

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



TESIS

**“ARQUITECTURA DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGÍA
GPON PARA HABILITAR EL SERVICIO DE INTERNET EN EL
CENTRO POBLADO DE COMATRANA, ICA 2022”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

AUTORES:

Bach. FRANCISCO FINQUIN, Erik Ruben

Bach. ROJAS DAVIRAN, Andres Arturo

ASESOR:

Dr. Ing. CESAR AUGUSTO SANTOS MEJIA

Callao, 2023

PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : Dr. Ing. JACOB ASTOCONDOR VILLAR
SECRETARIO : Mg. Ing. JORGE ELIAS MOSCOSO SANCHEZ
VOCAL : Mg. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS

ASESOR : Dr. Ing. CESAR AUGUSTO SANTOS MEJIA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE TESIS SIN CICLO DE TESIS

A los 22 días del mes de marzo Del 2023 siendo las 11:00 Horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Calla, (Res. Resolución DECANAL N° 039-2023-DFIEE)

Dr. Ing. JACOB ASTOCONDOR VILLAR

Presidente

Mg. Ing. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ

Secretario

Dr. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS

Vocal

Con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres FRANCISCO FINQUIN, ERIK RUBEN y ROJAS DAVIRAN, ANDRES ARTURO; quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniería Electrónica tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada "ARQUITECTURA DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGÍA GPON PARA HABILITAR EL SERVICIO DE INTERNET EN EL CENTRO POBLADO DE COMATRANA, ICA 2022", con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 14 y 17 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 047-92-CU, en el Capítulo N° 06, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por Aprobado Calificativo bueno nota: 15 (quince) a los expositores FRANCISCO FINQUIN, ERIK RUBEN y ROJAS DAVIRAN, ANDRES ARTURO; con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 12:20 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 216 Del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.


.....
Dr. Ing. JACOB ASTOCONDOR VILLAR
PRESIDENTE


.....
Mg. Ing. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ
SECRETARIO


.....
Dr. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS
VOCAL

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

TÍTULO: “ARQUITECTURA DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGÍA GPON PARA HABILITAR EL SERVICIO DE INTERNET EN EL CENTRO POBLADO DE COMATRANA, ICA 2022”

AUTORES:

BACH. FRANCISCO FINQUIN ERIK RUBEN / ORCID: 0000-0003-4075-3034 / DNI 47843370

BACH. ROJAS DAVIRAN ANDRES ARTURO / ORCID: 0000-0003-2869-6946 / DNI 71765898

ASESOR:

DR. CESAR AUGUSTO SANTOS MEJÍA / ORCID: 0000-0002-1208-880X

LUGAR DE EJECUCIÓN: CENTRO POBLADO DE COMATRANA, DISTRITO DE ICA

UNIDAD DE ANÁLISIS: USUARIOS DEL SERVICIO DE INTERNET EN EL CENTRO POBLADO DE COMATRANA

TIPO DE INVESTIGACIÓN: APLICADA

ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN: CUANTITATIVO

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: EXPERIMENTAL DEL TIPO CUASIEXPERIMENTAL

TEMA OCDE: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

DEDICATORIA

A mi madre Gladys Finquin Méndez que siempre supo guiarme por el buen camino.

A mi padre Rubén Francisco Benites por ser mi mejor maestro y ejemplo a seguir.

A mis abuelas Rosa Benites y Pascuala Méndez que siempre anhelaron verme lograr mis metas.

A mis padres Ildelfonso Rojas e Iris Daviran que me han apoyado en todo momento y han formado en mis valores fundamentales como la humildad y honestidad los cuales se verán reflejados en el desarrollo de mi profesión.

A mi esposa Liszt la cual está siempre conmigo apoyándome en las buenas y en las malas para poder ser un mejor profesional.

Andrés

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis seres queridos que desde el cielo me iluminan y me dan ánimos para nunca rendirme.

A mi familia por inculcarme los valores y hábitos que me ayudan a cumplir mis sueños.

A mi amada UNAC por darme sabiduría y competencias para lograr ser un profesional.

Erik

Mi principal agradecimiento es a Dios quien me a dado salud y sabiduría para hacer las cosas bien.

También a mis profesores y familiares que me aportaron su conocimiento y valores lo cual es el pilar para lo que soy como estudiante y profesional actualmente.

Andrés

ÍNDICE

INDICE DE TABLAS	6
INDICE DE FIGURAS	7
LISTA DE ABREVIATURAS.....	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1. Descripción de la realidad problemática	17
1.2. Formulación del problema.....	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Objetivos	18
1.3.1. Objetivo general	18
1.3.2. Objetivos específicos.....	18
1.4. Justificación	19
1.4.1. Teórica	19
1.4.2. Tecnológica	19
1.4.3. Económica.....	19
1.4.4. Social.....	19

1.5.	Delimitantes de la investigación.....	20
II.	MARCO TEÓRICO.....	21
2.1.	Antecedentes: Internacional y nacional.....	21
2.1.1.	Antecedentes internacionales	21
2.1.2.	Antecedentes nacionales	23
2.2.	Bases teóricas	26
2.2.1.	Servicio de internet en el Perú	26
2.3.	Marco conceptual.....	28
2.3.1.	La sociedad de la información	28
2.3.2.	Descripción de la red.....	28
2.3.3.	Fibra óptica.....	30
2.3.4.	Tipos de fibra óptica	30
2.3.5.	Aplicaciones de la fibra óptica:	31
2.3.6.	Ventajas de la fibra óptica:	31
2.3.7.	Desventajas de la fibra óptica:	32
2.3.8.	Ancho de banda	32
2.3.9.	Redes FTTX	33
2.4.	Definición de términos básicos	42
III.	HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	44
3.1.	Hipótesis	44

3.1.1.	Hipótesis general.....	44
3.1.2.	Hipótesis específicas.....	44
3.2.	Operacionalización de variables.....	44
IV.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	46
4.1.	Diseño metodológico.....	46
4.2.	Método de investigación.....	46
4.2.1.	Ingeniería de gabinete, presupuesto y cronograma del proyecto.	46
4.2.1.1.	Diseño del tendido:.....	47
4.2.1.2.	Proyección de postería:.....	50
4.2.1.3.	Proyección de equipos:.....	53
4.2.1.4.	Levantamiento de información:.....	55
4.2.1.5.	Proyección de cajas NAP.....	59
4.2.2.	Permisos del proyecto.....	69
4.2.2.1.	Permisos del municipio (FUIIT).....	69
4.2.2.2.	Permisos para alquiler de postes de terceros.....	70
4.2.3.	Implementación del proyecto.....	73
4.2.3.1.	Suministro e instalación de postería de telecomunicaciones ...	74
4.2.3.2.	Tendido de fibra óptica.....	81
4.2.3.3.	Instalación de equipos pasivos.....	89
4.2.3.4.	Empalmes o fusiones de fibra óptica en equipos pasivos.....	97

4.2.3.5.	Acceso al nodo o estación base “ICA – II”.....	100
4.2.3.6.	Empalmes en el nodo o estación base “ICA – II”.....	104
4.2.4.	Pruebas de calidad, mediciones de potencia e IOLM en red FTTH	105
4.2.4.1.	Pruebas de calidad.....	105
4.2.4.2.	Mediciones IOLM en red apagada.....	108
4.2.4.3.	Mediciones de potencia en red activa:	110
4.3.	Población y muestra.....	111
4.4.	Lugar de estudio y periodo desarrollado	111
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	112
4.6.	Análisis y procesamiento de datos.....	113
4.7.	Aspectos Éticos en Investigación.....	113
V.	RESULTADOS.....	114
5.1.	Resultados descriptivos	114
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	117
6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	117
6.2.	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	118
VII.	CONCLUSIONES.....	119
VIII.	RECOMENDACIONES	120
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
	ANEXOS	126

Anexo N°1: Matriz de consistencia	127
Anexo N°2: Cronograma de ejecución del proyecto	129
Anexo N°3: Diagrama de bloques del proyecto	130
Anexo N°4: Ficha técnica del OTDR.....	131
Anexo N°5: Ficha técnica del Medidor de potencia OPM	134
Anexo N°6: Ficha técnica del Localizador visual de fallas VFL.....	136

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Operacionalización de variables.....	45
Tabla N° 2: Items para ejecución del proyecto.....	112

INDICE DE FIGURAS

Fig. N.º 1: “Datos estadísticos de hogares con acceso a internet en el distrito de Pueblo Libre”	24
Fig. N.º 2: “Acceso de internet según las localidades (2017)”	26
Fig. N.º 3: “Evolución de Tasa de Acceso de los Hogares al Servicio de Internet Fijo (%)”	27
Fig. N.º 4: “Conexiones de Internet Fijo y Penetración por Hogares”	27
Fig. N.º 5: “Fibra óptica monomodo de índice escalonado” [11].....	30
Fig. N.º 6: “Fibra óptica multimodo de índice escalonado”	31
Fig. N.º 7: "El círculo virtuoso de la banda ancha"	33
Fig. N.º 8: “Esquema de redes FTTX”	34
Fig. N.º 9: "Diagrama Equipos Activos OLT"	36
Fig. N.º 10: "Diagrama Equipos Activos ONT"	37
Fig. N.º 11: "Esquema de un equipo ONT básico"	37
Fig. N.º 12: "Divisor Óptico Pasivo"	38
Fig. N.º 13: "Distribuidor de Fibra Óptica"	39
Fig. N.º 14: "Fibra Óptica en Arquitectura FTTH"	39
Fig. N.º 15: "Conectores para Fibra Óptica"	40
Fig. N.º 16: "Adaptadores para Fibra Óptica"	40
Fig. N.º 17: "Patchcord de fibra óptica"	41
Fig. N.º 18: "Cajas de Empalme de fibra óptica"	41
Fig. N.º 19: “Catastro base de la zona a recorrer en la Ciudad de Ica”	47
Fig. N.º 20: “Recorrido del cable de fibra óptica de 144 hilos”	48
Fig. N.º 21: “Recorrido del cable de fibra óptica de 96 hilos”	48
Fig. N.º 22: “Recorrido del cable de fibra óptica de 24 hilos”	49
Fig. N.º 23: “Ubicación georreferenciada de postera de BT de Electro dunas”	50
Fig. N.º 24: “Fotografía de un poste con base en mal estado, nivel I de criticidad”	51
Fig. N.º 25: “Ubicación georreferenciada de una esquina en donde se requerirá plantar un poste para cruzar la calle (instalación de medio vano o medio cruce)”	52

