puertas de su seno científico  
para poder estudiar mi carrera.

Agradecer a mi asesor Ing. Orlando Ortega  
por brindarme la oportunidad  
de recurrir a su capacidad y conocimiento  
para guiarme en el desarrollo del trabajo.

A mi hermano Leif Aguirre Müller  
agradecerle por tomarme como su ejemplo  
en este camino lleno metas por cumplir.

Por último a mis padres  
que siempre me apoyaron incondicionalmente  
en la parte moral y ética  
para poder llegar a ser un profesional de la patria.

## ÍNDICE

<b>IINTRODUCCIÓN</b> .....	ix
<b>CAPÍTULO I</b> .....	10
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	10
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	10
1.2 JUSTIFICACIÓN DE PROBLEMA.....	11
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO .....	11
1.3.1 Teórica: .....	11
1.3.2 Temporal:.....	11
1.3.3 Espacial: .....	11
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	12
1.4.1 Problema general.....	12
1.4.2 Problemas específicos .....	12
1.5 OBJETIVO .....	12
1.5.1 Objetivo general.....	12
1.5.2 Objetivos específicos .....	13
<b>CAPITULO II</b> .....	14
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	14
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	14
2.1.1 Antecedentes internacionales .....	14
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	19
2.2 BASES TEÓRICAS .....	20
2.2.1 Radioenlace .....	20
2.2.2 Microondas .....	21
2.2.3 Redes de Acceso .....	21
2.2.4 Fibra Óptica .....	22
2.2.5 Primera Generación de las Redes Ópticas .....	25
2.2.6 Segunda Generación de Redes Ópticas.....	25
2.2.7 Tercera Generación de Redes Ópticas.....	26
2.2.8 Código de Colores .....	26
2.2.9 Conectores.....	27
2.2.10 OTDR (Reflectómetro Óptico en el Dominio de Tiempo) .....	30

2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	34
<b>CAPITULO III</b> .....		<b>38</b>
<b>DESARROLLO DEL OBJETIVO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA</b> .....		<b>38</b>
3.1	ENLACE MICROONDAS OBSTACULIZADO .....	38
3.2	DISEÑO DEL NUEVO ENLACE A TRAVÉS DEL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR LA RED DE COMUNICACIÓN DE LA EMPRESA TEOMA CORP SAC UBICADO EN EL DISTRITO DE LURÍN-LIMA.....	39
3.2.1	Visita Técnica:.....	40
3.2.2	Elaboración del Informe Técnico.....	42
3.2.3	Determinación de los Parámetros Técnicos de los Equipos .....	44
3.2.4	Cálculo Generales para el Enlace de Fibra Óptica .....	46
3.2.5	Hoja de Empalmes desde el Nodo hacia la Empresa .....	49
3.2.6	Gestión del Proyecto.....	50
3.3	IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO ENLACE A TRAVÉS DEL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR LA RED DE COMUNICACIÓN DE LA EMPRESA TEOMA CORP SAC.....	51
3.3.1	Requerimientos para la Implementación.....	51
3.3.2	Instalación de Postes .....	52
3.3.3	Canalizado .....	53
3.3.4	Ejecución de las Obras Civiles:.....	54
3.3.5	Recorrido de la Fibra Óptica .....	58
3.3.6	Protocolo de Pruebas.....	67
3.3.7	Mediciones OTDR:.....	72
3.3.8	Presupuesto de la Implementación .....	77
3.3.9	Requerimientos del Personal .....	78
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>79</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>80</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		<b>81</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>82</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Figura N° 2.1 Enlace microondas.....	21
Figura N° 2.2 Fibra óptica .....	23
Figura N° 2.3 Fibra Monomodo y Multimodo.....	24
Figura N° 2.4 Conector SC.....	28
Figura N° 2.5 Conector LC .....	29
Figura N° 2. 6 Conector ST .....	29
Figura N° 2.7 Conector FC.....	30
Figura N° 2. 8 Equipos OTDR .....	31
Figura N° 2.9 Traza del OTDR con solo una reflexión .....	31
Figura N° 2.10 Traza de sucesos entre 2 puntos .....	32
Figura N° 2.11 Ruptura de una fibra .....	32
Figura N° 2.12 Reflexión por conexión.....	33
Figura N° 2.13 Pérdida de empalme por fusión .....	33
Figura N° 2.14 Ganancia por empalme por fusión .....	34
Figura N° 2.15 Fisura de una fibra .....	34
Figura N° 3.1 Línea de vista obstaculizada .....	38
Figura N° 3.2 Plano Nodo – Empresa .....	40
Figura N° 3.3 Rola o rueda métrica.....	41
Figura N° 3.4 Manga proyectada .....	42
Figura N° 3.5 Proyectamos canalizado .....	43
Figura N° 3 6 Diseño de PEX.....	44
Figura N° 3.7 Cuadro de empalme.....	50
Figura N° 3.8 Diagrama de Gantt.....	51
Figura N° 3.9 Corte para la instalación del poste .....	52
Figura N° 3.10 Poste instalado.....	53
Figura N° 3.11 Corte del Canalizado.....	53
Figura N° 3.12 Plano de acceso hacia la Empresa .....	55
Figura N° 3.13 Poste y manga instalada.....	55
Figura N° 3.14 Inicio de Canalizado.....	56
Figura N° 3.15 Instalación del sifón.....	56
Figura N° 3.16 “Instalación del tubo de 3 pulgadas” .....	57

Figura N° 3.17 “Culminación del canalizado” .....	57
Figura N° 3.18 “Inicio del recorrido de la fibra” .....	58
Figura N° 3.19 “Fibra óptica recorre por la Av. Eucaliptos e intercepta buzón de comunicaciones” .....	59
Figura N° 3.20 “Fibra óptica ingresa por ductos existente” .....	59
Figura N° 3.21 “Fibra óptica recorre por buzón y ductos existente” .....	60
Figura N° 3.22 “Fibra óptica recorre por ductos y buzones existente” .....	60
Figura N° 3.23 “Fibra óptica recorre por ductos y buzones existente” .....	61
Figura N° 3.24 “Fibra óptica sigue recorrido por canalizado” .....	61
Figura N° 3.25 “Fibra óptica recorre por interior de Teoma Corp” .....	62
Figura N° 3.26 “Fibra óptica recorre interior de Teoma Corp SAC” .....	62
Figura N° 3.27 “Fibra óptica ingresa por perforado proyectado” .....	63
Figura N° 3.28 “Fibra óptica recorre sobre falso techo” .....	63
Figura N° 3.29 “Gabinete de la Empresa” .....	64
Figura N° 3.30 “Caja OTS, Media Converter y Router” .....	64
Figura N° 3.31 “Caja de OTS” .....	65
Figura N° 3.32 “Patch cord” .....	65
Figura N° 3.33 “Media Converter” .....	66
Figura N° 3.34 “Equipamiento final” .....	66
Figura N° 3.35 “Imágenes de inspección” .....	71
Figura N° 3.36 “Curva OTDR” .....	73
Figura N° 3.37 “Detalles de la medición” .....	73
Figura N° 3.38 “Configuraciones de prueba y cable” .....	73
Figura N° 3.39 “Curva OTDR” .....	74
Figura N° 3.40 “Detalles de la medición” .....	74
Figura N° 3.41 Configuraciones de prueba y cable .....	74
Figura N° 3.42 “Curva OTDR” .....	75
Figura N° 3.43 “Detalles de la medición” .....	75
Figura N° 3.44 “Configuraciones de prueba y cable” .....	75
Figura N° 3.45 “Curva OTDR” .....	76
Figura N° 3.46 “Detalles de la medición” .....	76
Figura N° 3.47 “Configuraciones de prueba y cable” .....	76
Figura N° 3.48 “Personal con EPP’s” .....	78

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1 Código de colores de una Fibra Óptica de 24 hilos.....	27
Tabla 3.1 Especificaciones técnicas de la interfaz óptica P1S1-1D1 de la recomendación UIT-T.....	45
Tabla 3.2 Cronograma .....	50
Tabla 3.3 Resultados de los protocolos de prueba .....	71
Tabla 3.4 “Presupuesto de la implementación” .....	77
Tabla 3.5 “Equipamiento” .....	77
Tabla 3.6 “Materiales de planta interna” .....	77



## IINTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia que se realiza para optar el Título de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones lleva por nombre “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN NUEVO ENLACE A TRAVES DEL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR EL ANCHO DE BANDA Y EL TRAFICO DE RED DE LA EMPRESA TEOMA CORP SAC UBICADO EN LA AV. LOS EUCALIPTOS N° 317 EN EL DISTRITO DE LURÍN LIMA.”, presentado por el Bachiller Brayan Jeison Aguirre Müller.

La necesidad de aumentar la capacidad en la transmisión de servicios con un mayor ancho de banda y velocidad ha llevado a la Empresa Teoma Corp SAC a buscar nuevas tecnologías como la fibra óptica que ha demostrado tener grandes cualidades que se pueden aplicar en variadas instalaciones. La fibra óptica comparado con otro tipo de tecnologías, es más confiable en lo referente a la calidad y ancho de banda. También presenta ventajas frente a cambios drásticos en el clima, que usualmente afectan otro tipo de enlaces como los de microondas, brindando así mayor estabilidad a la interconexión de sus equipos y un mejor índice de rendimiento.

Este trabajo de suficiencia tiene por finalidad cubrir las pérdidas de la señal y el limitado tráfico de la red que se tiene con el enlace microondas (nodo – cliente), debido a que la zona es industrial y hay nuevas construcciones que obstaculizan la línea de vista.

La estructura que contiene este trabajo se compone de tres (03) capítulos. El primer capítulo comprende el planteamiento del problema, el segundo capítulo el marco teórico y el tercer capítulo corresponde al desarrollo del proyecto.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En la actualidad, la tecnología avanza a pasos agigantados, lo que nos indica que existen nuevos enlaces que comparado con el enlace por microondas van a satisfacer las necesidades que requiere la empresa Teoma Corp SAC para mejorar su red de comunicación. Como se sabe este enlace por microondas de Teoma Corp nos ofrece velocidades de 5 Mbps, aunque sigue siendo una limitante el ancho de banda para la empresa y ahora sumado con el aumento las construcciones de fábricas y almacenes de gran altura en la zona; ocasiona obstrucción de la línea de vista y como consecuencia caída de su red de comunicaciones.

Teoma Corp SAC requiere de una nueva tecnología con un servicio más rápido con más capacidad de transmisión y a un precio de su interés, para poder competir con las empresas ya consolidadas del sector, es por este motivo que se da el caso de reemplazar el enlace microondas por el nuevo enlace a través del tendido de fibra óptica, para obtener una cobertura al 100% sin problemas de caída de su red.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DE PROBLEMA**

La empresa Teoma Corp SAC viene sufriendo problemas con su red de comunicaciones debido a la obstrucción de la línea de vista de su enlace microondas.

Para que la empresa pueda cumplir con sus más altos estándares de calidad y así pueda posicionarse en el mercado competitivo necesita de un nuevo enlace que solucione este problema y garantice una red estable sin interferencias.

Es por esto que decidimos realizar el diseño e implementación de un nuevo enlace a través del tendido de fibra óptica analizando la problemática de la empresa para que de esta manera se mejore la interconexión de su red. Esta tecnología nos dará mayor efectividad en el transporte de paquetes en la red de comunicaciones.

## **1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO**

### **1.3.1 Teórica:**

Teoría de Fibra Óptica, Redes de Fibra Óptica, Microondas

### **1.3.2 Temporal:**

La fase de Diseño e implementación se efectuará tomando una duración de dos (02) meses, comprendido desde el mes de Junio a Agosto del 2017

### **1.3.3 Espacial:**

El proyecto se realiza en el distrito de Lurín en la Urb. Santa Genoveva

## **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1 Problema general**

¿Cómo diseñar e implementar un nuevo enlace a través de la fibra óptica para mejorar la red de comunicaciones de la empresa Teoma Corp SAC evitando la caída de su sistema debido a la obstaculización de la línea de vista del su enlace por microondas?

### **1.4.2 Problemas específicos**

- ¿Cómo diseñar un nuevo enlace del tendido de fibra óptica para mejorar la red de comunicación de la empresa Teoma Corp SAC ubicado en la Av. Los Eucaliptos N° 317 en el distrito de Lurín?
- ¿Cómo implementar el sistema de red de fibra óptica con todos los equipos de comunicaciones que sean necesarios para un buen manejo y control de la transmisión de datos para tener una mayor eficiencia en las comunicaciones internas?
- ¿Cómo diseñar un nuevo enlace del tendido de fibra óptica para optimizar las obras civiles y costos de la empresa Teoma Corp SAC?

## **1.5 OBJETIVO**

### **1.5.1 Objetivo general**

Diseñar e implementar un nuevo enlace a través de la fibra óptica para mejorar la red de comunicaciones de la empresa Teoma Corp SAC evitando la caída de su sistema debido a la obstaculización de la línea de vista de su enlace microondas.

### 1.5.2 Objetivos específicos

- Diseñar un nuevo enlace del tendido de fibra óptica para mejorar la red de comunicaciones de la empresa Teoma Corp SAC.
- Implementar el sistema de red de fibra óptica con todos los equipos de comunicación que sean necesarios para un buen manejo y control de la transmisión de datos para tener una mayor eficiencia en las comunicaciones internas.
- Diseñar un nuevo enlace del tendido de fibra óptica para optimizar las obras civiles y costos de la empresa Teoma Corp SAC.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Barba Molina Lorena Gisela (2007), presentó el trabajo, “Diseño de una red de fibra óptica para atender a los clientes de ANDINATEL S.A. en los edificios ubicados en el sector de la Avenida República del Salvador pertenecientes a la Central de Ñaquito”. Concluyó:

- Los operadores de telecomunicaciones requieren brindar nuevos servicios reutilizando la infraestructura existente pero, el mayor inconveniente es la velocidad a la que se requiere la información debido a la creciente necesidad de los usuarios por la obtención de servicios interactivos multimedia y de acceso a Internet de manera integrada y a bajos costos; las tecnologías xDSL han solucionado los problemas tanto de velocidad como de integración de servicios ya que es posible disponer de banda ancha manteniendo las comunicaciones de voz y datos con una única línea telefónica. Sin embargo, su principal dificultad es la distancia a la que se puede

brindar los nuevos servicios debido al ruido generado así como también el estado del cobre que impide servir con calidad. (p.110)

- A través de la tecnología FTTx (*Fiber to the...*) es posible brindar servicios interactivos de banda ancha, es decir servicios en los que la velocidad de transmisión *downlink* es superior a 2 Mbps además del acceso a redes IP de alta velocidad (p.111)
- La implementación de la fibra óptica en servicios *tripleplay* (voz, datos y video) de banda ancha permite alcanzar distancias de hasta 20 km y los problemas de ruido, atenuación e interferencia se minimizan debido a que ésta necesita como fuente de energía emisores de luz, no necesita repetidores y permite atender a una mayor cantidad de usuarios gracias a la multiplexación por división de longitud de onda. (p.111)
- Con todas las ventajas que ofrece la fibra óptica como medio de transmisión, las redes ópticas pasivas (PON) se han convertido actualmente en una de las mejores opciones tecnológicas para redes de acceso y se ha escogido la tecnología EPON ya que al utilizar protocolo Ethernet soporta tráfico pesado a altas velocidades de transmisión lo que permite brindar servicio de voz, datos y video que para ser servido con calidad requiere de un gran ancho de banda, además de la reducción de costos debido a que no utilizan elementos ATM y SDH.(p.111)
- La red de acceso es de vital importancia ya que es la que une al operador con el cliente y considerando que corresponde al 80% de inversión total de la red, los costos actuales de instalación, mantenimiento y operación son altos, la solución EPON reduciría

sustancialmente dichos costos debido a que las redes ópticas pasivas no requieren de componentes activos y permiten compartir la misma conexión.(p.111)

- La convergencia de voz, datos y video obliga a los operadores de servicios de telecomunicaciones a buscar soluciones que los ubique en una posición competitiva frente a sus similares siendo ésta tecnología una alternativa de ventaja tecnológica.(p.111)
- Los constructores de equipos brindan la posibilidad de instalar el diferente equipamiento *Outdoor* e *Indoor* de manera que el operador puede escoger la mejor opción de acuerdo a las necesidades de los clientes.(p.112)
- Debido a que es una tecnología nueva en nuestro mercado de telecomunicaciones, los costos de implementación y operación todavía son altos por lo tanto dicha tecnología está dirigida a un segmento de la población donde la plusvalía de inversión y desarrollo está garantizada. (p.112)

Mallama Narváez Edgar Armando (2013), realizó un “Estudio para la implementación del enlace de fibra óptica entre la subestación Jamondino y el centro local de control de Cedenar S.A.” Concluyó:

- Al establecer enlaces redundantes en un sistema de comunicación se aumenta el nivel de confiabilidad y disponibilidad en la transmisión de datos ya que inmediatamente ante una eventual falla de alguno de ellos, mediante la gestión de la red, entra a operar el otro. En el diseño de este enlace, el enlace operativo será el de fibra óptica, mientras que el radio enlace puede constituir como un enlace de



respaldo. (p.81)

- El análisis de la situación actual del sistema de comunicaciones de CEDENAR S.A. E.S.P. proporcionó una visión general de las características y prestaciones de la red existente, a partir de lo cual se obtuvo un criterio de análisis para la integración del nuevo enlace. (p.81)

- El análisis del tráfico a transportar para el diseño de un enlace de comunicaciones es muy importante, ya que permite establecer la capacidad y las características de los equipos y materiales a utilizar en el enlace. Además, se debe proyectar el tráfico que deberá soportar a futuro, estimado el ancho de banda que será requerido por futuras aplicaciones a implementar, así como también de los potenciales nuevos usuarios que harán uso del enlace implementado. (p.81)

- Para el correcto dimensionamiento del tráfico a manejar por cada uno de los enlaces es necesario establecer el nivel y el método de comprensión, tanto, para la voz como para el video sobre IP, el cual determinará la calidad y comportamiento de las aplicaciones mencionadas. (p.81)

- Al poseer CEDENAR SA el sistema de postes en toda el área de concesión lo más lógico fue plantear el tendido aéreo del cable de fibra óptica, tendido que presenta otro tipo de ventaja como su facilidad de instalación, menos costosa y sobre todo en caso de fallas en la transmisión de datos facilita mantenimiento y su bajo costo. (p.81)

- De los 12 hilos de fibra óptica sólo serán utilizados 2, dando la posibilidad de que en un futuro se establezcan nuevos servicios de telecomunicaciones para las comunidades aledañas a las instalaciones de CEDENAR SA, lo cual sería ideal, debido a la poca accesibilidad que se presenta en algunos de las dependencias. (p.81)
- El costo de fibra óptica aéreo tipo ADSS, entre otros factores depende de la distancia entre poste y poste, es decir, en los tamaños del vano, por lo que se recomienda que si se tiene pocos tramos demasiados largos es más conveniente desde el punto de vista económico, la inclusión de postes intermedios que si bien demanda costo, este es menor en comparación a la compra del cable aéreo de varios largos. (p.82)
- El enlace requerido pro CEDENAR SA fue catalogado como de media capacidad por lo que se determinó la utilización de fibra óptica monomodo que cumpla con la recomendación UIT-T G.625D, además, se cuenta con la recomendación UIT-T G959.1 que determina los aspectos operacionales de la interfaz física para el enlace de fibra óptica. (p.82)
- Los proyectos de inversión en las empresas públicas tienen otro tipo de objetivos en relación a las empresas privadas, ya que su razón de ser tien que ver con la mejora de servicios, sean estos sociales o de bienestar general. Por lo tanto, su evaluación va relacionada con el impacto que dicho proyecto genera en la sociedad o en la mejoría del servicio brindado por dicha empresa. (p.82)

### 2.1.2 Antecedentes nacionales

López Polo, Elliot Darwin (2016) presentó el “Diseño de una red de fibra óptica para la implementación en el servicio de banda ancha en Coishco (Ancash)”, concluyó:

- Se revisó, analizó y se investigó que a través de los años los servicios multimedia, internet, televisión digital y telefonía necesitan mayor ancho de banda. (p.125)
- Se pudo determinar que el uso de nuevas tecnologías tiene un ancho de banda standard necesario de 2,5 Gbps, entonces los habitantes de Coishco requieren aproximadamente este valor. (p.125)
- Se identifica los elementos de red para de manera precisa poder implementar posteriormente esta red de fibra óptica para el hogar. (p.125)
- Se halló la pérdida de potencia de 24,55 dB en el cual ese valor indica que los usuarios más alejados van a contar con servicios de banda ancha. (p.125)

Victoria Farías Nicolas Humberto Luna (2016) presentó el trabajo “Diseño, estudio de factibilidad y simulación de un sistema de ingeniería de comunicaciones para llevar teleeducación al centro poblado de chacaya de la provincia de Huarochirí haciendo uso de la red dorsal nacional de fibra óptica”. Concluyó:

- Con el avance y eficiencia cada vez mayor de los códecs, es posible transportar cada vez mayor calidad de video con un menor consumo de ancho de banda. (p.85)

- Para un requerimiento poco exigente de ancho de banda, el transporte mediante microondas es lo más recomendable, comparado a la fibra óptica. (p.85)
- Para la última milla, existe un abanico de posibilidades, dependiendo del enfoque que se le quiera dar. (p.85)
- La zona accidentada de nuestro país representa un gran desafío para llevar la comunicación. (p.85)
- Un gran impedimento que causa incremento de costos es la falta de fluido eléctrico en las localidades. (p.85)
- La realización de los proyectos para zonas rurales tiene un gran problema: el costo-beneficio. (p.85)
- Muchos de los proyectos no se llevan a cabo por ignorancia de los gobiernos locales y regionales. (p.85)

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 Radioenlace**

Es el servicio de un sistema de comunicación entre puntos fijos situados sobre alguna superficie, que proporcionan una capacidad de información, con características de calidad y disponibilidad determinada, estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz.

Establecen conceptos de comunicación del tipo dúplex, donde se deben transmitir dos portadores moduladas una para la transmisión y otra para la recepción. Pedro Ruesca (2016, Sep 25). Radio comunicaciones. Recuperado de <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/radio-enlace-que-es-un-radioenlace>

### 2.2.2 Microondas

Son aquellas ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van desde los 500 MHz hasta los 300 GHz, por esta razón, las señales de microondas a causa de sus altas frecuencias tienen longitudes de onda relativamente pequeñas, de ahí el nombre de “micro” ondas.

Se usa el espacio aéreo como medio físico de transmisión (ver figura 2.1). La información se transmite en forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud, se direccionan múltiples canales a múltiples estaciones dentro de un enlace dado o establecer enlaces punto a punto. Radio enlaces terrestres (p.2). Recuperado [http://www.redtauros.com/Clases/Medios\\_Transmision/04\\_Radioenlaces\\_Terrestre\\_Microondas\\_.pdf](http://www.redtauros.com/Clases/Medios_Transmision/04_Radioenlaces_Terrestre_Microondas_.pdf)

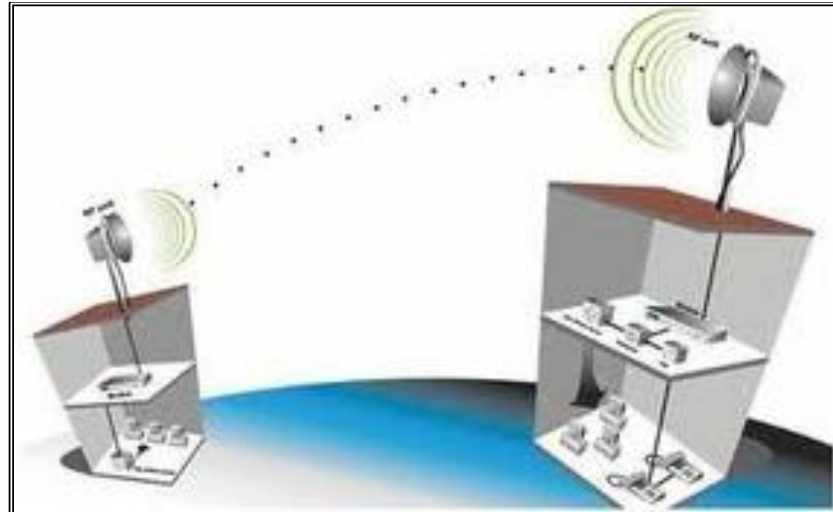


Figura N° 2.1 Enlace microondas  
Fuente: Radio enlace de 2.4 GHz - <https://incared.net/2015/07/28/radio-enlace>

### 2.2.3 Redes de Acceso

Estas redes son las más cercanas a los usuarios finales y están en los extremos de la MAN, se caracterizan por sus distintos protocolos,

estructuras y velocidades. Los usuarios son desde usuarios residenciales a grandes empresas e instituciones.

Al mismo tiempo estas redes requieren continuar soportando las redes antiguas y sus protocolos. Estas redes canalizan el tráfico dentro del dominio metropolitano (entre empresas, oficinas, y áreas metropolitanas) y entre los puntos de presencia (nodos). Natalia Pignataro, José Acuña (2017). Introducción a Redes de Acceso. Recuperado de [https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/174356/mod\\_resource/content/1/Introduccion%20a%20redes%20de%20acceso\\_2017.pdf](https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/174356/mod_resource/content/1/Introduccion%20a%20redes%20de%20acceso_2017.pdf).

#### 2.2.4 Fibra Óptica

Es un medio de transmisión, utilizado en redes de datos, consistente en un hilo fino que transporta rayos de luz, el material con el que está construido puede ser de plástico, vidrio o silicio, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda encerrado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión en función de la Ley de Snell.

La fibra óptica te permite enviar gran cantidad de datos a una gran distancia (ver figura 2.2.), con velocidades similares a las de radio y superior a las de cable convencional, son inmunes a las interferencias electromagnéticas es por este motivo que se usa ampliamente en las telecomunicaciones. E. García, (2009) Telefonía con Fibra Óptica.

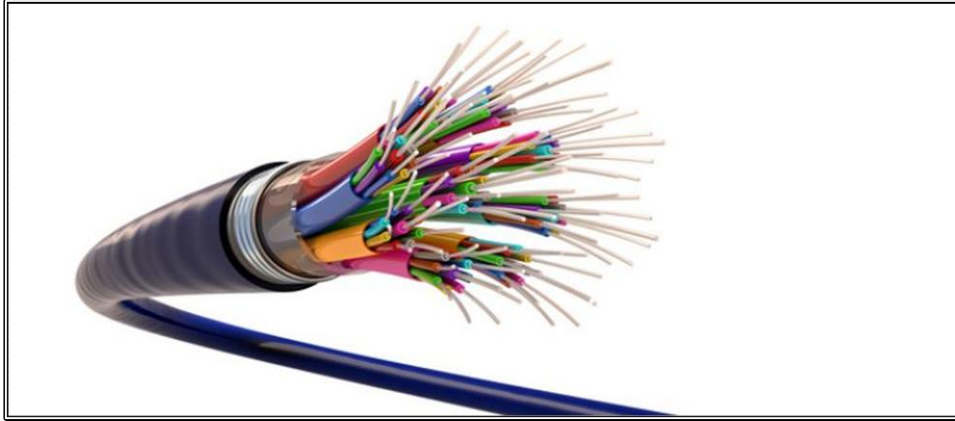


Figura N° 2.2 Fibra óptica

Fuente: <https://blog.selfbank.es/como-aprovechar-el-asalto-de-las-low-cost-al-sector-de-la-fibra-optica/>

#### 2.2.4.1 Tipos:

- Fibra Monomodo

Es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) y solamente permite viajar al rayo óptico central. Son ideales para transmitir a largas distancias con el mayor ancho de banda. Poseen una menor atenuación que las fibras multimodo. Se dispone de fibra monomodo para las longitudes de onda óptica de 1310 nm y 1550 nm (p15).

- Fibra Multimodo

La fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Es utilizada para distancias menores a 2 Km. El ancho de banda es más dependiente de su longitud.

Es adecuada para longitudes de onda de 850 nm y 1310 nm. El núcleo tiene un índice de refracción superior, pero del mismo orden de la magnitud, que el revestimiento, debido al gran tamaño del núcleo de la fibra multimodo es más fácil de conectar.

Dependiendo el tipo de índice de refracción del núcleo, tenemos los siguientes:

- Índice escalonado: Es este tipo de fibra, el núcleo tiene un índice de refracción constante en toda la sección cilíndrica, tiene alta dispersión modal.
- Índice gradual: Mientras en este tipo, el índice de refracción no es constante tiene menor dispersión modal y el núcleo se constituye de distintos materiales.

En la figura 2.3 se observa el comportamiento del haz de luz de ambos tipos de fibra, también se observa el grosor del núcleo y el revestimiento de la fibra (p.16).

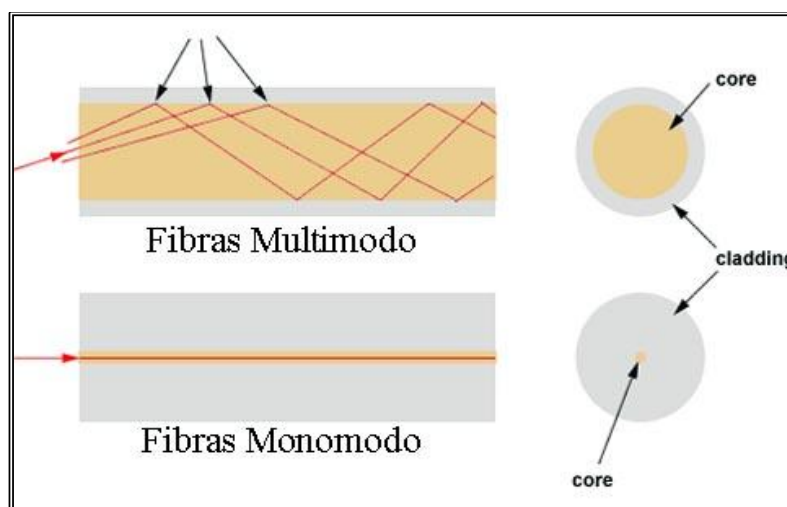


Figura N° 2.3 Fibra Monomodo y Multimodo

Fuente: <https://www.cablesyconectoreshoy.com/historia-de-la-fibra-optica-ii/>



### 2.2.5 Primera Generación de las Redes Ópticas

La necesidad de incrementar la velocidad de los servicios y la capacidad de tener canales libres de ruido para la comunicación hicieron que las redes ópticas fueran atractivas para las empresas de telecomunicaciones. La fibra se hizo necesaria para la transmisión de datos con velocidades de unas cuantas decenas de Mbps sobre distancias que excedían de kilómetro. Las características básicas de la primera generación de redes ópticas son:

- La fibra óptica sólo es visto como un medio más de transmisión
- Es usado con una longitud de onda simple.
- Todos los conmutadores y procesadores son manejados por la electrónica

Estas redes son muy populares y las más conocidas son las redes SONET/SDH y empezaron a usarse ampliamente en los años 80. Su propósito es maximizar la capacidad de la infraestructura de los tramos largos de fibra, su punto de máximo desarrollo fue con la utilización de la multiplexación densa de longitud de onda (DWDM). E. García, (2009) Telefonía con Fibra Óptica (p46).

### 2.2.6 Segunda Generación de Redes Ópticas

En esta generación se podrá notar que se incorporan muchas de las funciones de ruteo y conmutación que previamente estuvieron en manos de la electrónica en la parte óptica de la red, esta generación ha sido introducida para vencer los obstáculos básicos de la conectividad, también expanden su capacidad con la introducción de los conceptos de

topología básicas incluyendo anillos y mallas simples. Este tipo de redes encuentra aceptación en las redes Metro donde la fibra es usualmente desplegada en anillos. E. García, (2009) Telefonía con Fibra Óptica (p.47).

### 2.2.7 Tercera Generación de Redes Ópticas

Esta generación se caracteriza por ofrecer gestión dinámica de las longitudes de onda directamente en el dominio óptico, proporcionando ventajas significativas con respecto a la segunda generación de redes. Asimismo, el número de canales es mayor y existe una monitorización de prestaciones más sofisticadas que se realiza sobre cada canal óptico. Por medio del láser sintonizable y filtro junto con las tarjetas de interfaz de múltiples velocidades, se puede realizar la gestión dinámica de longitudes de onda en el dominio óptico de una forma rápida y eficiente. Sin embargo la clave para ganar clientes consiste en su habilidad para proporcionar nuevos servicios o cambiar la capacidad de los existentes de forma rápida. E. García, (2009) Telefonía con Fibra Óptica (p48).

### 2.2.8 Código de Colores

Cada fabricante varía el código de fibra, lo importante es identificar los colores como se observa en la tabla 2.1. ya que esto nos permite tener un mayor manejo de la información y llevar un mejor control sobre nuestra transmisión de datos, es importante que todo técnico e ingeniero conozca el código de colores.

Tabla 2.1 Código de colores de una Fibra Óptica de 24 hilos

Colores para Fibras Individuales (según estándar TIA-598-C)			
Posición	Color	Posición	Color
1	Azul	13	Azul con línea negra
2	Naranja	14	Naranja con línea negra
3	Verde	15	Verde con línea negra
4	Marrón	16	Marrón con línea negra
5	Gris	17	Gris con línea negra
6	Blanco	18	Blanco con línea negra
7	Rojo	19	Rojo con línea negra
8	Negro	20	Negro con línea amarilla
9	Amarillo	21	Amarillo con línea negra
10	Violeta	22	Violeta con línea negra
11	Rosa	23	Rosa con línea negra
12	Turquesa	24	Turquesa con línea negra

Fuente: <http://wifero.blogspot.com/2016/06/el-codigo-de-colores-de-la-fibra.html>

### 2.2.9 Conectores

Para la utilización de los conectores de fibra óptica, debemos tener en cuenta que su uso en instalaciones de edificios, oficinas y hogares, aplicación de planta interna o externa, son considerados el enlace más débil en un sistema de fibra óptica, porque pueden ocurrir pérdidas de señal. Por lo tanto, para que los cables de fibra óptica tengan un rendimiento excepcional, se necesitan conectores bien diseñados y buenas terminaciones. E. García, (2009) *Telefonía con Fibra Óptica*.

Todos están integrados por estos tres mecanismos:

- Férula: Componente más importante de los conectores de fibra óptica ya que es la encargada de sujetar, proteger y alinear la fibra de vidrio. Las férulas usualmente son hechas con cerámicas y plástico o metal de alta calidad.
- Mecanismo de acoplamiento: Mantiene el conector en su lugar cuando está conectado a otro dispositivo.

- Cuerpo: Es la estructura que sostiene la férula, el mecanismo de acoplamiento y la bota, hecho de plástico o metal.

#### 2.2.9.1 Tipos de conectores:

- SC (Standard Connector)

Fue creado a mediados de los 80 por una empresa de telecomunicaciones, pero no fue muy usado en sus inicios ya que consideraba muy costosos, Tiene una pérdida de inserción de 0.25 dB y están calificados para soportar 1000 ciclos de conexión y desconexión. Ver figura 2.4. (p 43).