Fig. N.º 26: “Ubicación georreferenciada de proyección de postes de telecomunicaciones de 9.00m.”.....	53
Fig. N.º 27: "Nomenclatura de equipos pasivos que se proyectarán"	54
Fig. N.º 28: “Ubicación de equipos pasivos a instalar en el catastro base”	55
Fig. N.º 29: “Poste ELECTRODUNAS de baja tensión, se encuentra apto para realizar tendido e instalación de equipos”	56
Fig. N.º 30: “Poste de media tensión en donde no se podrá realizar tendido debido a la presencia de un sifón eléctrico”	57
Fig. N.º 31: “Subestación Aérea Biposte (SAB), en la cual no se puede realizar tendido ni proyección de equipos”.....	58
Fig. N.º 32: “Poste ELECTRODUNAS de baja tensión, se encuentra apto para realizar tendido e instalación de equipos”	59
Fig. N.º 33: “Poste ELECTRODUNAS de baja tensión, se encuentra apto para realizar tendido e instalación de equipos”	60
Fig. N.º 34: “Catastro base con clúster sectorizados, tendidos y equipos pasivos”	61
Fig. N.º 35: “Gabinetes y equipos activos / pasivos dentro de estación base Ica – II”	62
Fig. N.º 36: “OLT activa, de donde parten los enlaces hacia las cajas NAP” ...	63
Fig. N.º 37: "Diagrama de enlace de Estación base hacia Mufa Troncal"	64
Fig. N.º 38: "Diagrama de Enlace de Manga Troncal 01 hacia Manga de Distribución ICA_194"	64
Fig. N.º 39:“Diagrama de empalmes de la manga de Distribución para clúster ICA_194_01”.....	65
Fig. N.º 40: "Diagrama de empalmes de la manga de distribución para clúster ICA_194_01".....	66
Fig. N.º 41: "Diagrama de empalmes para las NAP del clúster ICA_194 (del 01 al 08)".....	67
Fig. N.º 42: "Diagrama de empalmes para las NAP del clúster ICA_194 (del 09 al 16)".....	67
Fig. N.º 43: "Contorno de clúster ICA_194".....	68
Fig. N.º 44: “Distribución de redes y equipos en clúster ICA_194”	69

Fig. N.º 45: “Distancia mínima de seguridad entre cableado de baja tensión y cableado de fibra óptica”	71
Fig. N.º 46: “Poste Electrodunas de baja tensión con presencia de sifón eléctrico, por el cual no es posible realizar proyección de equipos ni cableado de fibra óptica”	72
Fig. N.º 47: “Transformador MT a BT o subestación aérea Biposte, la cual no se puede utilizar como punto de apoyo”	73
Fig. N.º 48: “Personal de planta externa realizando trabajos de obra civil para plantado de poste”	75
Fig. N.º 49: “Personal de planta externa realizando plantado de poste con una grúa de 15.00 Ton”	77
Fig. N.º 50: “Grúa para izaje y plantado de postería de telecomunicaciones, llevando los postes hacia la zona de trabajo”	78
Fig. N.º 51: “Infraestructura de concreto (poste de telecomunicaciones) instalado para realizar cruce de vía”	79
Fig. N.º 52: "Personal de planta externa realizando el traslado de postería hacia grúa de 15.00 Ton.".....	80
Fig. N.º 53: “Poste plantado con el área de trabajo limpia”	81
Fig. N.º 54: “Personal de tendido de fibra óptica con bobina de fibra óptica” ...	82
Fig. N.º 55: “Carretes de Fibra Óptica de 144H, 96H y 24H en almacén”	84
Fig. N.º 56: “Personal de tendido de fibra óptica con escalera telescópica”	85
Fig. N.º 57: “Personal de tendido de fibra óptica realizando actividades”	86
Fig. N.º 58: "Etiquetado de cables de fibra óptica para su posterior reconocimiento por el equipo de mantenimiento preventivo / correctivo".....	88
Fig. N.º 59: “Poste Electrodunas con fibra óptica ya instalado”.....	89
Fig. N.º 60: “Personal de tendido de fibra óptica acondicionado de mufa troncal 01”	91
Fig. N.º 61: “Fotografía de puertos de distribución y derivación de la MT01” ...	92
Fig. N.º 62: "Bandejas internas de Mufa de distribución"	93
Fig. N.º 63: "Bandejas internas de Mufa de distribución con hilos fusionados y splitters de 1:4"	93

Fig. N.º 64: "Mufa de distribución acondicionada lista para ser instalada en poste"	94
Fig. N.º 65: "Parte externa de Caja NAP con rotulado para identificación"	95
Fig. N.º 66: "Parte interna de caja NAP, se aprecia las 02 fusiones realizadas y los splitters 1:16 preinstalados en la misma"	95
Fig. N.º 67: "Parte interna de caja NAP, se aprecia la bandeja superior donde muestra los 16 puertos para conexión hacia abonados"	96
Fig. N.º 68: "Instalación de caja NAP en poste"	96
Fig. N.º 69: "Instalación de caja NAP junto a Mufa de distribución en poste eléctrico"	97
Fig. N.º 70: "Fusionadora JILONG KL-360E certificada para realizar trabajos en planta externa"	98
Fig. N.º 71: "Gabinetes en estación base ICA-02 con equipos activos y pasivos, en los cuales se encuentra el ODF de la Troncal 15"	101
Fig. N.º 72: "Parte trasera de los ODF en los cuales se aprecia el acceso del cable de 144H"	102
Fig. N.º 73: "Gabinete N°3 con 03 ODF instalados para la troncal 15"	103
Fig. N.º 74: "ODTR con IOLM EXFO FTB-1, equipo que se utilizará para realizar las pruebas de calidad a los hilos de FO"	105
Fig. N.º 75: "Personal certificado realizando pruebas de calidad a los hilos de FO"	106
Fig. N.º 76: "Reporte de OTDR donde se muestra las características fundamentales de la Fibra Medida"	106
Fig. N.º 77: "Reporte de OTDR para medición en ventana 1310 nm"	107
Fig. N.º 78: "Reporte de OTDR para medición en ventana 1550 nm"	107
Fig. N.º 79: "Fusionadora JILONG KL-360E certificada para realizar trabajos en planta externa"	108
Fig. N.º 80: "Reporte de IOLM donde se muestra las características fundamentales de la Fibra Medida"	109
Fig. N.º 81: "Grafica del enlace donde se muestra el diagrama del enlace, así como sus componentes desde la caja NAP hacia el ODF"	109

Fig. N.º 82: "Pruebas con OPM en ventanas 1310nm y 1550nm usando la OLT como fuente activa"	110
Fig. N.º 83: "Prueba de potencia en ventana 1310 nm y 1550 nm realizada en la NAP 01, CLÚSTER ICA_194, puertos 07 y 08"	114
Fig. N.º 84: "Pruebas de calidad de enlace realizado en un equipo OTDR, en la NAP 01, CLÚSTER ICA_194, puerto 08"	115
Fig. N.º 85: "Plano de cobertura por cajas NAP en la ciudad de Comatrana, Ica"	117

LISTA DE ABREVIATURAS

FTTH	Fiber To The Home
GPON	Gigabit Passive Optical Network
RNDFO	Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica
FTTB	Fiber to the building
FTTC	Fiber to the curb
FTTN	Fiber to the Node
OLT	Terminación de línea óptica
ONT	Optical Network Terminal
TDM	Multiplexación de división de tiempo
BT	Baja tensión
MT	Media tensión
NAP	Network Access Point
SAB	Subestación aérea Biposte
SFP	Small Form Factor Pluggable
FUIIT	Formulario único de instalación de infraestructura de telecomunicaciones
FO	Fibra óptica
EPP	Equipo de protección personal
DMS	Distancia mínima de seguridad

RESUMEN

Actualmente los sistemas de transmisión por fibra óptica, van tomando mayor demanda por su gran capacidad de transmisión de video, audio, voz, y datos, a alta velocidad.

En el presente proyecto de tesis se buscó diseñar e implementar una red FTTH con tecnología GPON para brindar servicio de internet de calidad al centro poblado de Comatrana, Ica. Ante la necesidad de un servicio de internet de calidad y gran velocidad, para lo cual es importante el empleo de una red de fibra óptica.

Para la realización de este proyecto de tesis, se ha dividido en 4 etapas: Ingeniería de gabinete, presupuesto y cronograma del proyecto, Permisos del proyecto, Implementación del proyecto, Pruebas de calidad, mediciones de potencia e IOLM en red FTTH.

La primera etapa de "Ingeniería de gabinete, presupuesto y cronograma de proyecto" es donde se realiza el levantamiento de la información de campo, el diseño del plano en gabinete y el presupuesto total de la obra con su tiempo de implementación.

La segunda etapa que es "Permisos del municipio", se indica el formulario único de instalación de infraestructura de telecomunicaciones, el cual es un documento que se entrega a la municipalidad de la zona, donde se recibe la autorización para poder realizar los trabajos de telecomunicaciones. Cabe mencionar que también hay que realizar permisos de alquiler de postes de terceros entre otros.

La tercera etapa es de "Implementación del proyecto", el cual da inicio una vez estén aprobados todos los permisos municipales anteriormente mencionados. En esta etapa se realiza el tendido de la fibra óptica y la instalación de equipos pasivos, etc.

Finalmente, en la última etapa se realizan las pruebas de calidad y mediciones de potencia. Comprobando la accesibilidad y conformidad de la instalación, garantizando que la señal esté dentro de los parámetros establecidos y sea de calidad.

Palabras claves: GPON, Fibra óptica, FTTH, internet

ABSTRACT

Currently, fiber optic transmission systems are gaining greater demand due to their high capacity for high-speed transmission of video, audio, voice, and data.

In this thesis project, we sought to design and implement a FTTH network with GPON technology to provide quality internet service to the town of Comatrana, Ica. Given the need for a high-speed, quality Internet service, for which the use of a fiber optic network is important.

For the realization of this thesis project, it has been divided into 4 stages: Cabinet engineering, project budget and schedule, Project permits, Project implementation, Quality tests, power measurements and IOLM in the FTTH network.

The first stage of "Engineering office, budget and project schedule" is where the field information is collected, the design of the office plan and the total budget of the work with its implementation time.

The second stage, which is "Permits from the municipality", indicates the single form for the installation of telecommunications infrastructure, which is a document that is delivered to the municipality of the area, where the authorization to carry out the telecommunications work is received. It is worth mentioning that it is also necessary to carry out rental permits for third-party poles, among others.

The third stage is "Implementation of the project", which begins once all the aforementioned municipal permits are approved. In this stage, the laying of the optical fiber and the installation of passive equipment, etc. are carried out.

Finally, in the last stage, quality tests and power measurements are carried out. Checking the accessibility and conformity of the installation, guaranteeing that the signal is within the established parameters and is of quality.

Keywords: GPON, fiber optics, FTTH, internet

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el uso del internet se ha convertido en una necesidad tanto para los hogares, empresas, negocios o instituciones educativas en general. Por lo cual el contar con un servicio de calidad es imprescindible para satisfacer nuestras necesidades, más aún en época de pandemia donde la educación y el ejercicio laboral se viene dando de manera remota. Este trabajo de investigación se proyecta a resolver la escasez de servicio que se viene brindando en el centro poblado de Comatrana en la provincia de Ica, en donde los pobladores pagan altos costos por un servicio de baja calidad. Por lo tanto, al implementar un sistema de red con fibra óptica, los usuarios pueden obtener acceso de internet de mayor cobertura y ancho de banda.

Para la ejecución de este proyecto se consideraron puntos importantes como el estudio de factibilidad, el cual refiere a un análisis del campo o zona donde se va ejecutar el proyecto; se debe realizar un diagrama unifilar, para poder realizar el esquema de instalación; la cuantificación del cableado a utilizar, y después de la implementación se debe analizar los pulsos para verificar la calidad del enlace instalado.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Actualmente, los servicios de fibra óptica en el Perú, capaces de brindar internet de banda ancha, telefonía móvil, televisión digital y otros, están al alcance de los hogares peruanos, lo cual ha dispuesto cierta dependencia de este recurso. Las operadoras se encargan de brindar diversos servicios que brinda esta tecnología, para que las personas puedan comunicarse en su vida diaria, con una buena velocidad de transmisión y a un precio que sea de su interés. Pero, ¿Qué ocurre con las personas que viven fuera de la capital? Debido al centralismo, en lugares fuera de Lima, como la ciudad de Ica, se mantiene un monopolio en los servicios de telecomunicaciones, haciendo que las personas no tengan otras operadoras, ni precios a escoger. Siendo así, al dar un recorrido por la ciudad de Ica, notamos que la transmisión de servicios de telecomunicaciones hacia los hogares, están dadas por conexiones de cable coaxial y transmitidos por un solo operador. Conociendo esto, se quiere dar a conocer a las personas una nueva tecnología de fibra óptica, del tipo FTTH (Fiber To The Home), con ventajas mayores a la del cable coaxial.

Es tanto el avance tecnológico en el que vivimos, que el tener internet se ha convertido en algo indispensable para todas las personas en el mundo, de tal manera que sería casi absurdo no tener este servicio en casa, negocios, instituciones educativas, e industrias. Sin embargo, es ahí donde reside la preocupación, ya que debido a la centralización hay zonas rurales en donde este recurso es escaso o tiene una señal deficiente y a pesar de ello los usuarios pagan por este servicio, generando malestar. [1]

Es por ello que el siguiente proyecto de investigación busca brindar una solución a este inconveniente de servicio en el centro poblado de Comatrana, en la provincia de Ica.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera la arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON habilitará el servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera la arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON generará la potencia óptica necesaria para habilitar el servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022?
- ¿De qué manera la arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON podrá habilitar la cobertura del servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Ejecutar la arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON para habilitar el servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022

1.3.2. Objetivos específicos

- Ejecutar la arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON para generar la potencia óptica necesaria para habilitar el servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022.

- Ejecutar la arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON para habilitar la cobertura del servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022

1.4. Justificación

1.4.1. Teórica

La investigación propuesta busca, a través de la aplicación de la teoría de redes de fibra óptica y tecnología GPON encontrar soluciones y permitir la habilitación de servicio de internet en el centro poblado de Comatrana en la provincia de Ica. Este proyecto a su vez permitirá al investigador contrastar diferentes conceptos de implementación y ejecución, lo cual servirá para otros proyectos similares.

1.4.2. Tecnológica

La implementación de fibra óptica, es actualmente el futuro tecnológico en servicio de internet, debido a que no solo permite cubrir mayor distancia a gran calidad de servicio, sino que también nos garantiza un buen ancho de banda el cual es dispensable para el usuario.

1.4.3. Económica

El despliegue de la fibra óptica es una tecnología más económica y a la vez duradera, con mejor desempeño que el Cobre. Esta tecnología nos lleva a un mejor desarrollo económico y social. Permitiendo que más hogares, empresas y provincias estén intercomunicadas, conformando así ecosistemas de información.

1.4.4. Social

Este proyecto de investigación permite el crecimiento tecnológico, económico y social, ya que su implementación genera un crecimiento

para que más familias estén comunicadas, y cuenten con servicio de internet de gran cobertura y calidad a un buen precio.

1.5. Delimitantes de la investigación

La investigación se limita debido a la actual pandemia por Covid19 ya que se requiere de un análisis minucioso del área a trabajar, el cual impedía un libre tránsito por la zona. Además de los permisos requeridos por las instituciones locales, para poder realizar la implementación del proyecto. Es necesario mencionar como limitante de la investigación el costo de la implementación del proyecto, el tiempo que demora en ejecutarse y muchas veces el desconocimiento de los usuarios.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: Internacional y nacional

Para la realización del presente proyecto de tesis se tomaron como antecedentes, trabajos cuyo diseño e implementación ejecuten redes de fibra óptica y tecnología GPON, lo que genera un gran impacto social y avance tecnológico.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Iguavita (2021), en su tesis de grado titulada “Diseño de una red de fibra óptica GPON para el barrio Chicalá de Bogotá bajo los lineamientos de gestión de proyectos del PMI”, tuvo como objetivo la ejecución de una red GPON para la ciudad de Chicalá, el cual sirve de guía para una futura implementación brindando un mayor ancho de banda a los usuarios. También tuvo como objetivo específico el análisis actual de la red a trabajar y escoger los equipos idóneos para cumplir el pedido de ancho de banda y potencia según el número de usuarios, y con ello proponer un financiamiento justo para la implementación del proyecto. La metodología de investigación es del tipo descriptivo ya que recolecta información para luego realizar el diseño de la red. El diseño de la investigación se plantea en primer lugar como propuesta del diseño de la red GPON en la zona urbana de Chicalá, luego se realiza el lineamiento de la situación zonal para el despliegue de la red y tendido de la fibra óptica, y para finalizar se hizo la gestión y financiamiento del proyecto. Este proyecto fue diseñado para que sirva como una guía, teniendo en cuenta los costos bajo un escenario del mercado actual, el cual pueda ejecutarse manera que no sobrepase el financiamiento requerido. Esta tesis coincide con la nuestra debido a que realiza desde el estudio de la zona a implementar hasta el presupuesto dado para llevarse a cabo de manera efectiva el diseño. [2]

Rivera & Huertas (2017), en su tesis de grado titulado “Estudio para la implementación de red GPON en el sector comercial de Barrancabermeja”,

tuvo como objetivo hacer la evaluación en la zona de Barrancabermeja para implementar una red GPON el cual dará una mejor cobertura a sus clientes. Este proyecto está abocado a brindar una opción distinta a las actuales tecnologías que por tantos años se vienen empleando, busca también optimizar la perceptibilidad de la zona, utilizando mejoras en el cableado de fibra óptica ya que actualmente se vienen usando cables de cobre. Esta zona comercial donde los usuarios son en su mayoría grandes empresarios requiere un ancho de banda que satisfaga sus necesidades y con la actual instalación no cubren sus expectativas, es por ello que requieren una mejora y cambio de tecnología que pueda satisfacer las necesidades de los usuarios empresarios. Para ello se realizaron análisis viables para poder desarrollar la implementación de la red GPON de manera asertiva y que pueda resolver los problemas de ancho de banda y cobertura que tienen. Este proyecto tras la implementación de la fibra óptica, tuvo como resultados optimización en el ancho de banda del enlace, menor impedimento al traspaso de información, aumento de la transmisión y mensajería, menor costo de producción, menor reclamos de parte de los usuarios. Como conclusión de proyecto, el autor indicó que una tecnología de FTTH otorga mejor calidad de servicio y es rentable para implementar, impidiendo sobre costos y es de gran demanda. [3]

Martínez (2021), en su tesis de grado titulada “Diseño de una Red de Acceso PON FTTH para un Bloque de Edificios por Interior”, tuvo como objetivo poder ofrecer de manera explícita el desarrollo de una red FTTH pasiva, que suministre el servicio de internet a una localidad con 2 edificios y 135 casas con 11 locales, en la ciudad de Valencia. Este proyecto consta de dos partes; inicialmente la parte teórica donde se evidencian las escaseces, problemáticas, normas técnicas y teoría necesaria para la implementación y diseño de FTTH en edificaciones. Finalmente se ejecuta el proyecto donde se componen las problemáticas del diseño, materiales, tendido de la red dorsal, y cálculos para su elaboración. El presente proyecto se elaboró realizando un análisis de la situación actual con arquitectura GPON y FTTH,

reuniendo información relevante, para luego empezar con la ejecución del proyecto, implementando una red FTTH de prueba. El autor concluye mencionando la gran relevancia que tiene la arquitectura GPON para la entrega de datos de voz, internet y televisión en alta calidad. Como también la gran comodidad para su ejecución y bajo costo de desarrollo. Por lo tanto, es recomendable el uso de la fibra óptica en sus diferentes tipos, concluyendo que la fibra monomodo es la más idónea para instalaciones de grandes distancias, ya que otorga mejor cobertura y ancho de banda requerido. [4]

2.1.2. Antecedentes nacionales

Arribasplata (2021), en su tesis de grado titulada “Diseño de una Red FTTH aplicando el estándar GPON en el distrito de Santiago de Surco”, tuvo como objetivo generar una impresión concreta de la implementación de una red de fibra óptica, usando tecnología GPON para la ciudad de Surco en Lima, otorgando mejor velocidad y calidad de servicio a menor precio de lo habitual a todas las familias. Aumentar la velocidad de internet se ha vuelto un requisito para nuestro día a día. Este proyecto responde por qué el uso de la fibra óptica es preferible en la actualidad tanto como mejora en calidad como también en la parte económica. Este proyecto tiene como objetivo general el alcanzar una mejor llegada de ancho de banda al distrito de Surco, a través de la fibra óptica, mostrando sus capacidades y virtudes para proyectos futuros. Se obtuvo como resultado que la fibra óptica es técnica y económicamente factible, consiguiendo más que el rendimiento esperado. El autor concluye que para poder disminuir la distancia técnica en ancho de banda que hay actualmente, es necesario el uso de la fibra óptica y que sumado con la tecnología GPON la calidad de servicio será óptimo. Como resultado de su investigación respalda llegada del 40% del ancho de banda, también se obtiene 27.02 dB de atenuación el cual es menos de lo sugerido, y que económicamente el proyecto es factible y rentable para las empresas que lo implementen. [5]

Pomatanta (2021), en su tesis de grado titulada “Diseño de una red de acceso FTTH basada en el estándar GPON para el distrito de Pueblo Libre”, tuvo como objetivo el poder brindar comodidad de servicio de banda ancha a propiedades, edificios, en el distrito de Pueblo Libre, haciendo como ejemplo para que otras empresas de telecomunicaciones también puedan hacer uso de la fibra óptica en sus instalaciones, ya que este otorga un servicio de calidad para todas las familias. La justificación de la investigación se adecua a la carencia que hay en el Perú con respecto a la tecnología y queda como impulso para que cambie el sistema que brinda este tipo de servicio a uno con fibra óptica el cual es mucho mejor tanto técnicamente como económicamente. La problemática se basa en que la empresa WIN que brinda internet 100% de fibra óptica llegue a más distritos de la capital, siendo el distrito de Pueblo Libre el primer punto de difusión. La figura muestra los datos estadísticos del distrito.