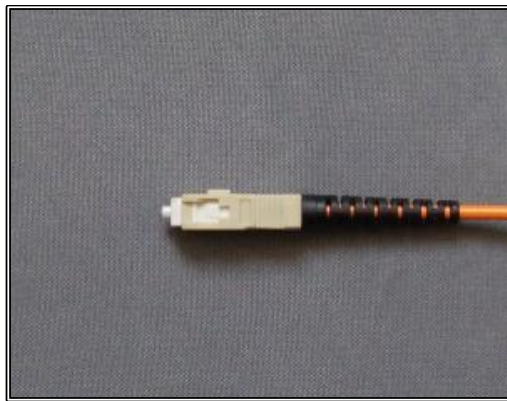


Figura N° 2.4 Conector SC

Fuente: <https://www.fibraoptica hoy.com/blog/conectores-de-fibra-optica/>

- LC (Lucen Connector)

Conocida también como Little Connector, utilizado en aplicaciones mono modo ya que tiene un excelente rendimiento y puede ser terminado a manera sencilla, su pérdida de inserción típica de 0.1 dB, su uso se realiza en paneles y rack, fibra hasta la casa, distribución de edificios, redes de área local, redes de procesamiento de data y sistemas de TV por cable. Ver figura 2.5. (p.43)

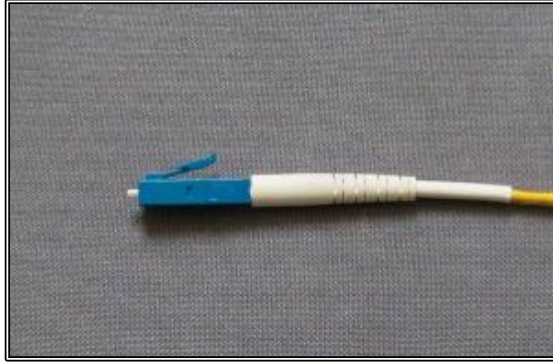


Figura N° 2.5 Conector LC

Fuente: <https://www.fibraopticahoy.com/blog/conectores-de-fibra-optica/>

- ST (Straight tip)

Desde su creación siguen siendo usados en los sistemas de redes, tienen una pérdida de inserción de 0.25 dB, utilizado en aplicaciones de corta y larga distancia como campus o red corporativas y en aplicaciones militares. Ver figura 2.6. (p.43).



Figura N° 2. 6 Conector ST

Fuente: <https://www.fibraopticahoy.com/blog/conectores-de-fibra-optica/>

- FC (Ferrule Connector)

Como su nombre lo indica es un conector con una férula de cerámica de 2.5 mm que se mantiene en su lugar con un sistema de rosca, disponibles para fibra multimodo y monomodo, su principal uso es en el entorno de alta vibración

debido a su sistema de rosca con una pérdida de inserción de 0.3dB.Ver figura 2.7 (p.43).

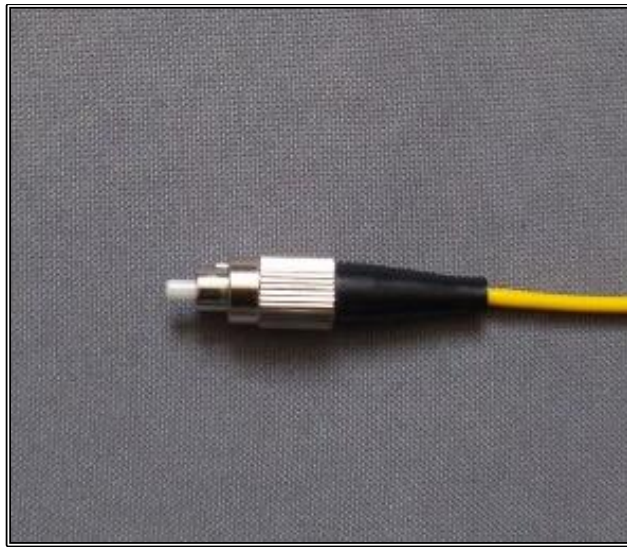


Figura N° 2.7 Conector FC

*Fuente:* <https://www.fibraoptica hoy.com/blog/conectores-de-fibra-optica/>

#### 2.2.10 OTDR (Reflectómetro Óptico en el Dominio de Tiempo)

Es un aparato que puede evaluar las propiedades de una fibra o de un enlace completo, detecta de forma muy rápida pérdidas, fallas y la distancia entre sucesos.

Para realizar su función, el OTDR (ver figura 2.8) inyecta en la fibra bajo análisis una serie de pulsos ópticos, también extrae, del mismo extremo de la fibra, luz que ha sido dispersada y reflejada de vuelta desde puntos de la fibra con un cambio en el índice de refracción.



Figura N° 2. 8 Equipos OTDR

Fuente: <https://www.lasercomponents.com/de-en/product/compact-otdr>

La OTDR muestra diferentes eventos que se produce en un enlace de fibra óptica, la figura 2.9, nos muestra una traza de 2 eventos donde apreciamos dos reflexiones y una atenuación.

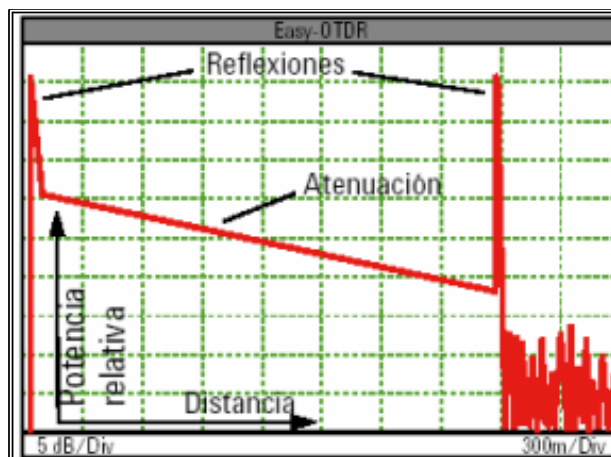


Figura N° 2.9 Traza del OTDR con solo una reflexión

Fuente: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/alonso\\_a\\_jp](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp)

- La figura 2.10 la traza en la OTDR nos muestra 5 eventos con sus dos atenuaciones y un ruido.

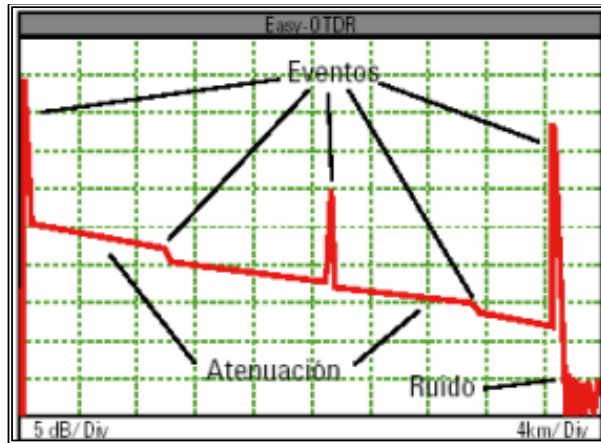


Figura N° 2.10 Traza de sucesos entre 2 puntos  
 Fuente: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/alonso\\_a\\_jp](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp)

- La figura 2.11 nos muestra la traza de la OTDR con la existencia de ruido en el enlace de fibra óptica

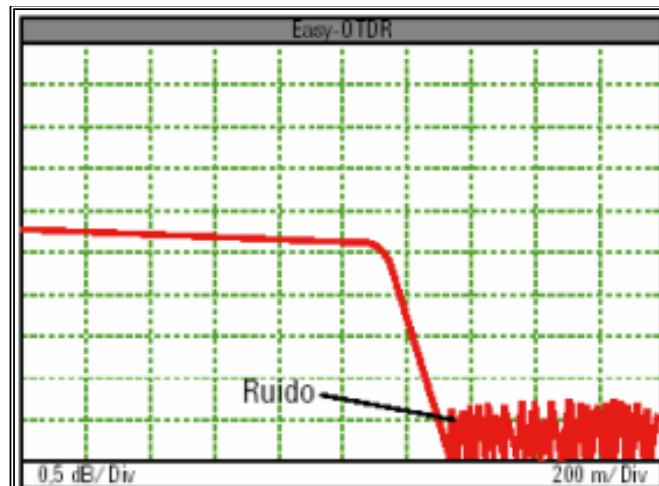


Figura N° 2.11 Ruptura de una fibra  
 Fuente: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/alonso\\_a\\_jp](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp)

- En la figura 2.12, observamos la traza de la OTDR con la existencia de una reflexión por conexión en el enlace.



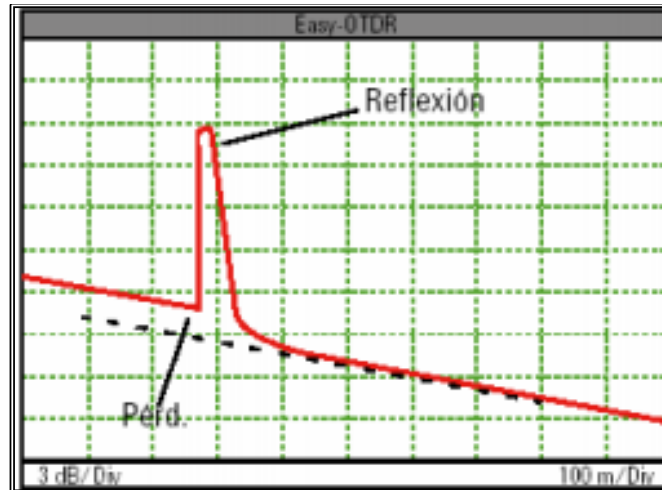


Figura N° 2.12 Reflexión por conexión  
 Fuente: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/alonso\\_a\\_jp](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp)

- En la figura 2.13, observamos la traza de la OTDR donde existe la pérdida de empalme por fusión.

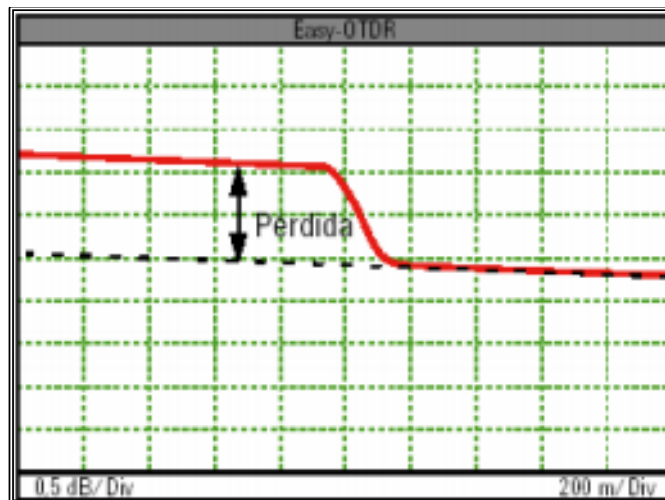


Figura N° 2.13 Pérdida de empalme por fusión  
 Fuente: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/alonso\\_a\\_jp](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp)

- En la figura 2.14 observamos la traza de la OTDR donde existe la ganancia de empalme por fusión.

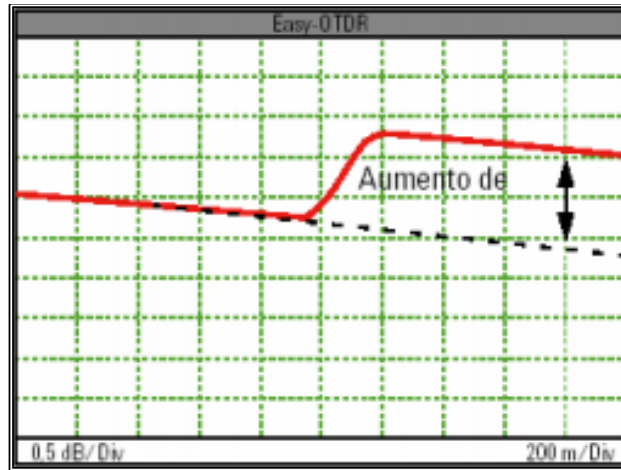


Figura N° 2.14 Ganancia por empalme por fusión  
 Fuente: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/alonso\\_a\\_jp](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp)

- En la figura 2.15 observamos la traza de la OTDR donde existe fisura de fibra óptica.

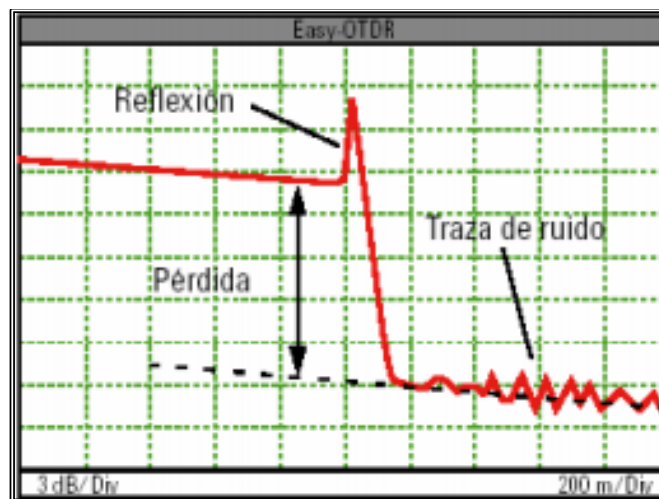


Figura N° 2.15 Fisura de una fibra  
 Fuente: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/alonso\\_a\\_jp](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/alonso_a_jp)

### 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

1. Nodo: Son estaciones que están conectados a un medio común de alta velocidad y cada nodo recibe todas las transmisiones (como en una barra o un anillo) pero solamente acepta aquellos mensajes o paquetes dirigidos a él. J. Briceño Márquez (2005). Transmisión de datos (p.380).

2. Comunicación Full Dúplex: Es un canal de comunicación que es capaz de operar en ambas direcciones simultáneamente. Las velocidades de transmisión en cualquier dirección son siempre las mismas. J. Briceño Márquez (2005). Transmisión de datos (p.127).
3. Comunicación Half Duplex: Es un canal de comunicaciones que es capaz de operar en ambas direcciones pero no simultáneamente; la dirección de transmisión es reversible, las velocidades de transmisión en cualquier dirección son siempre las mismas. J. Briceño Márquez (2005). Transmisión de datos (p.126).
4. Longitud de onda: Distancia entre dos crestas sucesivas entre dos crestas sucesivas en un instante de tiempo determinado, esta depende de la frecuencia de la onda y de la velocidad con que se propague. M. España Boquera (2005). Comunicaciones ópticas.
5. WAN (Wide Area Network): Estructura de red que interconecta nodos de acceso o puntos de presencia geográficamente disperso, tanto a nivel regional, nacional o internacional. J. Briceño Márquez (2005). Transmisión de datos (p 329)..
6. MAN (Metropolitan Area Network): Sistema de red que puede proveer facilidades de conmutación (switching) a alta velocidad (100 o más Mbps) a distancias típicas propias de un área metropolitana. J. Briceño Márquez (2005). Transmisión de datos (p 380).
7. LAN (Local Area Network): Red de datos de recursos compartidos que permite que un número de dispositivos independientes y no homogéneos pueden comunicarse entre sí, estas redes están confinadas en áreas geográficas relativamente pequeñas. J. Briceño Márquez (2005). Transmisión de datos (p 348).

8. Protocolos: Permite a un computador o usuario compartir recursos de comunicación a través de una red o red de redes (Internet). Este conjunto de protocolos puede ser implementado por hardware, software o una combinación de ambos. J. Briceño Márquez (2005). Transmisión de datos (p 214).
9. Redes SONET / SDH: Es un conjunto de estándares para la transmisión o transporte de datos síncronos a través de redes de fibra óptica. Aunque ambas tecnologías sirven para lo mismo, tienen pequeñas diferencias técnicas, de manera semejante con el T1 y el E1. SONET, por su parte, es utilizada en Estados Unidos, Canadá, Corea, Taiwan y Hong Kong; mientras que SDH es utilizada en el resto del mundo. Los estándares de SONET están definidos por la ANSI (American National Standards Institute) y los SDH por la ITU-T (International Telecommunications Union).
10. DWDM: Es una técnica de la transmisión por fibra óptica que emplea diferentes longitudes de onda para transmitir datos, voz y video a través de una sola fibra. Este sistema asigna canales ópticos entrantes a las frecuencias específicas de luz (longitudes de onda, o lambdas) que proceden de diferentes fibras ópticas, dentro de una cierta banda de frecuencia y luego las une convirtiéndolas en un solo haz de luz. L. Estepa Monzón (2010). DWDM, Introducción a la tecnología e implementación en Cuba (p. 20).
11. Manga: Técnicamente denominada caja de empalme o caja terminal óptica, se trata de un armario en la cual mediante bandejas se almacenan los divisores de segunda etapa, las terminaciones de fibra óptica (tanto entrantes como salientes), y los empalmes que unen a ambos. Cada empalme, latiguillo de fibra o divisor se almacena en una bandeja y se irán

realizando los empalmes conforme se abonen usuarios al servicio, pero el cable vertical se despliega en el momento de la instalación. J. Prieto Zapardiel (2014). Diseño de una red de acceso (p. 69).

12. ODF: Distribuidor de fibra óptica, facilita la centralización, interconexión y derivación de cables de F.O., está diseñado para combinar altas densidades de fibras con facilidad de utilización, seguridad y sencillez de mantenimiento. Conectronica, recupera de <https://www.conectronica.com/fibra-optica/cajas-de-distribucion/armarios-de-distribucion-optica-odf>
13. Patch cord: Es un cable de enlace que permite la interconexión entre los ODF y los equipos de comunicación. Nexus technology, recuperado de <http://www.nexus.com.pe/productos/patch-cords-6/>
14. Media converter: Llamado convertidor de medio, es un dispositivo electrónico que se encarga de convertir el haz de luz que viaja por la fibra óptica a electrones que viajara por cable UTP. Computercablesstore, recuperado de <https://www.computercablestore.com/gigabit-ethernet-fiber-media-converter-utp-to-1000base-lx-st-multimode-550m-13001310nm>

### CAPITULO III

#### DESARROLLO DEL OBJETIVO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA

##### 3.1 ENLACE MICROONDAS OBSTACULIZADO

La Empresa Teoma Corp SAC cuando inicio su negocio en la fabricación de productos nutracéuticos solicitó un servicio de interconexión de datos a través de un enlace microondas, con el pasar de los años las nuevas construcciones que se desarrollan en esta zona industrial obstaculizan la línea de vista del enlace (ver figura 3.1). Esto trae como consecuencia interferencia en su red de comunicación.



Figura N° 3.1 Línea de vista obstaculizada  
*Fuente:* Elaboración propia

### **3.2 DISEÑO DEL NUEVO ENLACE A TRAVÉS DEL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR LA RED DE COMUNICACIÓN DE LA EMPRESA TEOMA CORP SAC UBICADO EN EL DISTRITO DE LURÍN-LIMA.**

Para el diseño de este nuevo enlace se tiene que analizar la ruta más óptima para para el despliegue de la fibra óptica desde el nodo proveedor hasta la empresa Teoma Corp SAC, para este diseño se necesita realizar una visita técnica, en la cual el inspector de campo medirá los metros a usar de fibra óptica, observará la infraestructura de planta externa para realizar el despliegue de la fibra analizando la cantidad de postes de concreto de alumbrado público que se encuentran en buenas condiciones listos para ser usados en el tendido.

De encontrarse con postes en mal estado el inspector de campo puede proyectar postes que luego serán instalados para el paso de la fibra óptica hasta llegar al gabinete de Teoma Corp, estos postes proyectados tendrán que ser instalados a una distancia de 50 metros aproximadamente, para saber cuánto serán los metros de fibra óptica y/o la proyección de postes a instalar es necesario que en la visita técnica el inspector cuente con una rola o rueda métrica.

Para realizar el diseño del tendido de fibra óptica desde el nodo proveedor hacia la empresa se cumple un proceso el cual empieza desde una visita en campo, las fusiones de hilos de la fibra óptica a utilizar hacia la empresa y los permisos a la Municipalidad para la ejecución de obras civiles (instalación de postes y canalizado) a continuación se explica detalladamente cada proceso:

### 3.2.1 Visita Técnica:

Se envía a un inspector de campo, el cual es una persona con experiencia en el diseño del tendido de la fibra, él es el encargado de la búsqueda de la mejor ruta para el diseño, el inspector lleva los siguientes instrumentos para el estudio:

#### - PLANOS DE CATASTRO

Se le asigna un plano en formato CAD con las calles y avenidas por donde podría recorrer la fibra, este plano tiene la ubicación del nodo y de la empresa para el análisis, el inspector es el encargado de imprimir este plano en formato A3 y llevarlo a campo para el estudio. (ver figura 3.2).

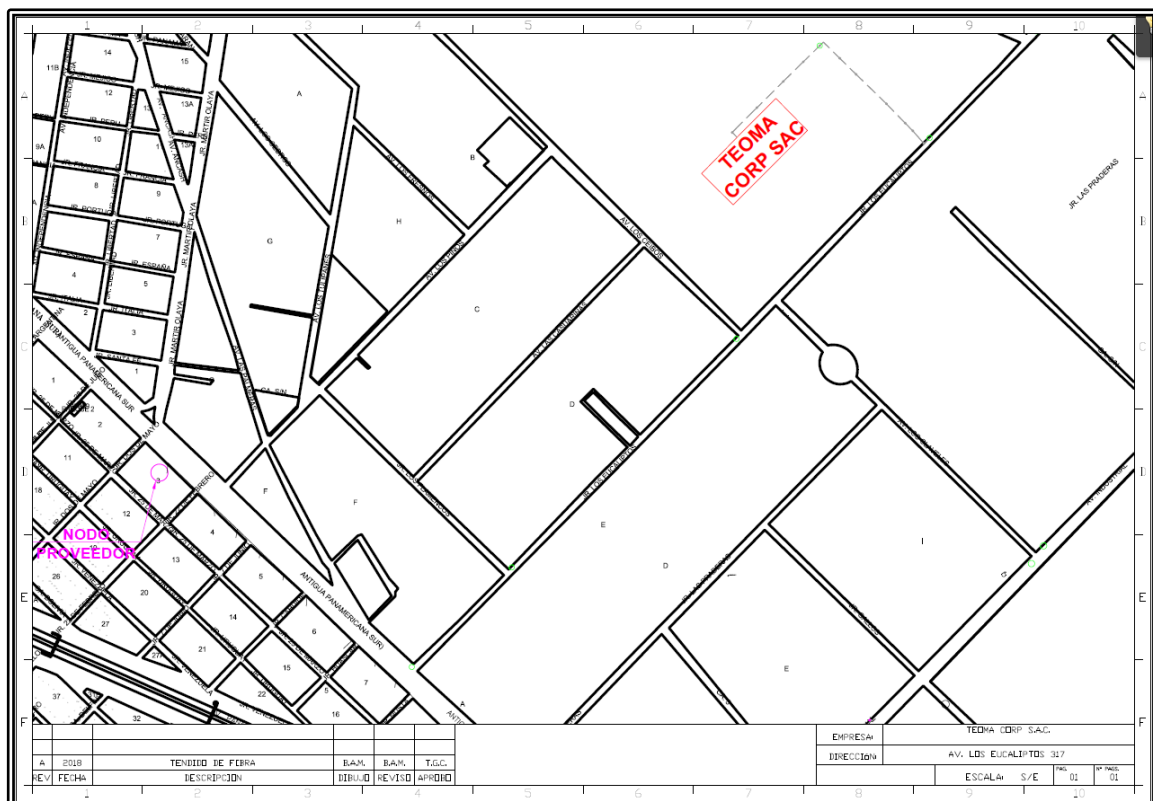


Figura N° 3.2 Plano Nodo – Empresa  
Fuente: Elaboración propia



- ACTA DE VISITA

Es un documento donde tiene que firmar el contacto de la Empresa Teoma Corp SAC, ya que en dicho documento se indicará el recorrido interno de la fibra hacia la empresa, el lugar donde se ubicarán los equipos, el tipo de servicio que está solicitando y la cantidad de ancho de banda.

- ROLA:

Como se observa en la figura 18, la rola es un instrumento que sirve para tener la distancia exacta por donde recorrerá la fibra, también para la instalación de postes a cada 50 metros y tener la cantidad exacta de la distancia del canalizado a ejecutar.



Figura N° 3.3 Rola o rueda métrica  
*Fuente:* Elaboración propia

- CÁMARA FOTOGRÁFICA

Su uso es importante para elaborar un informe técnico sobre el diseño del tendido de la fibra óptica.

### 3.2.2 Elaboración del Informe Técnico

- REPORTE FOTOGRÁFICO

Este se debe realizar desde la última mufa o manga que se proyecta (ver figura 3.4) para el ingreso de la fibra hacia la empresa, se toma las respectivas fotos hasta el lugar donde se ubicarán los equipos.

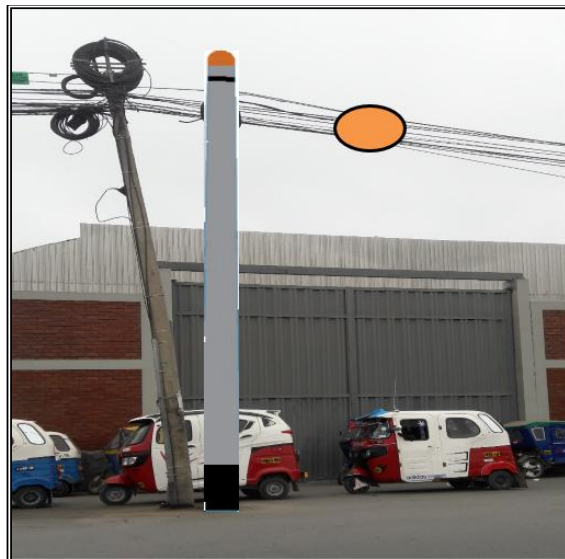


Figura N° 3.4 Manga proyectada  
*Fuente: Elaboración propia*

Como se observa en la figura 3.5, para el ingreso a la empresa Teoma Corp SAC debe de ser de forma subterránea, ya que esta cuenta con ductos y cámaras existentes dentro del local para el ingreso de la fibra, la distancia desde el poste proyectado hasta la cámara también proyectado tiene una distancia de 25 metros.



Figura N° 3.5 Proyectamos canalizado  
*Fuente: Elaboración propia*

#### - PLANO DE DISEÑO PEX

En este documento se incluye la información completa de planta externa, es decir el diseño externo total por donde se realizará el despliegue de la fibra óptica desde el nodo proveedor hasta la empresa Teoma Corp,

En la figura 3.6, se observa el plano con los trabajos para que sea ejecutado por el área obras civiles como la cantidad de postes a instalar (de color rojo) y la proyección de canalizado a ejecutar para interceptar el buzón de telecomunicaciones de la empresa.

También se tendrán los datos para su respectiva instalación externa, como los metros de fibra óptica que se van a usar para el tendido externo y la cantidad de cajas de empalme para sus respectivas fusiones.

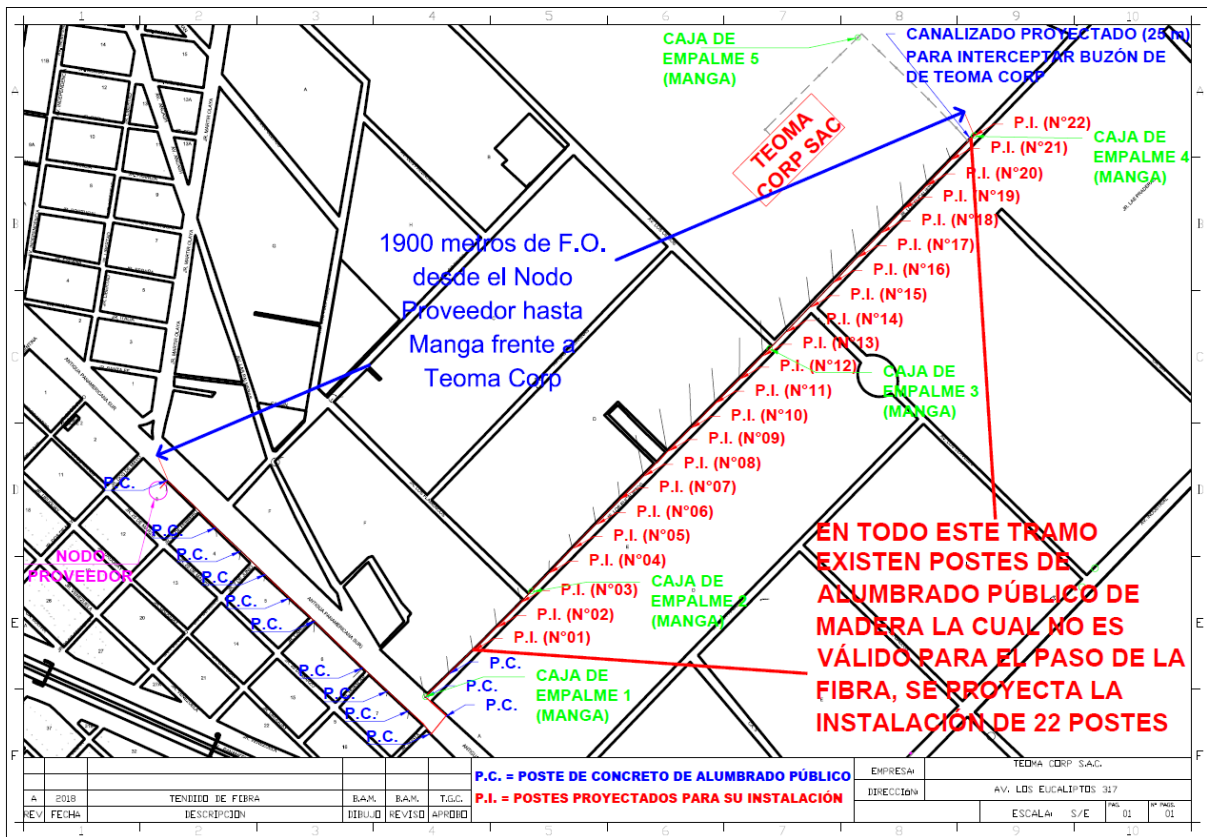


Figura N° 3 6 Diseño de PEX  
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3 Determinación de los Parámetros Técnicos de los Equipos

De acuerdo con las características del enlace, la UIT-T elaboró la recomendación G. 959.1: “Interfaz de capa física de red de óptica de transporte, para el establecimiento de los parámetros técnicos requeridos por los equipos que formarán parte del enlace”

La recomendación UIT-T G. 959.1 tiene la interfaz 2.5 Gbps para el enlace monomodo, para nuestro diseño trabajaremos con una fibra que cumpla con la recomendación G.652.D la cual puede operar satisfactoriamente sobre la segunda (1310nm) y tercera (1550nm) ventana de transmisión.

La distancia para nuestro enlace es media, por lo que utilizaremos una fibra con una transmisión en 1310nm ya que será suficiente para satisfacer las necesidades de este proyecto. Por esta misma razón, no será necesario incluir amplificadores ópticos intermedio, además, porque estos, en su mayoría trabajan en la tercera ventana, lo que obligaría a que la transmisión se realice sobre dicha ventana.

Por lo anterior, se concluye trabajar sobre la interfaz P1S1-1D1 la cual es la interfaz óptica recomendada por la UIT-T G.959.1 para enlaces de fibra óptica que operan en los 1310nm y cumple la recomendación G.652 (ver tabla 3.1).

Tabla 3.1 Especificaciones técnicas de la interfaz óptica P1S1-1D1 de la recomendación UIT-T

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALORES
Velocidad binaria	Gbps	2.5
Tipo de fibra	-	G.652.D
TRANSMISOR S		
Tipo de transmisor	-	SLM (láser de modo logitudinal)
Potencia máxima	dbm	0
Potencia mínima	dBm	-5
TRAMO ÓPTICO ENTRE EL TRANSMISOR S Y EL RECEPTOR R		
Atenuación máxima	dB	11
Atenuación mínima	dB	0
Máxima dispersión cromática en el límite superior de longitud de onda	ps/nm	$\pm 140$
Máxima potencia de entrada	dBm	0
Sensibilidad mínima	dBm	-26
VER	-	$10^{-12}$

Fuente: E. Mallama Narváez, (2013), "Estudio para la implementación del enlace de fibra óptica entre la sub-estación Jamondino y el centro local de control de cedonar S.A. E.S.P."

### 3.2.4 Cálculo Generales para el Enlace de Fibra Óptica

Para garantizar que un enlace de fibra óptica se encuentre correctamente dimensionado se debe cumplir la siguiente relación que incluye todos los parámetros que influyen en la atenuación total del enlace:

Según E. Mallama Narváez, en su libro “Estudio para la implementación del enlace de fibra óptica entre la sub-estación Jamondino y el centro local de control de cedenar S.A. E.S.P.” publicado el 2013, nos indica la siguiente fórmula:

$$P_T - n * \alpha_C - \alpha * D - \alpha_e * N_e - M_C - M_e \geq P_R$$

Ecuación 1. Potencia de recepción mínima

Donde:

$P_T$  = Potencia de transmisión (dB)

$n$  = Número de conectores de extremo a extremo del enlace

$\alpha_C$  = Atenuación debida al conector utilizado en la interfaz (dB)

$\alpha$  = Atenuación debida a la longitud de la fibra óptica (dB/Km)

$D$  = Longitud efectiva de fibra óptica (Km)

$\alpha_e$  = Atenuación debida a los empalmes (dB)

$N_e$  = Número de empalmes

$M_C$  = Margen de seguridad del cable de fibra óptica (dB)

$M_e$  = Margen de interfaz óptico de transmisión (dB)

$P_R$  = Potencia de recepción mínima (dBm)

Para los extremos del enlace se usarán conectores LC que son los empleados generalmente para la transmisión de datos, los cuales introducen pérdidas de 0.4 dB cada uno. Cabe señalar que para cada extremo del enlace se cuenta con cable patch cord, el cual servirá para la conexión con los equipos activos del sistema, por lo tanto, para el enlace se tiene la existencia de 2 conectores.

El margen de reserva para los equipos por envejecimiento y condiciones ambientales está en el orden de 0.1 a 0.6 dB/Km, se tomará como referencia para el cálculo el valor de 0.6 dB/Km para el margen de reserva que constituye el peor de los casos. Y el margen de seguridad para los cables debido a futuras reparaciones está entre 1 y 2 dB. Como la distancia del enlace requerido es de 2.5 kilómetros aproximadamente en su mayoría van a presentarse atenuaciones en el orden de los 2 a 3 dB.

En la actualidad, cuando se requiere la inclusión de empalmes a lo largo del trayecto de la fibra se utiliza la técnica de fusión, la cual incluye pérdidas de 0.3 dB. Cuando este es el caso, se debe incluir elementos de encapsulado, los cuales protegen a los empalmes de los esfuerzos y de la contaminación.

Ahora bien, la distancia que recorrerá la fibra óptica será de 2.5 km y se utilizarán 4 empalmes ya que se instalarán 4 mufas o cajas de empalme, entonces para el cálculo de la atenuación se tiene:

$$P_T - n * \alpha_C - \alpha * D - \alpha_e * N_e - M_C - M_e \geq P_R$$

$$-5(dBm) - 2 * 0.5(dB) - 0.4 * 2.5(km) - 0.3(dB) * 4 - 2(dB) - 3(dB) \geq -26(dBm)$$

$$-13.2(dBm) \geq -26(dBm)$$

Por lo tanto, al ser la potencia recibida mayor que la sensibilidad del receptor, el enlace es satisfactorio.

Para nuestro proyecto utilizaremos un cable de fibra óptica en el rango de los 1310nm de longitud de onda, cuyo coeficiente de dispersión cromática posee valores de 4 o 5  $ps/nm.Km$ . De acuerdo a la norma G562.D, el máximo valor para el coeficiente de dispersión cromática es de  $5.3^{ps}/nm.Km$ . Ahora de acuerdo a la recomendación de la UIT-T G.959.1 se sugiere la utilización de fuentes de láser de 5nm para aumentar el ancho de banda del enlace.

De acuerdo a E. Mallama Narváez, en su libro “Estudio para la implementación del enlace de fibra óptica entre la sub-estación Jamondino y el centro local de control de cedonar S.A. E.S.P.” publicado el 2013, nos indica la siguiente fórmula para hallar el ancho de banda:

$$AB = \frac{0.5}{D * W_C * \Delta\lambda}$$

Donde:

- $D$  = Distancia del enlace (Km)
- $W_C$  = Coeficiente de dispersión cromática de la fibra óptica  
( $ps/nm.Km$ )
- $\Delta\lambda$  = Ancho espectral del láser (nm)



Reemplazando datos tenemos la siguiente ecuación.

$$AB = \frac{0.5}{2.5(km) * 5.3(\frac{ps}{nm.Km}) * 5(nm)}$$
$$AB = 7.5Mhz$$

Este valor es teóricamente, el ancho de banda que se dispondrá para el enlace bajo las condiciones de infraestructura y planificación de la red. Cabe mencionar que el cálculo efectuado tiene que ver con el ancho de banda que se dispondrá en el enlace y no con el ancho de banda requerido.