Población	• 90,700
Hogares	• 27,000
Habitantes por hogar	• 3.36
% de toda la población en Lima y Callao	• 0.86%
Hogares con acceso a internet	• 12,940
% de hogares con acceso a internet en el distrito	• 47.29%

Fig. N.º 1: “Datos estadísticos de hogares con acceso a internet en el distrito de Pueblo Libre” [6]

Esta figura detalla que al menos el 50% de la población del distrito cuenta con acceso a internet, y eso es debido al requerimiento tecnológico de nuestra sociedad. La investigación es del tipo cualitativa y con un diseño no experimental, ya que no hay manipulación de las variables, sino muestra una disposición natural el cual luego es analizado y descrito. El autor concluye que la tesis mostrada es factible y puede ser abarcada en todo el distrito de

Pueblo libre sin ningún inconveniente, tanto para hogares, edificios y condominios. También resalta que el uso de tecnología GPON brinda un costo bajo por mantenimiento y una gran permanencia de 30 años como mínimo. [6]

Seminario (2021), en su tesis de grado titulada “Diseño de una red piloto FTTH utilizando estándar GPON, en modalidad de conmutación de datos por paquetes para el distrito de Miraflores - Lima”, tuvo como objetivo realizar el diseño de una red de fibra óptica con arquitectura GPON el cual otorgue acceso a internet de calidad a las familias del distrito de Miraflores. La metodología utilizada fue primeramente un análisis de la zona para así definir el número de usuarios interesados por el nuevo servicio, viendo puntos estratégicos y las herramientas e instrumentos que se usaron. Se consideraron 3 partes, inicialmente el nodo FTTH, luego la parte donde están los equipos para el enlace con el nodo de fibra óptica, y finalmente donde están las cajas ópticas y mufa para que desde ahí se haga la instalación al usuario. Esta investigación se origina por la escasez de avance tecnológico con respecto al servicio de ancho de banda que se viene ofreciendo en el distrito de Miraflores. Tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo (mixto). El autor concluyó que para que el proyecto sea viable es necesario iniciar con un análisis de la zona para así poder evaluar la demanda indispensable de la red, la cual se proyectó para brindar el servicio a un 75% de usuarios del distrito. El autor recomienda según su estudio, que es necesario de ahora en adelante se brinde servicio de internet por fibra óptica ya que mejora la calidad del servicio como el presupuesto para la empresa y familias que lo adquieran, también recomienda evaluar más equipos que puedan cubrir mayor cobertura de servicio y por último gestionar un mantenimiento preventivo a la red para así tenga mayor durabilidad. [7]

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Servicio de internet en el Perú

Actualmente el 48% de las personas del planeta tienen servicio de internet, siendo el continente europeo el que mayor acceso a este tiene, quedando al final el continente africano. Como se puede observar en la Fig. N°2 [8]

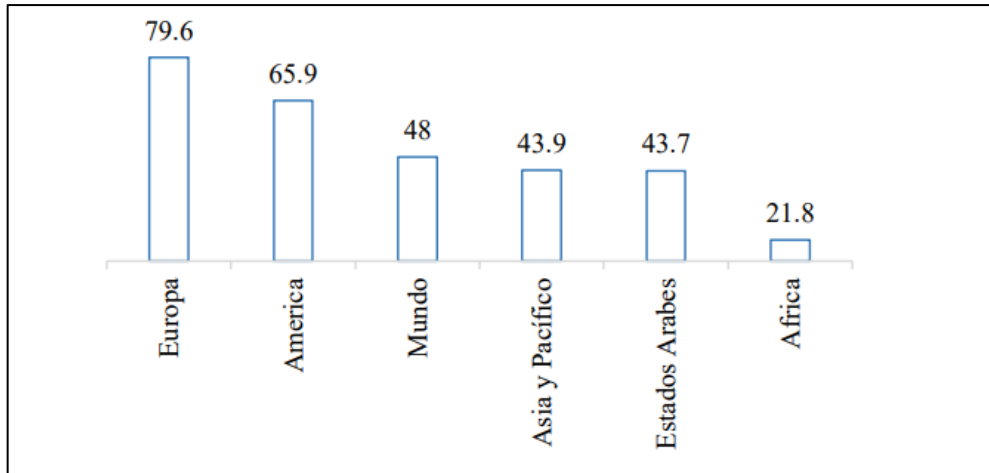


Fig. N.º 2: "Acceso de internet según las localidades (2017)" [8]

En el Perú, fue recién en el año 2012 que hubo un crecimiento notorio en los cimientos de la red nacional de comunicaciones, con el objetivo de incrementar el acceso de internet en todo el país. Ante ello, en el año 2016 ingreso a operar la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RNDFO) y que tras varios proyectos en distintas regiones se pudo distribuir y acceder al servicio de fibra óptica. No obstante, hasta hace un año solo el 3,2% de la red viene siendo utilizada. [9]

Entre las telecomunicaciones que hay en el país, podemos mencionar como las más relevantes, telefonía fija, móvil, internet y televisión por cable. Estando la cobertura de internet en zonas rurales menos del 40%. [10]

El acceso de internet fijo en las familias de estas zonas se encuentra por debajo del 10%. [10]

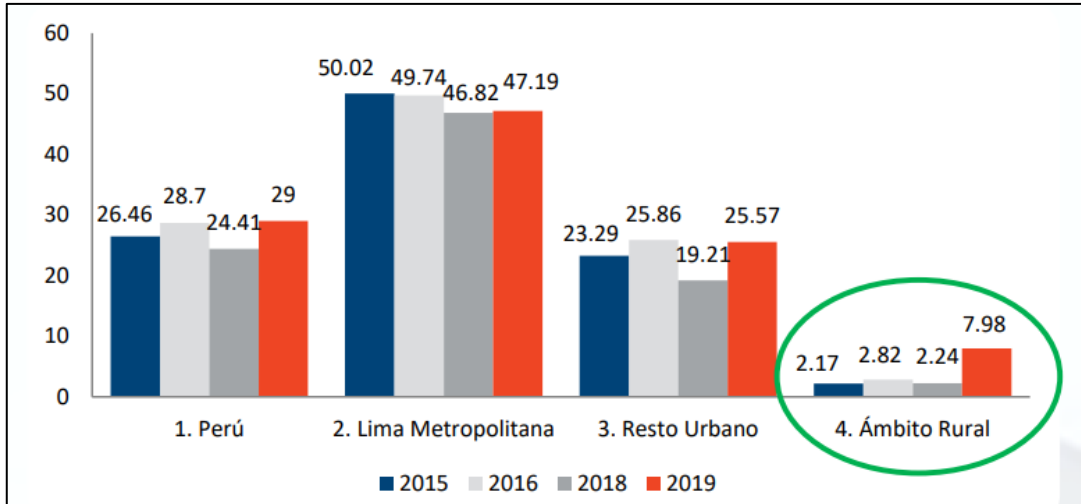


Fig. N.º 3: “Evolución de Tasa de Acceso de los Hogares al Servicio de Internet Fijo (%)” [10]

A continuación, se muestra los tipos de conexión de internet en los domicilios, donde notamos que la tecnología xDSL ha tenido un decrecimiento en los últimos años. [10]

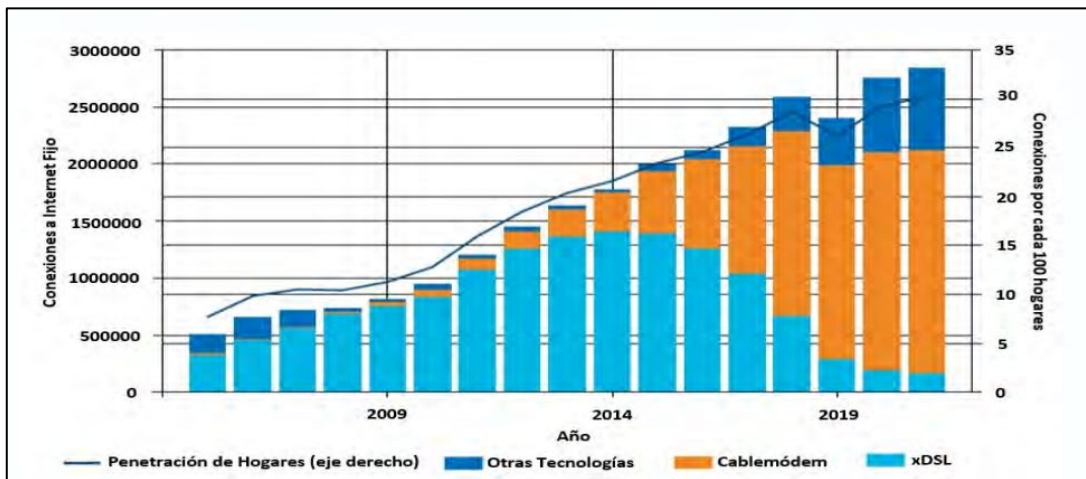


Fig. N.º 4: “Conexiones de Internet Fijo y Penetración por Hogares” [10]

Entre las empresas involucradas con mayor demanda en sector de las telecomunicaciones podemos nombrar:

- Movistar (Telefónica del Perú SAA)
- Claro, registrada como América Móvil Perú SAC
- Entel Perú, filial de Entel Chile
- Bitel, empresa vietnamita Viettel Telecom, con filial en Perú [11]

2.3. Marco conceptual

2.3.1. La sociedad de la información

La Sociedad de la Información manifiesta una gran variación de la estructura de la sociedad y la economía constituyendo recursos elementales para la prosperidad y conveniencia, simbolizando una buena ocasión para todas las ciudades. Este desarrollo genera un incremento de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), las cuales marcan a todos los niveles sociales, teniendo gran dominio en aspectos económicos. Se define a las TIC como instrumentos para que los usuarios puedan compartir, repartir, asignar, captar y transmitir información a otros, a través de equipos de cómputos y redes conectadas, en simultáneo. El avance de la microelectrónica en los años setenta, permitieron el desarrollo de las computadoras, telefonía, satélites y otros, los cuales facilitaron la transmisión y recepción de datos, haciendo que la industria se transforme e incremente. De manera simultánea se desarrollaba la informática y las telecomunicaciones, haciendo concurrente el internet y las redes. [12]

2.3.2. Descripción de la red

La estructura de las telecomunicaciones está constituida por un sistema físico mediante el cual se traslada la información desde un emisor a un receptor, y dependiendo de este sistema físico es que se propone un servicio a los usuarios finales, como internet, voz, televisión. La especificación de la red

otorga un servicio que nos indica el recorrido de la información hasta el cliente obteniendo mayor registro de la información. [13]

Elementos en una red de telecomunicación:

Una red consta de dos componentes generales, los canales (enlaces) y nodos.

a) Canales: Es la vía física por donde se traslada la información desde un lugar a otro. Las propiedades de este son de gran transcendencia para una buena comunicación, debido que necesita de ellas para que se transmita una buena señal obtenida en los nodos. Pueden ser de dos tipos, canales guiados y no guiados. [13]

Canales guiados: son vías por donde se trasladan los datos. Son los cables de cobre, coaxiales y de fibra óptica. Estos son los más usados debido a que son los más asequibles, sin embargo, se restringe porque su atenuación crece a mayor distancia del conector, por lo tanto, requiere que se adicione repetidores para así prevenir disminución de la señal. [13]