### 3.2.5 Hoja de Empalmes desde el Nodo hacia la Empresa

En esta parte del diseño se analiza las fusiones que se realizarán en la instalación para brindar el servicio, para este diseño será necesario instalar mangas o también conocido como mufas, la instalación de las mangas ayudará a tener una mejor infraestructura de red hacia nuestro cliente Teoma Corp SAC (ver figura 3.7).

Esta asignación consiste en la instalación de una fibra monomodo de 96 hilos del cual saldrá del nodo proveedor hacia la empresa, en el recorrido se instalarán otras mangas las cuales se fusionarán con otras fibras ópticas para poder realizar el nuevo enlace para la Empresa Teoma Corp SAC.

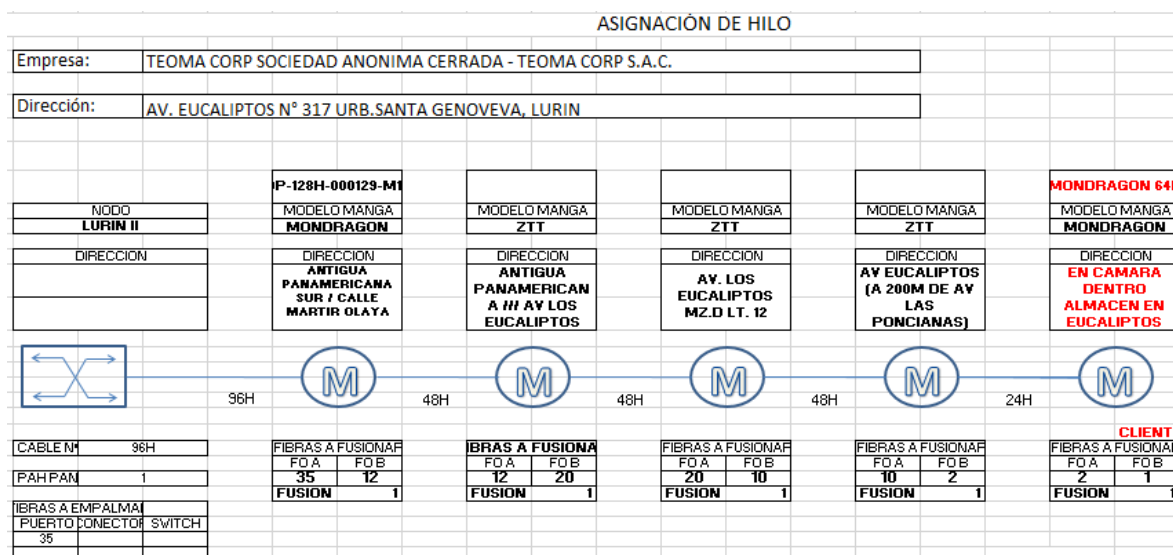


Figura N° 3.7 Cuadro de empalme  
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.6 Gestión del Proyecto

Elaboramos un cronograma (ver tabla 3.2) de los trabajos para exponer lo tiempos de dedicación previsto para lograr el alcance de estos trabajos, también para llevar una buena gestión del proyecto se elabora un Diagrama de Gantt (ver figura 3.8)

Tabla 3.2 Cronograma

Tarea	Fecha de inicio	Duración	Fecha final
Visita técnica	05 - Junio	2	07 – Junio
Elaboración del informe técnico	07 – Junio	3	12 – Junio
Elaboración de planos y expedientes	12 – Junio	2	14 – Junio
Permisos de la municipalidad	14 – Junio	19	03 – Julio
Plantado de postes	03 – Julio	7	07 – Julio
Canalizado	07 – Julio	5	14 – Julio
Tendido de F.O. (PEXT)	14 – Julio	4	20 – Julio
Tendido de F.O. (PINT)	20 – Julio	3	22 – Julio
Pruebas y mediciones	22 – Julio	2	26 – Julio
Configuración de equipos	26 – Junio	2	28 – Julio
Brindar alta	28 – Julio	1	29 – Julio

Fuente: Elaboración propia

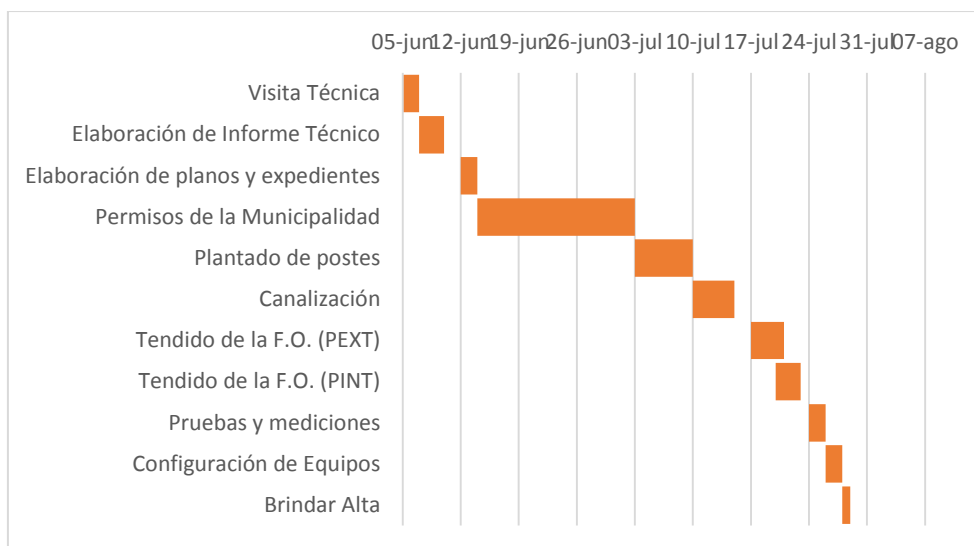


Figura N° 3.8 Diagrama de Gantt  
Fuente: Elaboración propia

### 3.3 IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO ENLACE A TRAVÉS DEL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR LA RED DE COMUNICACIÓN DE LA EMPRESA TEOMA CORP SAC

#### 3.3.1 Requerimientos para la Implementación

Se requieren los siguientes materiales:

- 200 Metros de fibra óptica interna. (Primer buzón de la empresa hasta gabinete)
- 40 Metros de fibra óptica externa. (Manga hasta primer buzón de la empresa)
- 1900 Metros de fibra óptica desde el nodo proveedor hasta manga frente a la Empresa Teoma Corp
- 25 Metros de canalizado (ver figura 3.6)
- 22 Postes a instalar (ver figura 3.6)
- 4 Mangas o mufas a instalar
- 08 Metros de canaleta.
- 15 Metros de tubo corrugado conduit.

Luego de haber terminado el diseño el proyecto se deriva al área de obras civiles, para que puedan realizar los planos y expedientes para solicitar permisos a la Municipalidad del Distrito de Lurín para ejecutar las obras de plantado de poste y canalizado hacia la empresa Teoma Corp SAC

### 3.3.2 Instalación de Postes

Los postes son el principal apoyo que se requiere para realizar el tendido de la fibra óptica de manera aérea, el extremo libre del poste constituye la superficie de trabajo de nuestro personal. (ver figura 3.9)

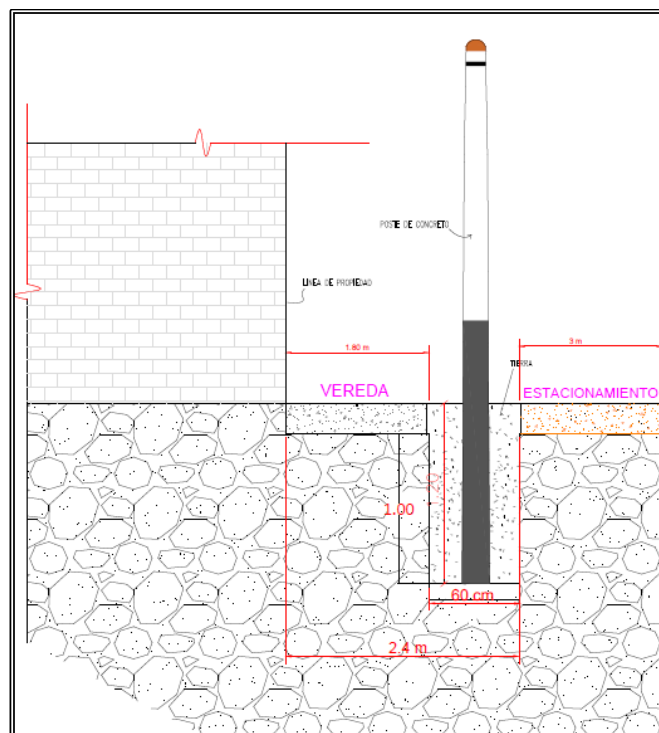


Figura N° 3.9 Corte para la instalación del poste  
Fuente: Elaboración propia

Los postes que se instalarán hacia el cliente son de concreto con una altura de 9 metros, se instalará con una separación de 50 metros por normas de Telecomunicaciones, estos postes se diferenciarán de los

demás operadores ya que tienen la cabeza pintada de color anaranjado.  
(ver figura 3.10).

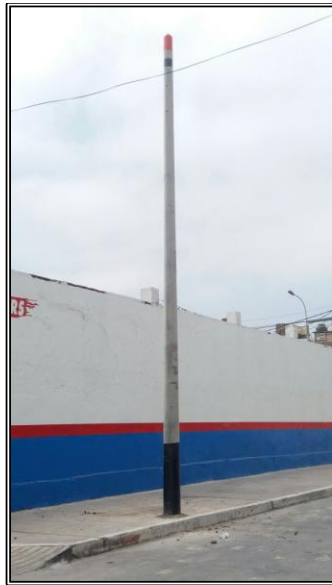


Figura N° 3.10 Poste instalado  
Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3 Canalizado

Es un trabajo de obras civiles el cual consiste en romper el suelo, abrir canales para pasar la fibra de manera subterránea, (ver figura 3.11) este trabajo se realizará para ingresar a la empresa ya que como es una zona industrial, no quiere que existan cables de forma aérea por estética y seguridad al momento de trasladar algunos productos con los grandes camiones.

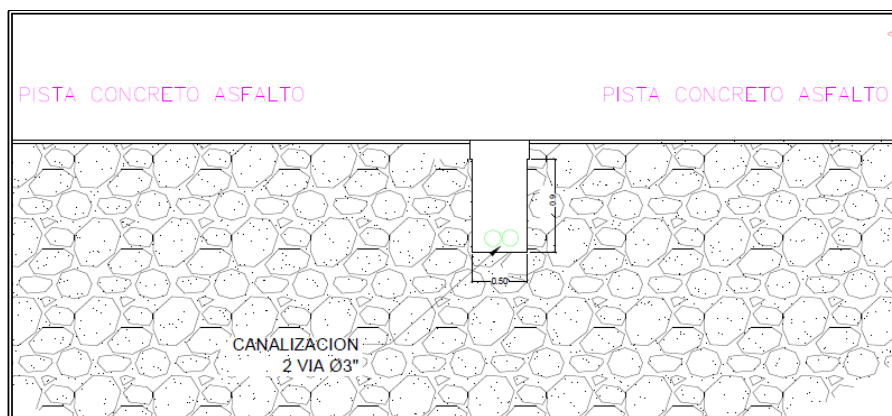


Figura N° 3.11 Corte del Canalizado  
Fuente: Elaboración propia

#### 3.3.4 Ejecución de las Obras Civiles:

En esta parte del proyecto nos vamos a dedicar a explicar los trabajos de obras civiles desde la última manga de empalme hacia la empresa, para desarrollar este trabajos lo primero a realizar son planos de acceso hacia la empresa Teoma Corp SAC (ver figura 3.12). Luego de ello se realizan los expedientes que son llevados junto con los planos hacia la Municipalidad de Lurín para que nos brinde su aprobación de los trabajos a realizar.

Dentro de los expedientes se debe detallar lo siguiente:

- Cantidad de postes a instalar y la distancia en metros a canalizar.
- Hora, fecha de inicio y culminación de las obras.
- Personal que realizará los trabajos (Nombres y SCTR)

La Municipalidad otorga los permisos necesarios para el inicio de obra y estos son ejecutados por el personal que brindará el servicio de fibra óptica dedicada hacia la Empresa Teoma Corp SAC.

A continuación de adjunta el plano de acceso hacia la Empresa Teoma Corp SAC, el cual se desarrolla de manera muy profesional::

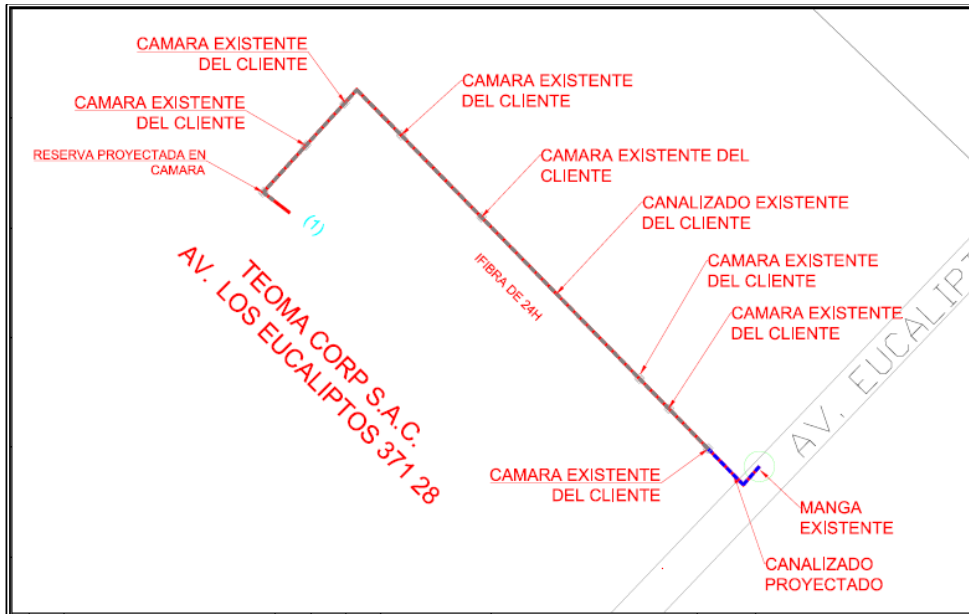


Figura N° 3.12 Plano de acceso hacia la Empresa  
Fuente: Elaboración propia

Los trabajos empiezan con el plantado del último poste que se instalará cerca del predio de la empresa (ver figura 3.13). Luego de ello se canalizará para interceptar el buzón de telecomunicaciones de la empresa, a continuación se detallan los trabajos

- Plantado del último poste hacia el cliente e instalación de la manga:



Figura N° 3.13 Poste y manga instalada  
Fuente: Elaboración propia

- Luego de la instalación de los postes, se continúa con el canalizado hacia el buzón de comunicaciones de la empresa, para ello se tiene que romper el piso en forma de una zanja con un ancho de 50 cm y una altura de 90 cm.(ver figura 3.14).



Figura N° 3.14 Inicio de Canalizado  
*Fuente:* Elaboración propia

- Luego de crear la zanja y retirar la tierra cumpliendo con las medidas solicitadas líneas arriba se instalará un sifón el cual servirá para que el tendido de la fibra baje por el poste de forma aérea hacia el canalizado construido. (ver figura 3.15)



Figura N° 3.15 Instalación del sifón  
*Fuente:* Elaboración Propia



- Luego de instalar el sifón para el recorrido de la fibra se instala un tubo de 3 pulgadas en el canalizado realizado para que el recorrido de la fibra óptica llegue hasta la cámara de la empresa (ver figura 3.16) Luego seguir por el canalizado existente dentro de la empresa Teoma Corp SAC



Figura N° 3.16 "Instalación del tubo de 3 pulgadas"  
*Fuente: Elaboración propia.*

1. Una vez culminado estos trabajos se vuelve a reponer la tierra extraída y dejamos el área tal como se había encontrado en un comienzo (ver figura 3.17)



Figura N° 3.17 "Culminación del canalizado"  
*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.3.5 Recorrido de la Fibra Óptica

Luego de que el área de obras civiles concluya los trabajos a realizar, este proyecto se deriva al área de instalaciones para que pueda coordinar fecha con la empresa Teoma Corp SAC para el tendido de la fibra óptica.

Estos trabajos se realizan desde la última manga que está cerca de la empresa hasta la ubicación el cuarto de comunicaciones de la empresa. A continuación paso a detallar la instalación de la fibra óptica para la empresa Teoma Corp SAC:

1. Se Instala una fibra de 24 hilos flexible para el tendido, a esta fibra también se le conoce como fibra de interiores ya que es más fácil de manipularlo, la fibra parte de la manga y baja por el sifón existente para luego llegar a la cámara de la empresa Teoma Corp SAC. (ver figura 3.18)



Figura N° 3.18 "Inicio del recorrido de la fibra"  
Fuente: Elaboración propia.

2. La fibra llega a la cámara de la Empresa Teoma Corp SAC, para recorrer por ductos existentes que la empresa tiene dentro de su fábrica, en la figura 3.19 se observa que la fibra óptica recorre de manera subterránea por el canalizado ejecuta por el proveedor del servicio e ingresa al buzón de telecomunicaciones (cámara 0) de la Empresa Teoma Corp SAC para luego realizar su recorrido interno.