Canales no guiados: Son los que emiten la señal por el espacio, pueden ser los enlaces microondas o satelitales. Y para abarcar zonas donde los canales guiados no pueden someterse, debido a la poca disposición geográfica. La comunicación por satélite es considerada como un repetidor radioeléctrico que se encuentra en la órbita geoestacionaria, brinda gran ventaja con respecto a otros enlaces ya que su transmisión es de mayor potencia, ocupando mayor espacio de cobertura. Sin embargo, este tiene un importe excesivo, lo que dificulta implementar una estación terrestre. Por lo que se prefiere otro tipo de comunicación. Los radioenlaces son vías de transferencia de datos entre zonas distantes. Sin necesidad de usar materiales físicos como cables o fibras ópticas. [13]

b) Nodos: Es donde se encuentran los equipos que se ocupan de procesar la información recibida y luego enviarlas a través del radio enlace. Estos

equipos desempeñan tareas como constituir y validar el protocolo, respaldando la comunicación y transmisión de información de manera correcta. Un nodo está constituido de tal manera que, si la comunicación se cortara, esta pueda ser completada de forma efectiva, es decir es capaz de restablecerse y continuar con la transferencia de información inmediatamente. [13]

2.3.3. Fibra óptica

La fibra óptica es un hilo delgado, maleable y traslucido que trabaja como conducto de ondas, para transferir luz entre sus bordes. Estas se usan en reemplazo de los cables de cobre o metal, ya que la información transmitida recorre con poca atenuación, además de ser exento a la intromisión eléctrica y magnética. Es decir, no se altera con perturbación electromagnética ni ruido ambiental. Es muy usada para la comunicación de datos en redes de telecomunicaciones. Se mencionan dos tipos: monomodo y multimodo. [14]

2.3.4. Tipos de fibra óptica

a) Fibras monomodo

Esta fibra es usada para la comunicación analógica y digital, su núcleo tiene un diámetro de 8 a 10 μm , con un índice de refracción constante. Solo difunde un rayo de luz de onda fija. [15]

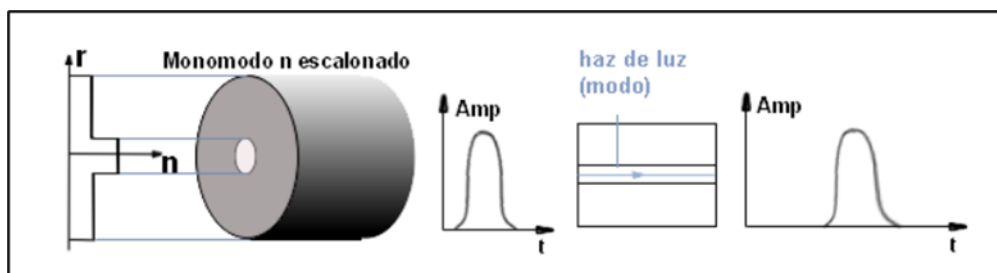


Fig. N.º 5: “Fibra óptica monomodo de índice escalonado” [15]

Fuente: (Carvajal. M. 2014)

b) Fibras multimodo

Generalmente es usada para implementaciones a distancias cortas, ya que difunde más de un flujo de luz, ya que su diámetro es más amplio, entre 50 y 100 μm . Su implementación es más sencilla y asequible. [15]

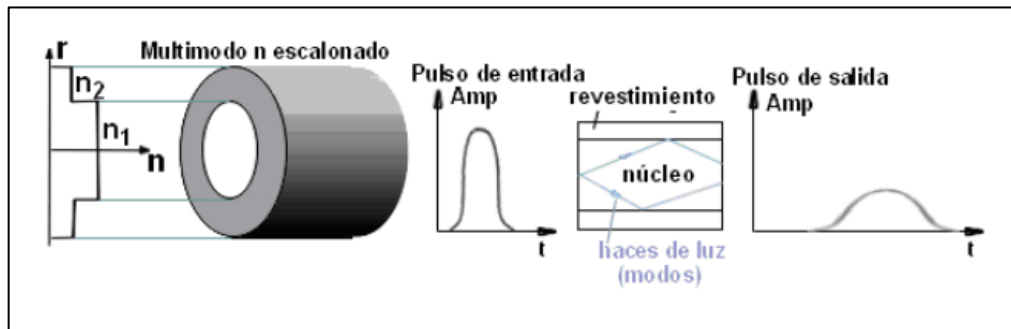


Fig. N.º 6: “Fibra óptica multimodo de índice escalonado” [15]

(Carvajal. M. 2014)

2.3.5. Aplicaciones de la fibra óptica:

La fibra óptica es más usada en las redes de telecomunicaciones debido a su gran calidad de transmisión de información. Actualmente se está implementando bastante las redes con fibra óptica ya que es la vía más confiable para la comunicación a gran velocidad. Hay varios campos en donde también se utiliza la fibra óptica, como por ejemplo para la comunicación de sensores de presión, temperatura, movimiento, incluso para la implementación de equipos biomédicos. [16]

2.3.6. Ventajas de la fibra óptica:

- Las dimensiones son más cómodas que las fibras de cobre o metal.
- Mayor maleabilidad y durabilidad para su implementación.
- Exento a diafonía y diferentes interferencias ambientales
- Poca pérdida de señal por distancia

- Simplicidad para encontrar errores en telemetría
- No es necesaria la seguridad a tierra.

2.3.7. Desventajas de la fibra óptica:

- Inconsistencia para manejar ante vías como el cable de cobre o cable coaxial.
- Importe alto de maquinaria y equipos para su implementación.
- Para realizar uniones de cables se requiere conocimiento técnico.
- No transmite energía, por lo cual se emplean cables de cobre para electrizar los repetidores y componentes finales.
- Se debe impedir el roce con agua para que no haya corrosión ni problemas con la fibra óptica. [16]

2.3.8. Ancho de banda

Es una medida de la amplitud de frecuencia, es decir si un equipo usa un rango de 2.50 GHz a 2.55GHz entonces podríamos decir que su ancho de banda es de 0.05 GHz o 50 MHz. Por lo tanto, podemos observar que el ancho de banda va acorde a la cantidad de datos que se transmiten, por lo que, a mayor ancho de banda, más son los datos que se transfieren.

La función del sistema de banda ancha es tener un mayor alcance en el desarrollo económico y social, lo que beneficia a las producciones industriales, sociales y culturales de un país. [17]

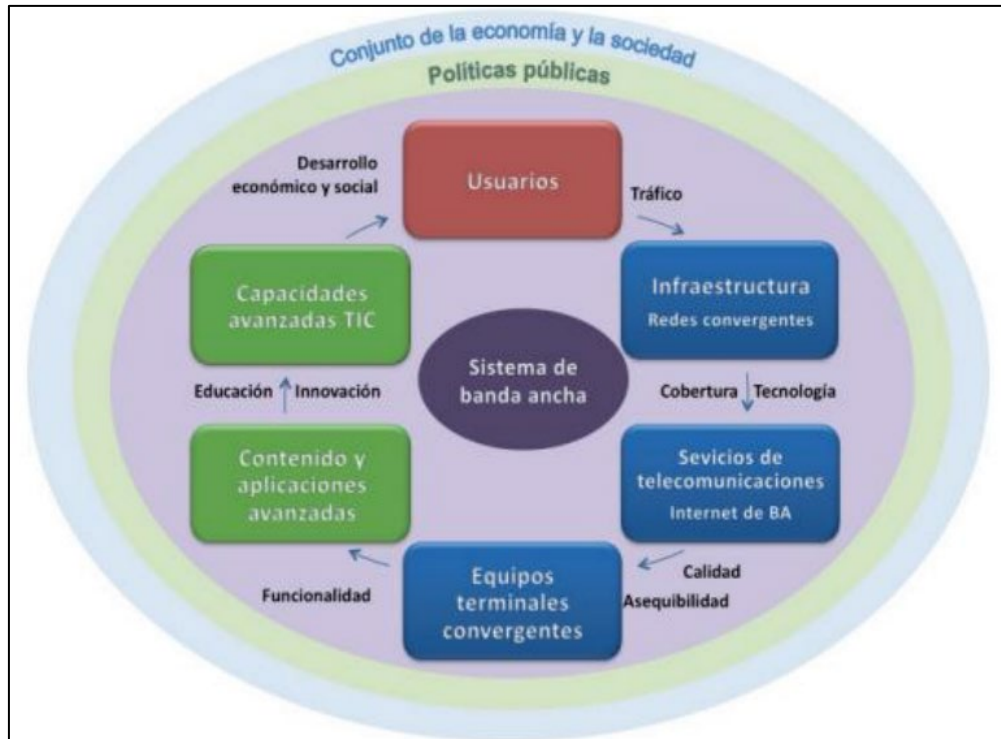


Fig. N.º 7: "El círculo virtuoso de la banda ancha" [17]

2.3.9. Redes FTTX

Actualmente los servicios de voz, video y datos son los que mayor demanda tienen para el desarrollo económico y social del país. Y es la tecnología de FTTx la que permite que estos servicios lleguen a todos los sectores. La letra X de la abreviatura FTTX, simboliza el punto de terminación de una red, por lo que vemos diferentes tipos. [18]

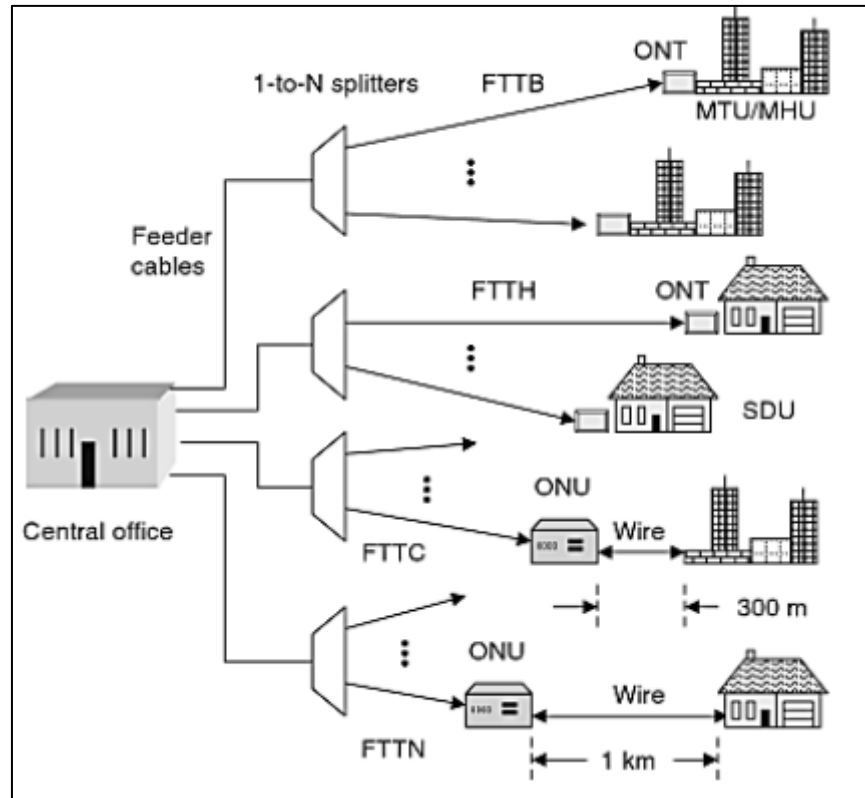


Fig. N.º 8: “Esquema de redes FTTX” [18]

Estas redes tienen un alcance de 20 Km aproximadamente, obteniendo velocidades de subida y bajada simétricas y asimétricas, de la siguiente manera: [18]

- 155 Mbps (Subida), 1,2 Gbps (Bajada)
- 622 Mbps (Subida), 1,2 Gbps (Bajada)
- 1,2 Gbps (Subida), 1,2 Gbps (Bajada)
- 155 Mbps (Subida), 2,4 Gbps (Bajada)
- 622 Mbps (Subida), 2,4 Gbps (Bajada)
- 1,2 Gbps (Subida), 2,4 Gbps (Bajada)
- 2,4 Gbps (Subida), 2,4 Gbps (Bajada)

Clasificación De Las Redes FTTx

a) Redes FTTB:

Son redes cuyo terminal de fibra óptica llega hasta el interior de un condominio o centro comercial. El cual puede ser distribuido hasta 16 usuarios. [18]

b) Redes FTTH:

Son aquellas redes cuya fibra óptica llega hasta la vivienda. Es una red pasiva, es decir no contiene componentes activos, por lo cual su mantenimiento e instalación es mínima. [18]

c) Redes FTTC:

Esta red tiene un alcance desde la ONU hacia varios sectores residenciales, a diferencia de la red FTTB esta puede abarcar hasta 32 usuarios. [18]

d) Redes FTTN:

Es aquella fibra que llega hasta el nodo de un vecindario. Esta red de fibra óptica tiene su terminal en el armario o gabinete, y está apartado de los usuarios. El sector que abarca es hasta los 1500 metros de radio y puede dar servicio a miles de usuarios. [18]

Red GPON

Es una tecnología de fibra óptica que abarca todos los servicios de telecomunicaciones llegando hasta el usuario final. [19]

- Sus características principales son:
- Alto ancho de banda capaz de satisfacer una gran demanda de usuarios.
- Soporta todo tipo de servicio Ethernet
- Soporta TDM, garantizando transmisión en tiempo real. [19]

Elementos de una red GPON:

Elementos activos:

OLT (Optical Line Terminal)

Es un componente activo el cual está ubicado en la central del proveedor, desde donde parten el cable principal hasta los clientes, ejecuta también funciones de router, control de red de distribución como potencia de entrada y salida. También tiene como objetivo multiplexar los canales de subida y de bajada. [20]

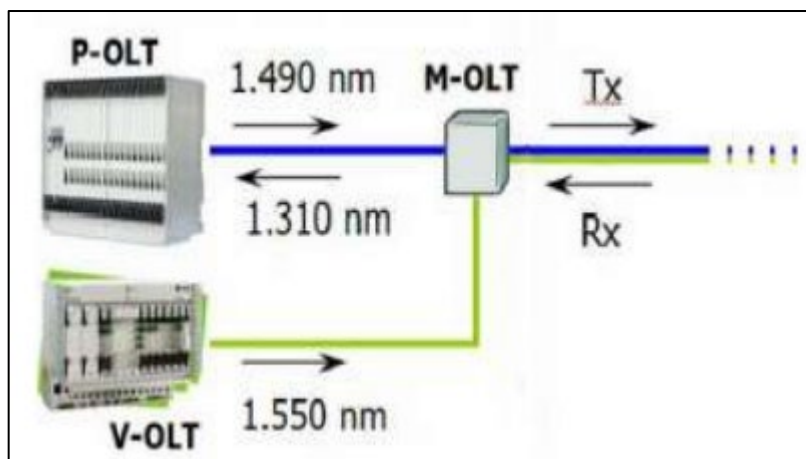


Fig. N.º 9: "Diagrama Equipos Activos OLT" [20]

Cabe mencionar que los OLT no ofrecen la misma potencia a los ONT, sino que depende del alejamiento que esté desde la central. Su tecnología permite que los clientes finales obtengan una buena potencia de llegada a pesar de la distancia. [20]

ONT (Terminal de Red Óptica - Optical Network Terminal)

Los ONT se ocupan de admitir y filtrar la información que ira dirigida a un cliente determinado que proviene desde el OLT y viceversa. Generalmente están instalados en el hogar del cliente al lado de la roseta óptica que corresponde. [20]

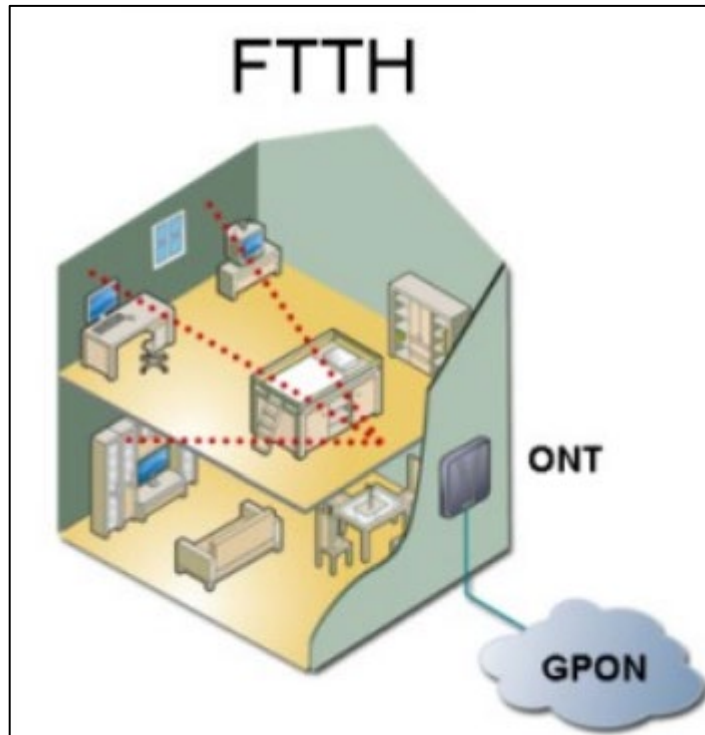


Fig. N.º 10: "Diagrama Equipos Activos ONT" [20]

El ONT puede enviar datos al OLT a una longitud de 1310 nm. Apoyándose en los TDM que evitan el choque de información entre las tramas que envían. Se muestra el dispositivo de ONT básico: [20]

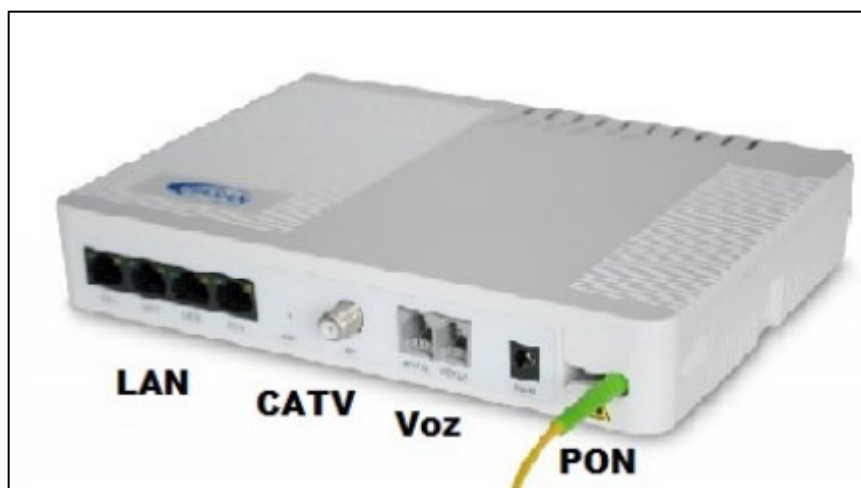


Fig. N.º 11: "Esquema de un equipo ONT básico" [20]

Elementos pasivos:

Splitter o Divisor Óptico

EL splitter es un componente pasivo que se coloca en el tramo entre el OLT y el ONT. Su objetivo es multiplexar o dividir las señales que entran, como también direccionar y distribuir esta señal. [20]

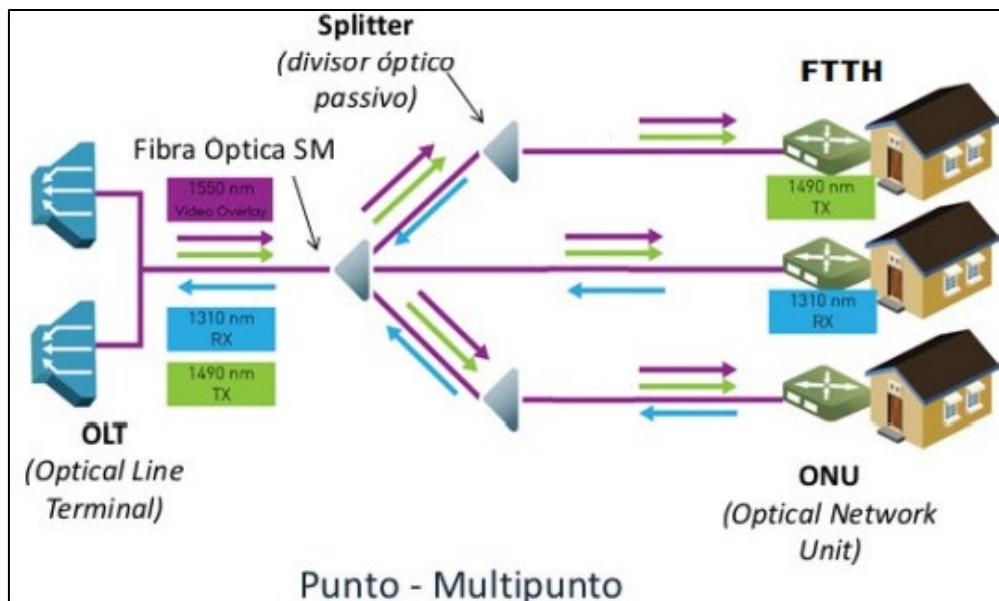


Fig. N.º 12: "Divisor Óptico Pasivo" [20]

Distribuidor de Fibra Óptica (ODF - Optical Distribution Frame)

Es un equipo pasivo, donde se colocan los conectores, empalmes y patchcords, cumple la función de un repartidor óptico, además de buscar un adecuado orden de los elementos que estén conectados. [20]



Fig. N.º 13: "Distribuidor de Fibra Óptica" [20]

Cable de fibra óptica:

Se encarga de transmitir cantidad de datos a través de la luz. Actualmente es muy usada en las instalaciones de telecomunicaciones por su velocidad de transmisión en comparación de los clásicos cables de cobre. [19]