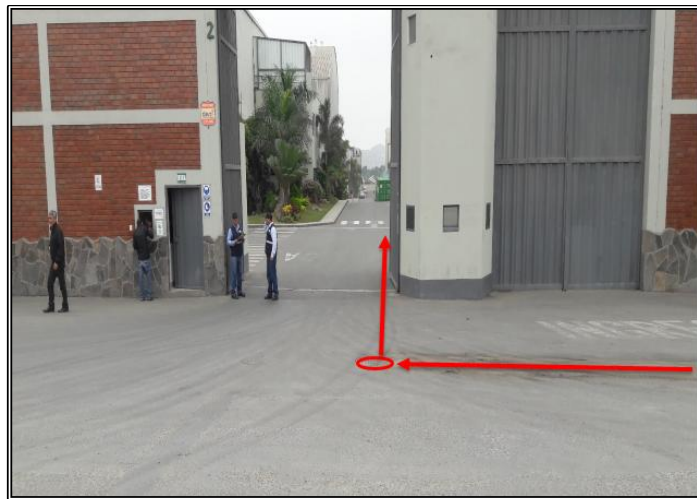


Figura N° 3.19 “Fibra óptica recorre por la Av. Eucaliptos e intercepta buzón de comunicaciones”  
*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 3.20 se observa que la fibra ingresa por el buzón de telecomunicaciones ubicado en la Av. Los Eucaliptos y recorre por ductor existentes.

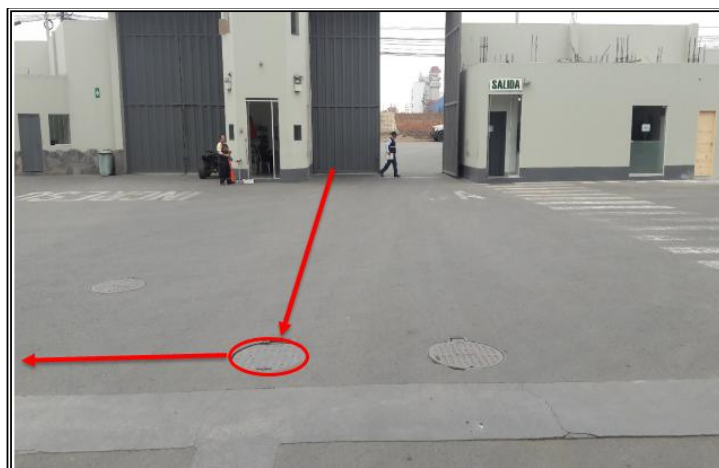


Figura N° 3.20 “Fibra óptica ingresa por ductos existente”  
*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 3.21 observamos que la fibra óptica dobla hacia el lado derecho para llegar al cuarto de comunicaciones de la empresa Teoma Corp SAC.



Figura N° 3.21 "Fibra óptica recorre por buzón y ductos existente"  
*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 3.22 observamos que la fibra óptica recorre ductos y buzones de telecomunicaciones existente.



Figura N° 3.22 "Fibra óptica recorre por ductos y buzones existente"  
*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 3.23 la fibra óptica sigue su recorrido por ductos y buzones de telecomunicaciones existentes.



Figura N° 3.23 "Fibra óptica recorre por ductos y buzones existente"  
*Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 3.24 podemos observar que la fibra óptica llega al último buzón de telecomunicaciones para luego ingresar hacia el cuarto de comunicaciones de Teoma Corp SAC.



Figura N° 3.24 "Fibra óptica sigue recorrido por canalizado"  
*Fuente: Elaboración propia.*



La figura 3.25 se observa que la fibra óptica llega a sifón, recorre por pared con canaleta e ingresa por perforado hacia almacén.



Figura N° 3.25 “Fibra óptica recorre por interior de Teoma Corp”  
*Fuente:* Elaboración propia.

En la figura 3.26 la fibra óptica recorre por pared con tubo corrugado conduit.



Figura N° 3.26 “Fibra óptica recorre interior de Teoma Corp SAC”  
*Fuente:* Elaboración propia.

En la figura 3.27 se observa que la fibra óptica ingresa por perforado proyectado hacia cuarto de comunicaciones donde se instalará gabinete.



Figura N° 3.27 “Fibra óptica ingresa por perforado proyectado”  
*Fuente:* Elaboración propia.

En la figura 3.28 la fibra óptica recorre sobre falso techo dentro del cuarto de comunicaciones de Teoma Corp SAC.



Figura N° 3.28 “Fibra óptica recorre sobre falso techo”  
*Fuente:* Elaboración propia.

3. Recorre la fibra óptica hasta llegar al cuarto de comunicaciones donde se encuentra el gabinete de la empresa Teoma Corp SAC lugar donde se instalarán los equipos y se realizarán las configuraciones para su red LAN (ver figura 3.29).



Figura N° 3.29 “Gabinete de la Empresa”  
*Fuente: Elaboración propia.*

4. La fibra óptica que inicia desde la manga que se encuentra fuera de la empresa Teoma Corp SAC es una fibra de 12 hilos, este realiza su recorrido hasta llegar al gabinete de la Empresa donde se instalará una Caja OTS, un Media Converter y el Router para su red LAN (ver figura 3.30).

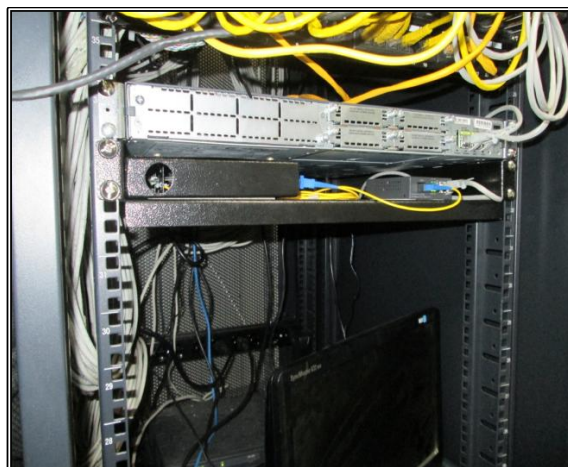


Figura N° 3.30 “Caja OTS, Media Converter y Router”  
*Fuente: Elaboración propia.*



5. Caja de OTS, es un equipo que sirve para la distribución de la fibra óptica (ver figura 3.31) en este equipo se manipula la fibra; para este caso en nuestra implementación sólo es necesario la fusión de hilo 1.

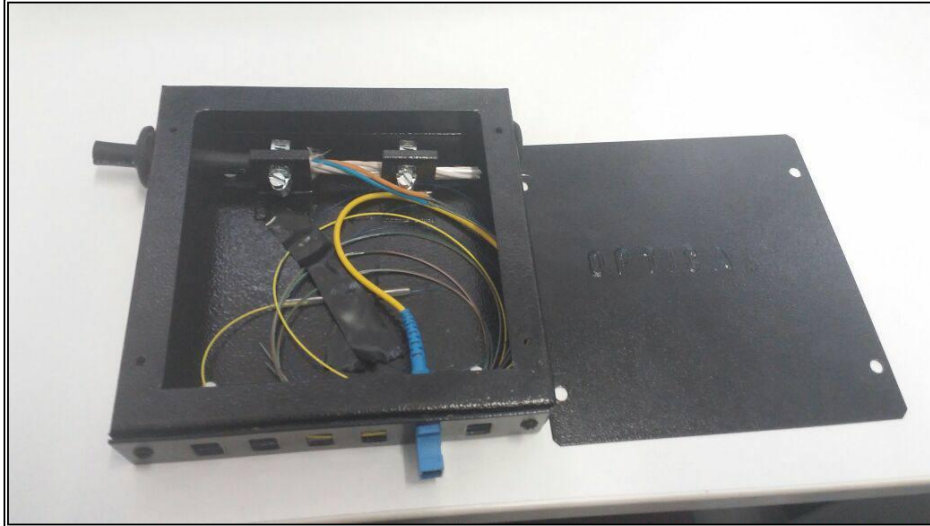


Figura N° 3.31 "Caja de OTS"  
*Fuente:* Elaboración propia

6. Patch cord, es un cable de conexión con conectores LC el cual sirve para unir la fibra fusionada de la caja OTS y el Media Converter (ver figura 3.32)



Figura N° 3.32 "Patch cord"  
*Fuente:* Elaboración propia.

7. Media Converter, es un equipo que se encarga de convertir la señal de luz que proviene de la fibra óptica a una señal eléctrica que es transmitida a través del cable UTP (ver figura 3.33)



Figura N° 3.33 "Media Converter"  
*Fuente:* Elaboración propia.

8. Culminación de la instalación, luego de la instalación de la media converter se coloca un cable UTP y se conecta con el router del cliente para que el jefe de sistemas realice sus configuraciones de su red. (ver figura 3.34)



Figura N° 3.34 "Equipamiento final"  
*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.3.6 Protocolo de Pruebas

Las características generales de las fibras ópticas y cables monomodo deberán cumplir con la recomendación de Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT G.652, para garantizar esto, se realizará sobre cada una de las fibras y en ambos sentidos, las pruebas descritas a continuación.

- Medición de la atenuación por empalme

Se medirá la atenuación de cada empalme de fibra en cada tramo, a fin de verificar que ninguno de estos tiene valores de atenuación inusual. Las mediciones deben efectuarse tanto para 1310 nm como para 1550 nm y en ambas direcciones de cada hilo de fibra óptica.

- Medición de la Pérdida de Retorno Óptico (PRO)

Se medirá la Pérdida de Retorno Óptico para los conectores a los extremos de cada tramo. Las mediciones deben efectuarse tanto para 1310 nm como para 1550 nm y en ambas direcciones de cada fibra.

- Medición de atenuación por conector

Se medirá la atenuación de cada conector de fibra en ODF, a fin de verificar que ninguno de estos tiene valores de atenuación inusuales. Estas mediciones deben ser realizadas usando 2 fibras de prueba en ambos extremos del tramo, con longitud mayor o igual a 2000 m y del mismo tipo que la fibra bajo prueba.

- Inspección visual

La verificación de continuidad con un trazadora visual de continuidad puede trazar la trayectoria de una fibra desde un extremo a otro a través de varias conexiones, y así verificar la continuidad, conexiones correctas y la polaridad de conector dúplex. Un trazador visual de continuidad se parece a una linterna o un instrumento similar a un bolígrafo con una bombilla o fuente LED que se acopla a un conector de fibra óptica. Conecte la fibra que debe probar al trazador y mire el otro extremo de la fibra para ver la luz transmitida a través del núcleo de la fibra. Si no ve ninguna luz en el extremo, vuelva a las conexiones intermedias para encontrar la sección del cable que está dañada.

- Potencia óptica

Prácticamente, cada medición en fibra óptica se refiere a la potencia óptica. La salida de un transmisor o la entrada a un receptor son mediciones de potencia óptica "absolutas", es decir, se mide el valor real de la potencia. La pérdida es una medición de potencia "relativa", la diferencia entre la potencia acoplada a un componente como un cable, empalme o un conector y la potencia que se transmite a través de ella. Esta diferencia en el nivel de potencia antes y después del componente es lo que llamamos pérdida óptica y define el rendimiento de un cable, conector, empalme u otro componente.

- Pérdida óptica

La pérdida óptica es el principal parámetro de rendimiento de la mayoría de los componentes de fibra óptica. Para la fibra, consiste en la pérdida por unidad de longitud o coeficiente de atenuación. Para los conectores, consiste en la pérdida de conexión cuando se une a otro conector. Para los cables, consiste en la pérdida total de los componentes del cable, entre los que se encuentran los conectores, las fibras, los empalmes y cualquier otro componente en el tendido de cable que se esté probando. Utilizaremos cables para ilustrar la pérdida por inserción, y luego observaremos otros componentes.

La pérdida del cable es la diferencia entre la potencia acoplada en un cable al extremo del transmisor y lo que sale al extremo del receptor. La prueba de pérdida requiere la medición de la cantidad total de la potencia óptica perdida en un cable (con inclusión de la atenuación de la fibra, la pérdida por conexión y la pérdida por empalme) con una fuente de luz y medidor de potencia (LSPM) de fibra óptica o equipo de comprobación de pérdidas ópticas (OLTS). La prueba de la pérdida se realiza a longitudes de onda adecuadas para la fibra y su uso. Generalmente, la fibra multimodo se prueba a 850 nm, y opcionalmente, a 1300 nm con fuentes LED. La fibra monomodo se prueba a 1310 nm, y opcionalmente, a 1550 nm con fuentes láser.

- OTDR

Los OTDR son los instrumentos de fibra óptica más complejos que pueden tomar una imagen instantánea de una fibra y mostrar la

ubicación de los empalmes, conectores, fallos, etc. Los OTDR son potentes instrumentos de prueba para las redes de cables de fibra óptica, siempre y cuando se comprenda cómo configurar adecuadamente el instrumento para la prueba e interpretar los resultados. Cuando son utilizados por un operador habilidoso, los OTDR pueden localizar fallos, medir la longitud de cables y verificar la pérdida de empalmes. Hasta cierto punto, también pueden medir la pérdida de una red de cables. Los únicos parámetros de fibra óptica que no miden es la potencia óptica en el transmisor o receptor

- Limpieza de la Fibra

Uno de los principales problemas que ocasiona que las pruebas reflecto métricas sean pésimas, es la suciedad, lo conectores contaminados y las partículas de polvo los extremo de la fibra, estos causan pérdida de la señal en el enlace. (ver figura 3.35).

En la tabla 3.3 se puede observaron los resultados de las pruebas reflecto métricas de este proyecto, donde se puede observar en que ventana (1310nm) se realizó la medición, la atenuación de la fibra, cantidad de empalmes y muchos más detalles que tiene nuestro enlace.

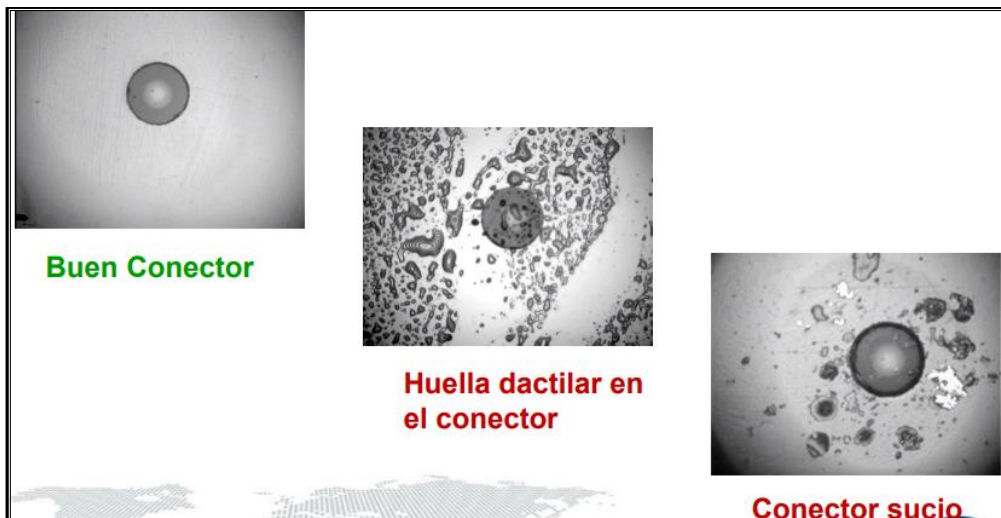


Figura N° 3.35 “Imágenes de inspección”

Fuente: <https://www.inictel-uni.edu.pe/sites/default/files/archivos/2016/publicaciones/03/04-prueba-fibra-optica-brian-purcell.pdf>

Tabla 3.3 Resultados de los protocolos de prueba

PROTOCOLO DE PRUEBAS ÓPTICAS									
TEOMA CORP S.A.C.					PROYECTO: RED DE FIBRA ÓPTICA				
Medición de Atenuación de Fibra Óptica – Método de Inserción									
PROPIETARIO:		TEOMA CORP S.A.C							
CONTRATISTA:		OPTICAL NETWORK							
ORIGEN:		NODO LURIN							
DESTINO:		TEOMA CORP S.A.C							
TIPO DE CABLE:		MONOMODO			VENTANA: 1350				
SUBCONTRATISTA:		$\alpha = 0.4 \text{ dB/Km}$			$\lambda = 1350 \text{ nm}$		N° empalme=4		
EQUIPO:		OTDR-NOYES AFL			Medido por:			N° conectores=2	
P1 (dBm):		- 3.30			RH SIRTEL PERÚ E.I.R.L			Fecha: 25/07/2017	
TUBO	FIBRA	COD	LONGITUD (Km)	P2 (dBm)	ATENUACION (Db)				
					MEDIDA(dBm)	TEORICA	MARGEN	ESTADO	
AZUL	1 - AZUL	1	1.65	-4.22	0.92	2.16	1.24	OK	
AZUL	2 - NARANJA	2	1.65	-3.33	0.03	2.16	2.13	OK	
AZUL	3 - VERDE	3	1.65	-3.85	0.55	2.16	1.61	OK	
AZUL	4 - MARRON	4	1.65	-3.61	0.31	2.16	1.85	OK	
AZUL	5 - GRIS	5	1.65	-3.82	0.52	2.16	1.64	OK	
AZUL	6 - BLANCO	6	1.65	-3.60	0.30	2.16	1.86	OK	
AZUL	7 - ROJO	7	1.65	-3.44	0.14	2.16	2.02	OK	
AZUL	8 - NEGRO	8	1.65	-3.80	0.50	2.16	1.66	OK	
AZUL	9 - AMARILLO	9	1.65	-4.00	0.70	2.16	1.46	OK	
AZUL	10 - VIOLETA	10	1.65	-3.60	0.30	2.16	1.86	OK	
AZUL	11 - ROSADO	11	1.65	-3.98	0.68	2.16	1.48	OK	
AZUL	12 - CELESTE	12	1.65	-3.75	0.45	2.16	1.71	OK	
NARANJA	13 - AZUL	13	1.65	-4.24	0.94	2.16	1.22	OK	
NARANJA	14 - NARANJA	14	1.65	-3.57	0.27	2.16	1.89	OK	
NARANJA	15 - VERDE	15	1.65	-3.80	0.50	2.16	1.66	OK	
NARANJA	16 - MARRON	16	1.65	-3.75	0.45	2.16	1.71	OK	
NARANJA	17 - GRIS	17	1.65	-3.68	0.38	2.16	1.78	OK	
NARANJA	18 - BLANCO	18	1.65	-4.00	0.70	2.16	1.46	OK	
NARANJA	19 - ROJO	19	1.65	-4.20	0.90	2.16	1.26	OK	
NARANJA	20 - NEGRO	20	1.65	-3.90	0.60	2.16	1.56	OK	
NARANJA	21 - AMARILLO	21	1.65	-3.60	0.30	2.16	1.86	OK	
NARANJA	22 - VIOLETA	22	1.65	-3.65	0.35	2.16	1.81	OK	
NARANJA	23 - ROSADO	23	1.65	-3.67	0.37	2.16	1.79	OK	
NARANJA	24 - CELESTE	24	1.65	-3.50	0.20	2.16	1.96	OK	

Fuente: La contratista me proporcionó esta información

### 3.3.7 Mediciones OTDR:

Al realizar el tendido de planta externa y planta interna de la fibra óptica culminamos con la instalación de los equipos dentro del gabinete de la Empresa Teoma Corp, luego de ello se realizan las respectivas mediciones utilizando la OTDR para diagnosticar el estado de la red estimando la longitud de onda, atenuación y las pérdidas por empalme.