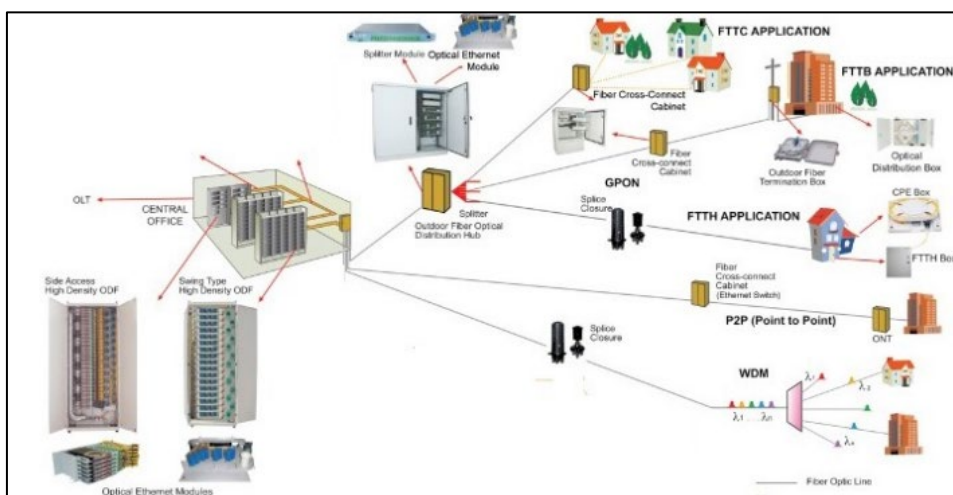


Fig. N.º 14: "Fibra Óptica en Arquitectura FTTH" [20]

Conectores Ópticos

Son dispositivos cuya función es unir dos fibras ópticas de tal manera que se evite la atenuación por conexión. Estos se usan en la parte terminal del cable de fibra. [20]



Fig. N.º 15: "Conectores para Fibra Óptica" [19]

Se pueden mencionar los siguientes tipos de conectores: Simplex, Dúplex y multifibra el cual tiene hasta para 72 fibras conectadas. [20]

Siendo el conector Simplex, los más utilizados en las instalaciones de telecomunicaciones. [20]



Fig. N.º 16: "Adaptadores para Fibra Óptica" [20]

Patchcord

Es un cable, pero de una longitud menor que viene ya ensamblado de fábrica. El tamaño de este cable es estándar o algunas veces según la petición del operador. [20]



Fig. N.º 17: "Patchcord de fibra óptica" [20]

Cajas de Empalme

Son elementos que protegen los empalmes de fibra óptica realizados, garantizando el buen funcionamiento de la red. [20]



Fig. N.º 18: "Cajas de Empalme de fibra óptica" [20]

2.4. Definición de términos básicos

- a) **Dispersión:** Se obtiene por los flujos de luz que se introducen en el borde de un cable y traslada distintos rayos de luz hacia el otro borde del cable, se mide en ps/nm·km (pulso con ancho espectral de un nanómetro). [21]

- b) **Latencia:** Es el tiempo que un conjunto de datos demora en llegar a un acceso de red, desde otro. Comprende en los sistemas de telecomunicaciones. [22]

- c) **Banda ancha:** Accede a conectar redes a alta velocidad, facilitando el servicio de internet, con el cual aumenta la productividad y economía de un país, ya que se aplica en campos como la educación, industria y salud. [23]

- d) **Red híbrida:** Es aquella donde se conectan dos o más estándares de comunicación distintas puede ser en forma cableada o inalámbrica, enviando paquetes de datos, información o voz. [24]

- e) **Escalabilidad:** Se considera a una red que puede agrandarse de manera rápida, recibiendo más usuarios o aplicaciones, de tal manera que no atenúe su capacidad de servicio con los usuarios ya instalados. [25]

- f) **Ethernet:** Es la encargada de la perfecta distribución del protocolo de una red y transferencia de paquetes de datos. [26]

- g) **Splitter:** Es un terminal que divide la señal combinada que ingresa, también funciona como un transformador otorgando tensión a otro componente. [27]

- h) Redes pasivas (PON):** Son aquellas que no usan ningún otro dispositivo eléctrico para poder transferir la señal de un punto a otro. [28]

- i) Power meter:** Es una herramienta que se usa para calcular la potencia óptica de un sistema de fibra óptica, también la disipación de señal óptica que la fibra transporta. [29]

- j) Calidad de servicio:** Es la disposición de un sistema de red el cual garantiza que los requerimientos del servicio son los ideales. [30]

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

La Arquitectura de una red FTTH con Tecnología GPON habilitará el servicio de Internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022.

3.1.2. Hipótesis específicas

- La arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON generará la potencia óptima necesaria para habilitar el servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022
- La arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON habilitará la cobertura del servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022

3.2. Operacionalización de variables

Definición conceptual de variables:

a) Variable independiente:

Arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON

b) Variable dependiente:

Servicio de internet por fibra óptica

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE		
ARQUITECTURA DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGÍA GPON	Estudio de factibilidad	Análisis de campo
	Diagrama unifilar	Esquema de instalación
	Metrado de cableado	Cuantificación de cableado
	Calidad de enlace	Analizador de pulsos (iOLM)
DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
SERVICIO DE INTERNET POR FIBRA ÓPTICA	Potencia óptica	Nivel de potencia óptica
	Cobertura de internet	Nivel de cobertura

Tabla N.º 1: Operacionalización de variables

Nota: Se muestran las variables y dimensiones del proyecto de investigación

Fuente: Elaboración propia.

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

El diseño del presente proyecto fue experimental de tipo aplicada, ya que tuvo como objetivo el diseñar e implementar una red con tecnología GPON para habilitar el servicio de internet en la ciudad de Comatrana, Ica. Siendo este diseño metodológico el que mejor se adaptó a las necesidades del proyecto.

4.2. Método de investigación

El presente trabajo de tesis fue diseñado bajo el enfoque cuantitativo. El método que empleado consta de cuatro etapas, las cuales son:

- Ingeniería de gabinete, presupuesto y cronograma del proyecto
- Permisos del proyecto
- Implementación del proyecto
- Pruebas de calidad, mediciones de potencia e IOLM en red FTTH

4.2.1. Ingeniería de gabinete, presupuesto y cronograma del proyecto

Es el proceso de levantamiento de información en campo (inspección visual), diseño de plano en gabinete, presupuesto total de obra y tiempo de implementación.

El personal técnico recorre toda la zona de trabajo en la ciudad de Ica, por donde será instalado el cable de FO, así como la validación de infraestructura eléctrica y proyección de infraestructura propia según el plano de prediseño proporcionado por el operador WOW TEL S.A.C.

Se tomó como catastro base el centro poblado de Comatrana y las urbanizaciones a su alrededor, así como las calles y las avenidas de esta zona de Ica.



Fig. N.º 19: "Catastro base de la zona a recorrer en la Ciudad de Ica"

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1. Diseño del tendido:

Para el diseño de tendido, el personal técnico recorrió las rutas indicadas teniendo las siguientes cantidades según el pre diseño:

Ruta lineal de fibra óptica 144H: 1100.00 m.

Ruta lineal de fibra óptica 24H: 10464.00 m.

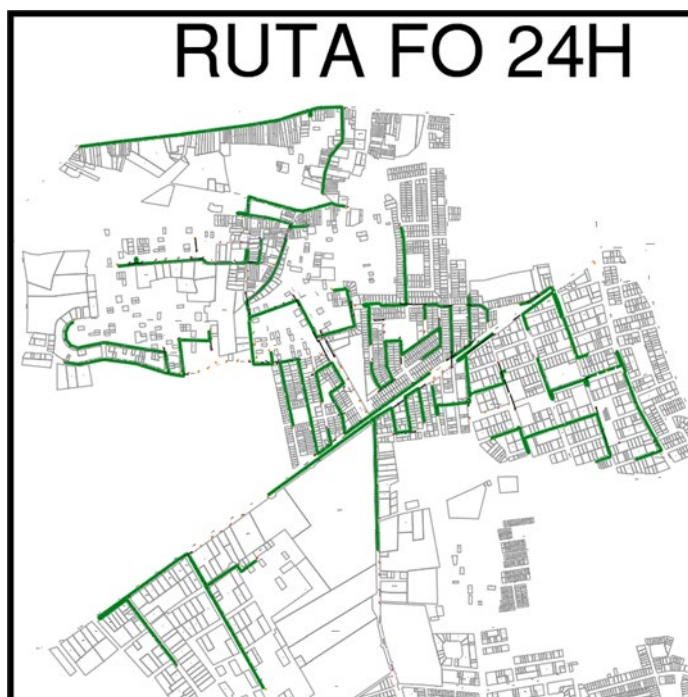


Fig. N.º 22: “Recorrido del cable de fibra óptica de 24 hilos”

Fuente: Elaboración propia

Para el levantamiento de información de tendido de FO se debe contar con los siguientes criterios:

- Utilizar Postes sin sifones eléctricos.
- Utilizar Postes sin inclinación ni base corroída.
- Utilizar Postes de concreto.
- Utilizar Postes de baja o media tensión.
- No tomar como punto de apoyo a transformadores de BT-MT.

Se tiene un total de 16 706 Km de distancia lineal según plano de obra. Teniendo en cuenta que el personal recorre una distancia de 2 Km. al día, realizando la debida inspección de la infraestructura y la ruta, el tiempo que se estiman en realizar estas labores fue de labores en 8 días.

Se utilizarán 432 postes Baja Tensión (BT) de ELECTRODUNAS.

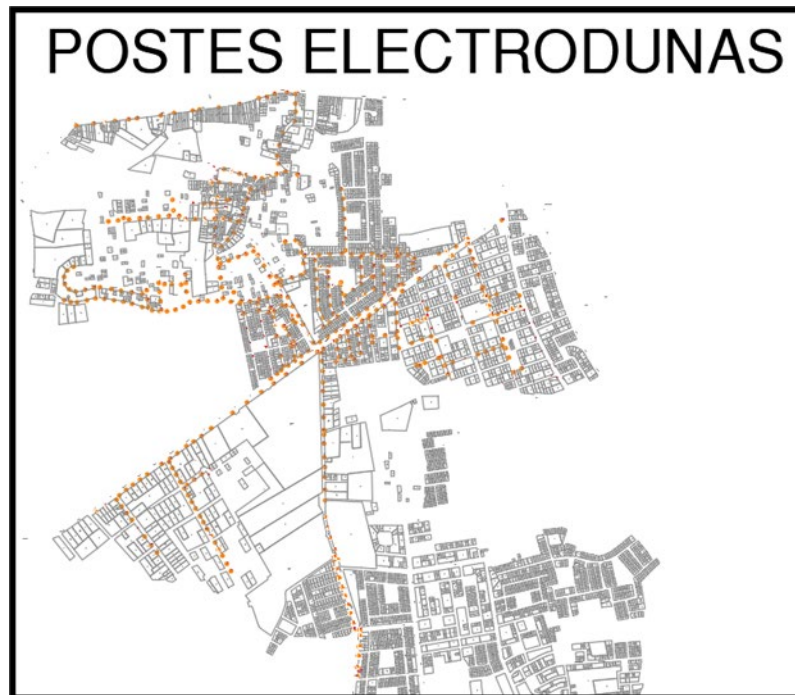


Fig. N.º 23: “Ubicación georreferenciada de postería de BT de Electrodonas”

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2. Proyección de postería:

Proyectar postes en caso de no tener infraestructura eléctrica adecuada para realizar tendido (casos como postes con base corroída, postes inclinados, postes de metal o madera).