Para ello un personal de la contrata por parte del proveedor debió de fusionar todos los hilos de fibra indicados en el cuadro de empalme, estas fusiones se realizan en las mufas (04) que se tiene a lo largo del tendido de la fibra desde el nodo proveedor hasta las instalaciones de la empresa Teoma Corp S.A.C. Para las mediciones de este enlace un personal se ubica dentro del nodo proveedor y otro personal se ubica en la última milla es decir, en el gabinete del cliente.

Se utiliza la OTDR debidamente calibrado (tipo de diámetro del hilo, tipo de estructura del cable) para inyectar un haz de luz y enviar esta señal a través de la línea de transmisión, para este envío tenemos que fijarnos que la longitud de onda debe estar de acuerdo al diámetro del hilo, para nuestro caso trabajamos con una fibra monomodo. Se realizarán las mediciones en la segunda ventana de 1350nm y tercera ventana de 1550 nm para luego seleccionar otros parámetros como el ancho de pulso, distancia nodo – empresa, índice de refracción y las pérdidas para luego interpretar la gráfica de los resultados obtenidos.



- Medición OTDR 1310nm desde TEOMA CORP S.A.C. hacia el NODO Lurín 2

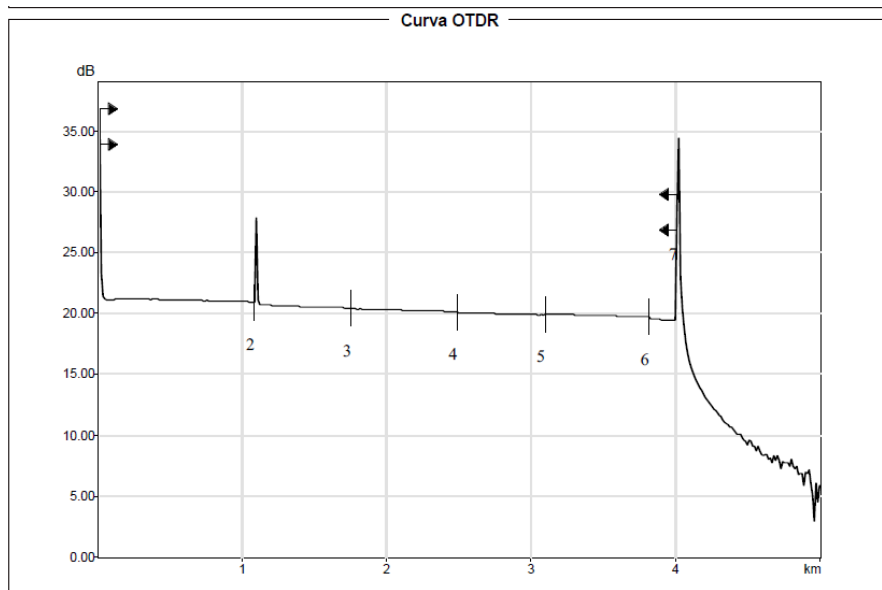


Figura N° 3.36 “Curva OTDR”

Fuente: El equipo OTDR proporcionó esta información

### TEOMA CORP - NODO LURIN 2 - 1310.trc - Informe OTDR

Trabajo	
Trabajo	: MEDICION DE F.O.
Contratista	: RH SIRTEL PERU EIRL
Cliente	: TEOMA CORP S.A.C.
Fecha de la prueba	: 14/11/2017 (05:21:15 p.m.)
Razón del trabajo	: CERTIFICACION DE F.O.
Operador A	: FAVIO DURAN
Operador B	:
Archivo	: TEOMA CORP - NODO LURIN 2...
Mediciones enlace	
Pérdida del enlace	: 1.775 dB
Longitud del enlace	: 4.0054 km
Pérdida prom.	: 0.443 dB/km
Pérd. empalme prom.	: 0.061 dB
Pérd. empalme máx.	: 0.197 dB
ORL total	: <22.13 dB

Figura N° 3.37 “Detalles de la medición”

Fuente: El equipo OTDR proporcionó esta información

### TEOMA CORP - NODO LURIN 2 - 1310.trc - Informe OTDR

Configuración de prueba y cable	
Longitud de onda	: 1310 nm (SM-9µm)
Nombre de archivo	: TEOMA CORP - NODO LURIN 2 - 1310....
Hardware	: FTB-7200D-023B-EI
Número de serie	: 581079
Software	: S/O
Rango	: 5.0 km
IOR	: 1.46770
RBS	: -79.44
Tiempo adq.üc.	: 30 s
Duración de pulso	: 100 ns
Factor helic.	: 0.00 %
Umb. pérd. empalme	: 0.020 dB
Umbral de reflectancia	: -72.0 dB
Umbral de final de fibra	: 5.000 dB

Figura N° 3.38 “Configuraciones de prueba y cable”

Fuente: El equipo OTDR proporcionó esta información

- Medición OTDR 1310nm desde NODO Lurín 2 hacia TEOMA CORP S.A.C.

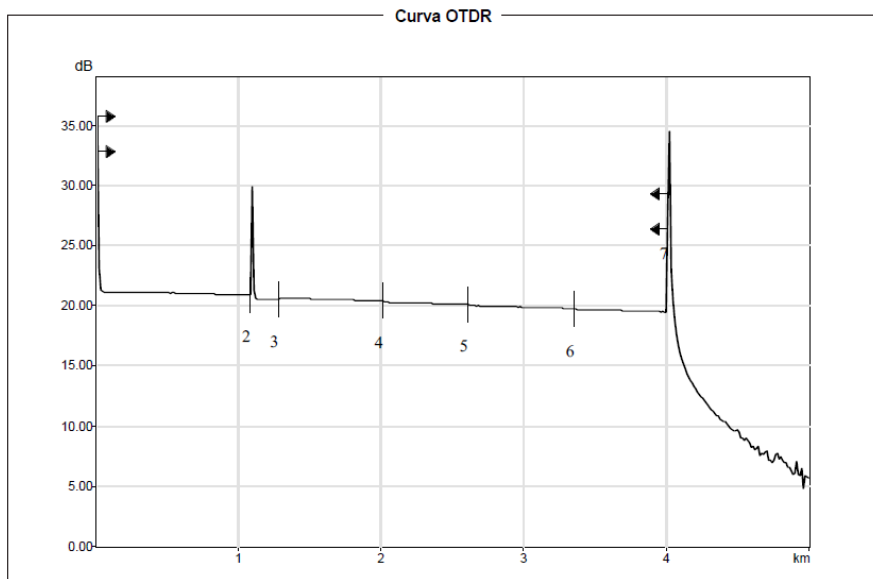


Figura N° 3.39 "Curva OTDR"  
Fuente: El equipo OTDR proporcionó esta información

<b>NODO LURIN 2 - TEOMA CORP - 1310.trc - Informe OTDR</b>			
<b>Trabajo</b>			
Trabajo	: MEDICION DE F.O.	Razón del trabajo	: CERTIFICACION DE F.O.
Contratista	: RH SIRTEL PERU E.I.R.L.	Operador A	: FAVIO DURAN
Cliente	: TEOMA CORP S.A.C.	Operador B	:
Fecha de la prueba	: 15/11/2017 (12:59:41 p.m.)	Archivo	: NODO LURIN 2 - TEOMA CORP...
<b>Mediciones enlace</b>			
Pérdida del enlace	: 1.701 dB	Pérd. empalme prom.	: 0.027 dB
Longitud del enlace	: 4.0054 km	Pérd. empalme máx.	: 0.113 dB
Pérdida prom.	: 0.425 dB/km	ORL total	: <22.58 dB

Figura N° 3.40 "Detalles de la medición"  
Fuente: El equipo OTDR proporcionó esta información

<b>NODO LURIN 2 - TEOMA CORP - 1310.trc - Informe OTDR</b>			
<b>Configuración de prueba y cable</b>			
Longitud de onda	: 1310 nm (SM-9µm)	Tiempo adqic.	: 30 s
Nombre de archivo	: NODO LURIN 2 - TEOMA CORP - 1310....	Duración de pulso	: 100 ns
Hardware	: FTB-7200D-023B-EI	Factor helic.	: 0.00 %
Número de serie	: 581079	Umb. pérd. empalme	: 0.020 dB
Software	: S/O	Umbral de reflectancia	: -72.0 dB
Rango	: 5.0 km	Umbral de final de fibra	: 5.000 dB
IOR	: 1.46770		
RBS	: -79.44		

Figura N° 3.41 Configuraciones de prueba y cable  
Fuente: El equipo OTDR proporcionó esta información

- Medición OTDR 1550nm desde TEOMA CORP S.A.C. hacia NODO Lurín 2

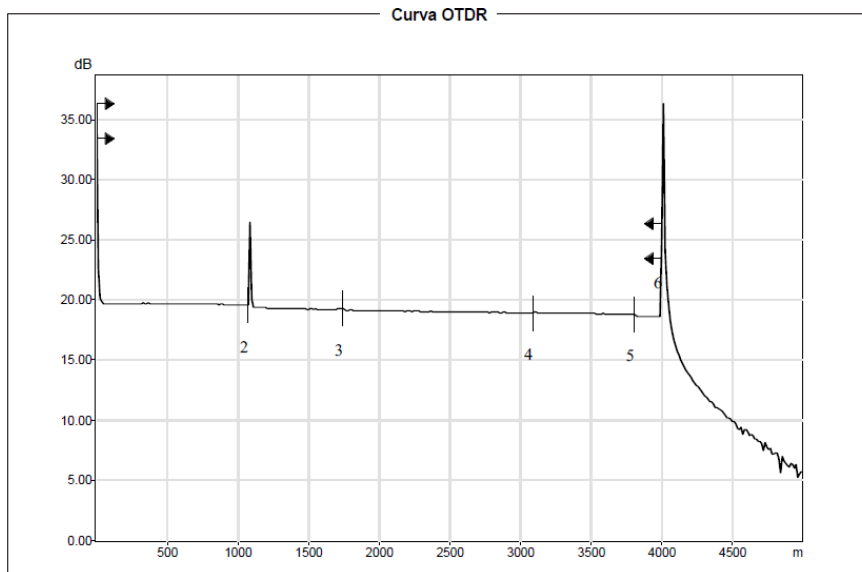


Figura N° 3.42 "Curva OTDR"  
Fuente: El equipo OTDR proporcionó esta información

<b>TEOMA CORP - NODO LURIN 2 - 1550.trc - Informe OTDR</b>			
<b>Trabajo</b>			
Trabajo	: MEDICION DE F.O.	Razón del trabajo	: CERTIFICACION DE F.O.
Contratista	: RH SIRTEL PERU EIRL	Operador A	: FAVIO DURAN
Cliente	: TEOMA CORP S.A.C.	Operador B	:
Fecha de la prueba	: 14/11/2017 (05:23:46 p.m.)	Archivo	: TEOMA CORP - NODO LURIN 2...
<b>Mediciones enlace</b>			
Pérdida del enlace	: 1.137 dB	Pérd. empalme prom.	: 0.053 dB
Longitud del enlace	: 4.0050 km	Pérd. empalme máx.	: 0.162 dB
Pérdida prom.	: 0.284 dB/km	ORL total	: <21.80 dB

Figura N° 3.43 "Detalles de la medición"  
Fuente: El equipo OTDR proporcionó esta información

<b>TEOMA CORP - NODO LURIN 2 - 1550.trc - Informe OTDR</b>			
<b>Configuración de prueba y cable</b>			
Longitud de onda	: 1550 nm (SM-9µm)	Tiempo adq.íc.	: 30 s
Nombre de archivo	: TEOMA CORP - NODO LURIN 2 - 1550....	Duración de pulso	: 100 ns
Hardware	: FTB-7200D-023B-EI	Factor helic.	: 0.00 %
Número de serie	: 581079	Umb. pérd. empalme	: 0.020 dB
Software	: S/O	Umbral de reflectancia	: -72.0 dB
Rango	: 5.0 km	Umbral de final de fibra	: 5.000 dB
IOR	: 1.46833		
RBS	: -81.87		

Figura N° 3.44 "Configuraciones de prueba y cable"  
Fuente: El equipo OTDR proporcionó esta información

- Medición OTDR 1550nm desde NODO Lurín 2 HACIA TEOMA CORP S.A.C.

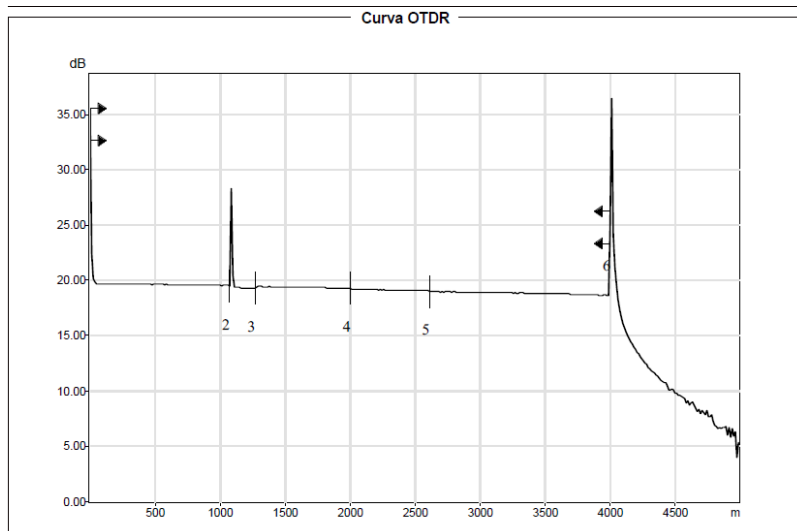


Figura N° 3.45 “Curva OTDR  
Fuente: El equipo OTDR proporcionó esta información

<b>NODO LURIN 2 - TEOMA CORP - 1550.trc - Informe OTDR</b>			
<b>Trabajo</b>			
Trabajo	: MEDICION DE F.O.	Razón del trabajo	: CERTIFICACION DE F.O.
Contratista	: RH SIRTEL PERU EIRL	Operador A	: FAVIO DURAN
Cliente	: TEOMA CORP S.A.C.	Operador B	:
Fecha de la prueba	: 15/11/2017 (12:58:19 p.m.)	Archivo	: NODO LURIN 2 - TEOMA CORP...
<b>Mediciones enlace</b>			
Pérdida del enlace	: 1.062 dB	Pérd. empalme prom.	: 0.020 dB
Longitud del enlace	: 4.0050 km	Pérd. empalme máx.	: 0.121 dB
Pérdida prom.	: 0.265 dB/km	ORL total	: <21.96 dB

Figura N° 3.46 “Detalles de la medición  
Fuente: El equipo OTDR proporcionó esta información

<b>NODO LURIN 2 - TEOMA CORP - 1550.trc - Informe OTDR</b>			
<b>Configuración de prueba y cable</b>			
Longitud de onda	: 1550 nm (SM-9µm)	Tiempo adq.íc.	: 30 s
Nombre de archivo	: NODO LURIN 2 - TEOMA CORP - 1550....	Duración de pulso	: 100 ns
Hardware	: FTB-7200D-023B-EI	Factor helic.	: 0.00 %
Número de serie	: 581079	Umb. pérd. empalme	: 0.020 dB
Software	: S/O	Umbral de reflectancia	: -72.0 dB
Rango	: 5.0 km	Umbral de final de fibra	: 5.000 dB
IOR	: 1.46833		
RBS	: -81.87		

Figura N° 3.47 “Configuraciones de prueba y cable”  
Fuente: El equipo OTDR proporcionó esta información



### 3.3.9 Requerimientos del Personal

- Que el personal de instalaciones cuente con los SCTR vigente.
- Que el personal de instalaciones cuente con los EPP's en buenas condiciones.

De acuerdo con la norma internacional ISO 45001 para el desarrollo de una buena gestión de seguridad y salud laboral el personal de toda empresa debe contar con sus EPP's en buen estado con la finalidad de disminuir el índice de lesiones, enfermedades y muertes relacionadas con el trabajo, para motivar e involucrar a los empleados mediante consultas y participación aumentando la conciencia y cultura.



Figura N° 3.48 "Personal con EPP's"  
Fuente: <http://www.cruzsalud.com/WEBPAG/detnotic.aspx?id=121>

## CONCLUSIONES

- Con este nuevo enlace de fibra óptica obtenemos la mejora de la calidad y capacidad de transmisión de datos en la red de comunicación evitando el desvanecimiento de la señal y optimizando la productividad de la empresa.
- Cumpliendo con el proceso adecuado de la visita técnica, analizando los datos brindados por el inspector de campo y el diseño de PEX (ver figura 3.6), concluimos que se realizaron la instalación de 22 postes propios del proveedor y 25 metros de canalizado para este nuevo enlace.
- El diseño y ruta elegida es la más viable para el nuevo enlace de fibra óptica ya que contiene la menor cantidad de obras civiles y también se evita que el tendido del cable de la fibra óptica pase por cables de alta y media tensión, lo que proporciona un riesgo para el personal técnico que realizará la instalación.
- Para la ejecución de las obras civiles se contó con los permisos necesarios que brinda la Municipalidad y el personal utilizó sus equipos de protección personal para la ejecución de estos.
- El Media Converter y demás equipos instalados permiten tener la mejora del ancho de banda y el tráfico de red de la Empresa Teoma Corp SAC.

## RECOMENDACIONES

- Tener un registro de la transferencia de datos que tiene la empresa ya que con el nuevo enlace de fibra óptica se obtiene mayor control y calidad de su sistema de comunicación.
- Enviar al personal con rola, wincha, gps, son instrumentos necesarios para las mediciones del nuevo enlace de fibra óptica desde el nodo proveedor hasta la Empresa Teoma Corp SAC
- Al realizar la inspección técnica el personal debe observar el plano de catastro que se le asigna donde se indica los postes instalados las cuales se pueden utilizar.
- Hacer el seguimiento respectivo de los documentos enviados a la Municipalidad para su trámite rápido, también es necesario que los equipos de protección personal deben estar en buen estado.
- Instalar el media converter con capacidad de hasta 100 Mbps para que la Empresa Teoma Corp SAC no tenga problemas en el futuro al incrementar sus niveles de producción.



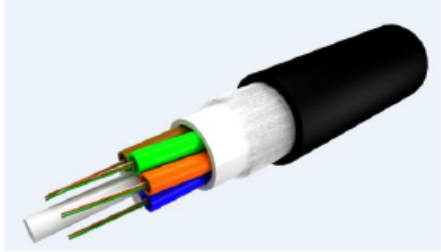
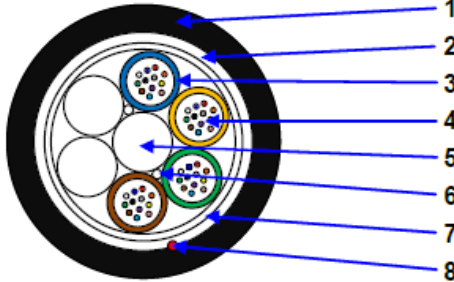
## BIBLIOGRAFÍA

- Antonio Geronimo, Cesar. (2008) *Manual de Comunicaciones por Fibra Óptica*.
- Barba Molina, Lorena Gisela. (2007). *Diseño de una red de fibra óptica para atender a los cliente de ANDINATEL S.A. en los edificios ubicados en el sector de la Avenida República del Salvador pertenecientes a la Central de Ñaquito*. Quito, Ecuador.
- Borbor Malavé, Nury Jessenia. (2015). *Diseño e implementación de Cableado Estructurado en el Laboratorio de Electrónica de la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones*. Limar, Perú.
- Castillo Devoto, Liliana Raquel. (2008). *Diseño de infraestructura de telecomunicaciones para un data center*. Lima, Perú.
- España Boquero, María Carmen. (2003), *Comunicaciones Ópticas*
- J. Prieto Zapardiel (2014), "Diseño de una red de acceso mediante fibra óptica"
- López Polo, Elliot Darwin. (2016). *Diseño de una red de fibra óptica para la implementación en el servicio de banda ancha en Coishco*. Ancash, Perú.
- Mallama Narváez, Edgar Armando. (2013). *Estudio para la implementación del enlace de fibra óptica entre la subestación Jamondino y el centro local de control de Cedenar S.A. E. S. P. San Juan de Pasto, Colombia.*"
- Martinez Baltasar, Rubio. (2009) *Introducción a la ingeniería de la fibra óptica*
- Paico Collantes, Jose Luis. (2016). *Diseño e implementación del nuevo enlace a través de fibra óptica entre las BTS LIC216 Y LIC 465 de la empresa Viettel Perú S.A.C. La Victoria – Lima*.
- S. Castillos Ibeas (2017), "Planificación y diseño de redes ópticas WDM"
- Textos Científicos.com. (2006). *Cálculo de enlace de Fibra Óptica*. Recuperado de <https://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/calculo-enlace>.

## ANEXOS

Category	Description	Specifications	
		Before cabling	After cabling
Optical Specifications	Attenuation @1310 nm	≤0.34 dB/km	≤0.36 dB/km
	Attenuation @1550 nm	≤0.20 dB/km	≤0.22 dB/km
	Zero Dispersion Wavelength	1300~1324 nm	
	Zero Dispersion Slope	≤0.092 ps/nm <sup>2</sup> ·km	
	PMD (Polarization Mode Dispersion)	≤0.2 ps/√km	
	Cable Cutoff Wavelength ( $\lambda_{cc}$ )	≤1260 nm	
	Macro bending Loss (100 turns; $\phi$ 50 mm) @1550 nm	≤ 0.05 dB	
	(100 turns; $\phi$ 50 mm) @1625 nm	≤ 0.10 dB	
Mode Field Diameter @1310 nm	9.2±0.4 $\mu$ m		
Dimensional Specifications	Cladding Diameter	125 ±1 $\mu$ m	
	Core/clad concentricity error	≤0.6 $\mu$ m	
	Cladding Non-Circularity	≤1.0%	
Mechanical Specifications	Proof stress	≥0.69Gpa	

Anexo N° 1: “Características de la fibra óptica”  
Fuente: <http://elcajondelectronico.com/fibra-optica/>

Picture is only for reference

**Technical Characteristics**

- The unique extruding technology provides the fibers in the tube with good flexibility and bending endurance
- The unique fiber excess length control method provides the cable with excellent mechanical and environmental properties
- Multiple water blocking material filling provides dual water blocking function
- Provide good tension performance

**Construction:**

1. Outer sheath (MDPE)
2. Glass yarns
3. Loose tube
4. Fiber and jelly
5. Central strength member (FRP)
6. Water blocking yarns
7. Water blocking tape
8. Rip cord

Anexo N° 2 “Características de los cables”  
Fuente: [https://es.123rf.com/photo\\_36529915\\_cable-de-fibra-%C3%B3ptica-camino-de-recortes-incluido-.html](https://es.123rf.com/photo_36529915_cable-de-fibra-%C3%B3ptica-camino-de-recortes-incluido-.html)

Dimension and Properties												
Physical	Fiber count	48 G.652D										
	No of loose tube / filler	4/2										
	Fiber No. per tube	12										
	Cable OD	12.7mm± 5%										
	Cable weight	160kg/km±15%										
	Operation temperature range	-40 deg C to + 70 deg C										
	Installation temperature range	-10 deg C to + 60 deg C										
	Transport and storage temperature range	-40 deg C to + 70 deg C										
Mechanical	Max. tensile load	3KN										
	Crush resistance	1500 N/10cm										
	Minimal installation bending radius	20 x OD										
	Minimal operation bending radius	10 x OD										
<b>Color code scheme:</b>												
<b>Fiber color</b>	blue	orange	green	brown	gray	white	red	black	yellow	violet	pink	aqua
<b>Tube color</b>	blue	orange	green	brown	/	/	/	/	/	/	/	/

### Anexo N° 3 “Dimensiones y propiedades”

Fuente: <http://www.fibermax.pe/drop-cable-de-interiores-tipo-mariposa/>

### Descripción

Las cajas de empalmes Universal de Mondragon, de reducido tamaño y fácil instalación, se utilizan para el empalme de cables de fibra óptica por medio de soldadura y para la terminación con pig-tail, ya sea en instalaciones de telecomunicaciones, instalaciones de CATV, sistemas informáticos, instalaciones de control industrial o instalaciones de vídeo seguridad (vigilancia o control tráfico).

La caja de empalmes de Mondragon se puede instalar en la intemperie, directamente enterrada o en la pared sin necesidad de accesorios complementarios. Permite la entrada/salida de hasta 3 / 4 cables de fibra óptica exterior de diámetro máximo 14 mm o la salida de pig-tail. Está preparada con 4 / 8 bandejas de empalmes abatibles para la realización de hasta 64 / 128 soldaduras de fibra óptica.



### Características

- ENTRADAS: TRES ENTRADAS/SALIDAS: Diámetro máximo 14.3 mm  
CUATRO ENTRADAS/SALIDAS: Diámetro máximo 14.3 mm
- CAPACIDAD MÁXIMA: HASTA 64 EMPALMES (4 BANDEJAS 16 EMPALMES)  
HASTA 128 EMPALMES (8 BANDEJAS 16 EMPALMES)
- TIPO EMPALMES: SOLDADURA FUSIÓN  
EMPALMES MECÁNICO
- DIMENSIONES (mm): ANCHO:: 240 / 240 mm  
ALTURA:: 546 / 646 mm  
PROFUNDIDAD:: 92 / 165 mm
- NIVEL ESTANQUEIDAD: IP 65
- PESO: 3,5 / 5.5 Kg.
- MATERIAL: PLASTICO

### Anexo N° 4 “Manga o mufa mondragon”

Fuente: [http://www.fiberopt.es/esp\\_prod\\_torp\\_mon64.htm](http://www.fiberopt.es/esp_prod_torp_mon64.htm)



Caja de empalme vertical 4000-D starfighter para 288 EMPALMES, 6 puertos de CABLE, capacidad para 8 bandejas 4048-SSTP o 4072-SSTP. incluye 1 bandeja

Marca - Multilink

Código  
10-8146

Información Técnica  
[Descargar](#)

### Descripción

El starfighter 4000-D como cierre de empalme está diseñado para encima o por debajo aplicaciones de grado y soporta hasta 6 o más entradas de CABLES. el cierre tiene un sistema de placa única con juntas de puntas abiertas que permite acceder a mediados de cable de hasta 1.125 "DE DIÁMETRO. sucursal o cables laterales se pueden añadir a cualquiera de los puertos de entrada sellado de cuatro de COMPRESIÓN. múltiples cables (HASTA 6) también se pueden instalar utilizando arandelas de varios puertos disponibles para el CIERRE. el cierre no requiere herramientas ESPECIALES, adhesivos o masillas para la INSTALACIÓN. bandejas integradas de almacenamiento holgura y con bisagras permiten un máximo de almacenamiento y acceso de los haces de fibras y TEXTILES. capacidad de empalme de 192 empalmes por fusión individuales utilizando la bandeja de 4048-SSTP o 288 empalmes por fusión individuales utilizando la bandeja de 4072-SSTP.

### Anexo N° 5 “Manga o mufa Domo”

Fuente: <http://www.telmark.pe/products.php?list=brand&brandid=18&brand=Multilink>



The MFB family consists of Small Form Factor Pluggable (SFP) transceiver modules that are specifically designed for high performance integrated duplex data link over single mode optical fiber. These transceiver modules are compliant with the SFP Multisource Agreement (MSA) and hot pluggable. These modules offer an easy way to be installed in SFP MSA compliant ports at any time without the interruption of the host equipment operation.

The MFB SFP transceivers using a long wavelength (1310nm) FP LD enable data transmission up to 2km on a multimode optical fiber and up to 120km on a single mode optical fiber.

To meet the increasing demand of Industrial Ethernet fiber solution, Planet has released the MFB-T 100BASE-FX transceiver series that can operate reliably in electrically harsh, climatically demanding, and wide temperature range (-40°C to 75°C) environment. The MFB-T 100BASE-FX transceiver series provides easy and fast 100BASE -FX connection for Planet wide temperature industrial equipment.

- SFP Multi-Source Agreement compliant
- 125Mbps IEEE 802.3u 100BASE-FX compliant
- 125Mbps FDDI ISO / IEC 9314-1 compliant
- Serial ID functionality support
- AC-coupled differential inputs and outputs
- Class 1 laser safety standard IEC 825 compliant
- 2km link on a multimode fiber and 20km to 120km on a single mode fiber
- Low power dissipation
- 0 to 60 degrees C operating temperature for MFB-FX / MFB-F20 / MFB-F40 / MFB-F60 / MFB-F120 / MFB-FA20 / MFB-FB20
- -40 to 75 degrees C operating temperature for MFB-TFX / MFB-TF20 / MFB-TFA20 & MFB-TFB20 / MFB-TFA40 & MFB-TFB40

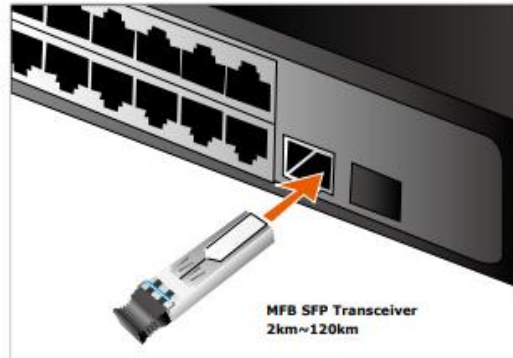
### Anexo N° 6 “Transceiver”

Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/hp-x130-10g-sfp-lc-lr-transceiver-10905323397.html>

## Applications

The MFB family SFP Fast Ethernet transceivers can be installed in PLANET Switch and Media Converter products with 100BASE-FX SFP interface. The deployment distance can be extended from 2km (Multi-Mode, LC) up to 120 kilometers (Single-Mode, LC).

The MFB family SFP Fast Ethernet transceivers are hot-pluggable and hot-swappable. You can plug in and pull out the transceivers to / from any SFP port without having to power off the Switch / Media Converter.



### Anexo N° 7 “Aplicación del transceiver”

Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/hp-x130-10g-sfp-lc-lr-transceiver-10905323397.html>

The MFB-T 100BASE-FX transceiver series is an ideal solution for -40°C to 75°C wide temperature industrial equipment with 100BASE-FX SFP interfaces. The deployment distance can be extended from 2km (Multi-Mode, LC) up to 40km (Single-Mode, LC).



### Anexo N° 8 “Temperatura máximas y mínimas para su buen funcionamiento”

Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/hp-x130-10g-sfp-lc-lr-transceiver-10905323397.html>

## Specifications

### Fast Ethernet Transceiver (100BASE-X SFP)

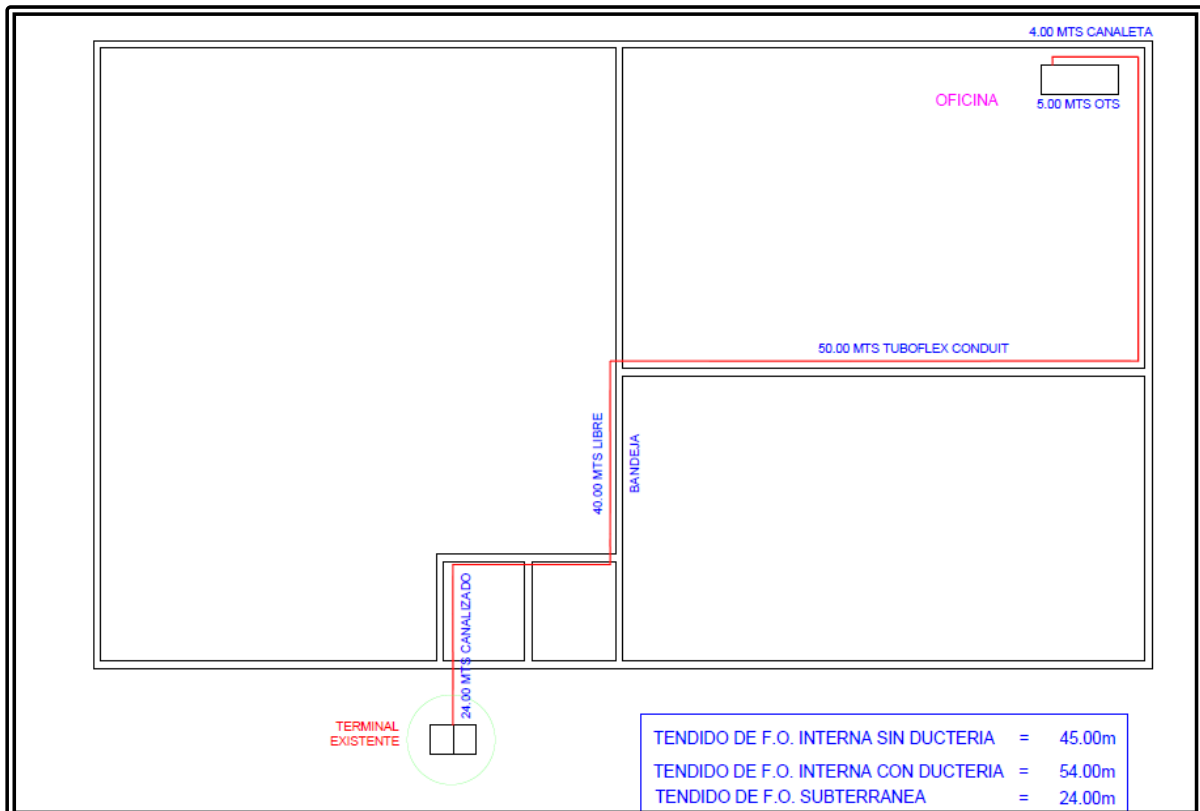
Model	Speed (Mbps)	Connector Interface	Fiber Mode	Distance	Wavelength (nm)	Operating Temp.
MFB-FX	100	LC	Multi-Mode	2km	1310nm	0 ~ 60°C
MFB-F20	100	LC	Single Mode	20km	1310nm	0 ~ 60°C
MFB-F40	100	LC	Single Mode	40km	1310nm	0 ~ 60°C
MFB-F60	100	LC	Single Mode	60km	1310nm	0 ~ 60°C
MFB-F120	100	LC	Single Mode	120km	1550nm	0 ~ 60°C
MFB-TFX	100	LC	Multi-Mode	2km	1310nm	-40 ~ 75°C
MFB-TF20	100	LC	Single Mode	20km	1310nm	-40 ~ 75°C

### Fast Ethernet Transceiver (100BASE-BX, Single Fiber Bi-directional SFP)

Model	Speed (Mbps)	Connector Interface	Fiber Mode	Distance	Wavelength (TX)	Wavelength (RX)	Operating Temp.
MFB-FA20	100	WDM (LC)	Single Mode	20km	1310nm	1550nm	0 ~ 60°C
MFB-FB20					1550nm	1310nm	
MFB-TFA20	100	WDM (LC)	Single Mode	20km	1310nm	1550nm	-40~75°C
MFB-TFB20					1550nm	1310nm	
MFB-TFA40	100	WDM (LC)	Single Mode	40km	1310nm	1550nm	-40~75°C
MFB-TFB40					1550nm	1310nm	

### Anexo N° 9 “Especificaciones del transceiver”

Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/hp-x130-10g-sfp-lc-lr-transceiver-10905323397.html>



### Anexo N° 10 “Tendido interno”

Fuente: Elaboración propia