Fig. N.º 24: “Fotografía de un poste con base en mal estado, nivel I de criticidad”

Fuente: Elaboración propia

Proyectar postes en caso de que la distancia entre 02 postes eléctricos supere el vano (distancia entre poste y poste) de 60.00m.
Proyectar postes en caso de no poder tener un poste de apoyo para realizar el medio cruce.

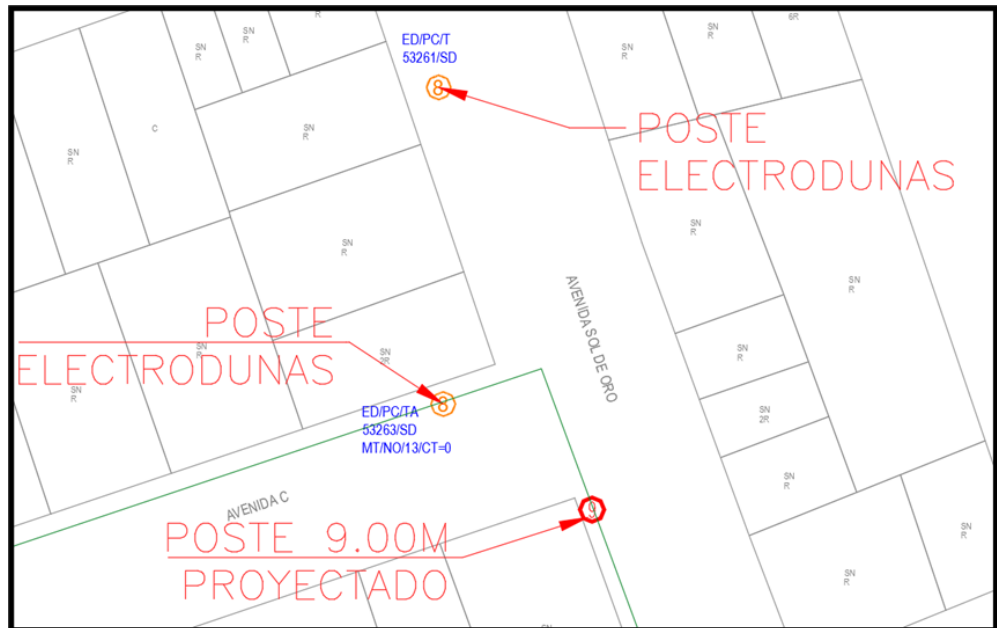


Fig. N.º 25: “Ubicación georreferenciada de una esquina en donde se requerirá plantar un poste para cruzar la calle (instalación de medio vano o medio cruce)”

Fuente: Elaboración propia

Para el proyecto fue necesario realizar la proyección de 40 postes de 9.00m.

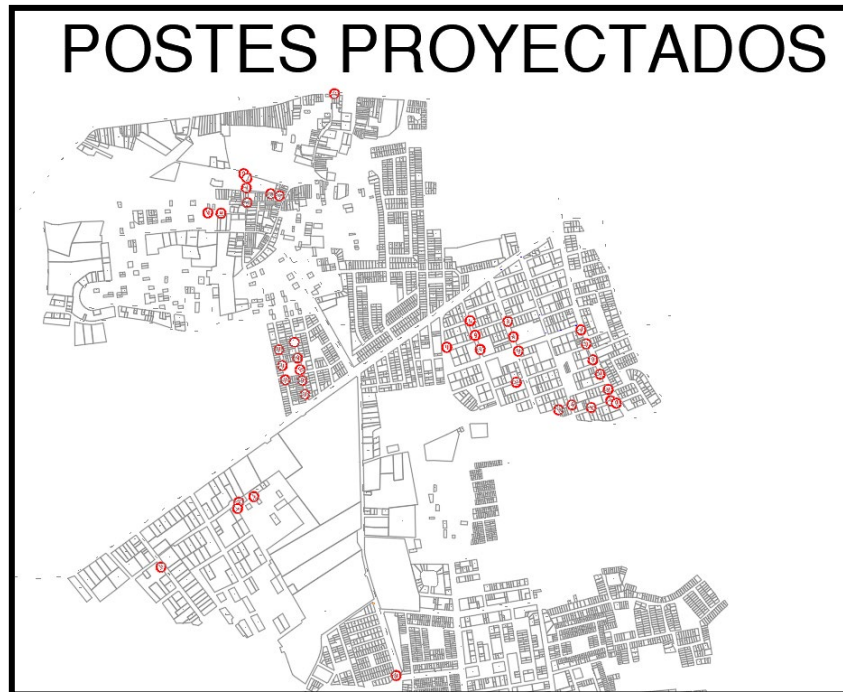


Fig. N.º 26: “Ubicación georreferenciada de proyección de postes de telecomunicaciones de 9.00m.”

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3. Proyección de equipos:

El personal técnico recorrió la ruta validando los postes donde se van a realizar las proyecciones de equipos:

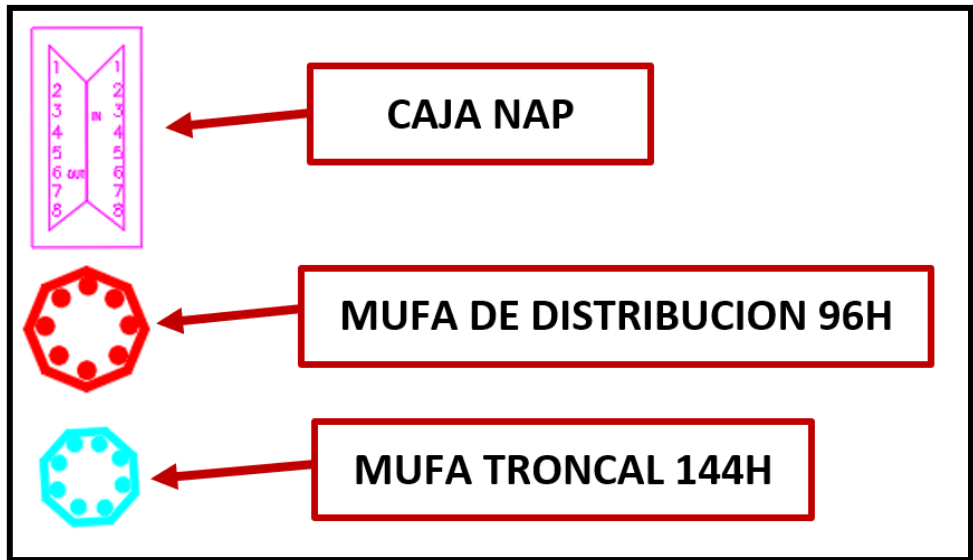


Fig. N.º 27: "Nomenclatura de equipos pasivos que se proyectarán"

Fuente: Elaboración propia

EQUIPOS PASIVOS:

- MUFAS TRONCALES: 03.00 unid
- MUFAS DE DISTRIBUCIÓN: 16.00 unid
- CAJAS NAP: 128.00 unid.

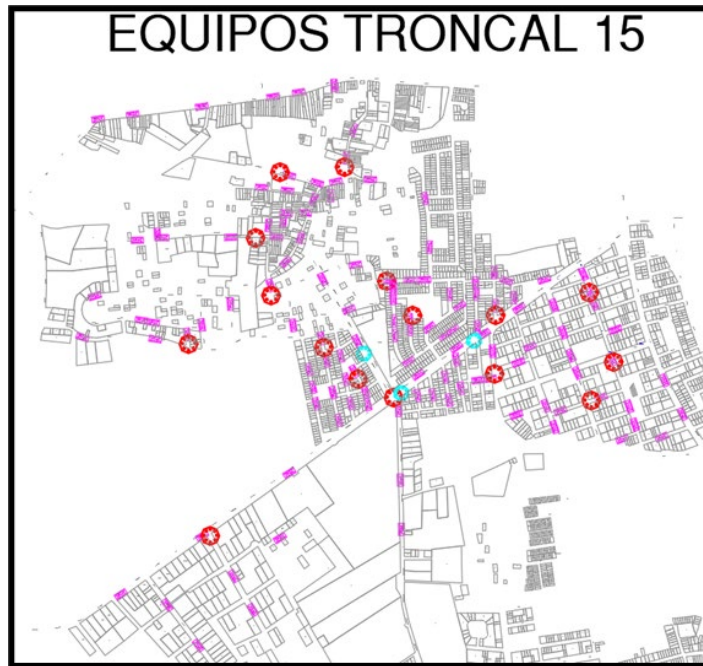


Fig. N.º 28: “Ubicación de equipos pasivos a instalar en el catastro base”

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.4. Levantamiento de información:

Para el levantamiento de información de ubicación de equipos se debe tener los siguientes criterios:

- a) Solo utilizar postes de baja tensión, alumbrado público o utilizar infraestructura propia de ser necesario.



Fig. N.º 29: “Poste ELECTRODUNAS de baja tensión, se encuentra apto para realizar tendido e instalación de equipos”

Fuente: Elaboración propia

- b) Los postes de MT (10KV) a BT (220V) no deben tener sifones eléctricos.
- c) No utilizar postería de Media Tensión para la proyección de equipos.

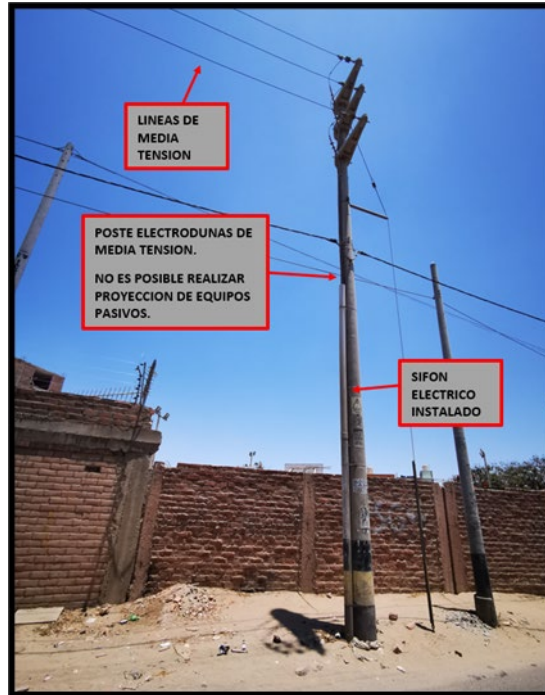


Fig. N.º 30: “Poste de media tensión en donde no se podrá realizar tendido debido a la presencia de un sifón eléctrico”

Fuente: Elaboración propia

- d) No proyectar equipos en transformadores de BT a MT (subestaciones aéreas Biposte).



Fig. N.º 31: “Subestación Aérea Biposte (SAB), en la cual no se puede realizar tendido ni proyección de equipos”

Fuente: Elaboración propia

- e) Solo se admite instalación de equipos en postes de concreto de terceros o propios.



Fig. N.º 32: “Poste ELECTRODUNAS de baja tensión, se encuentra apto para realizar tendido e instalación de equipos”

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.5. Proyección de cajas NAP

Para proyección de cajas NAP, se debe ubicar los equipos en postes con las características mencionadas, de tal forma de poder brindar servicio a los abonados (clientes) cercanos en un radio de 400m (longitud máxima de cable Drop 4H).

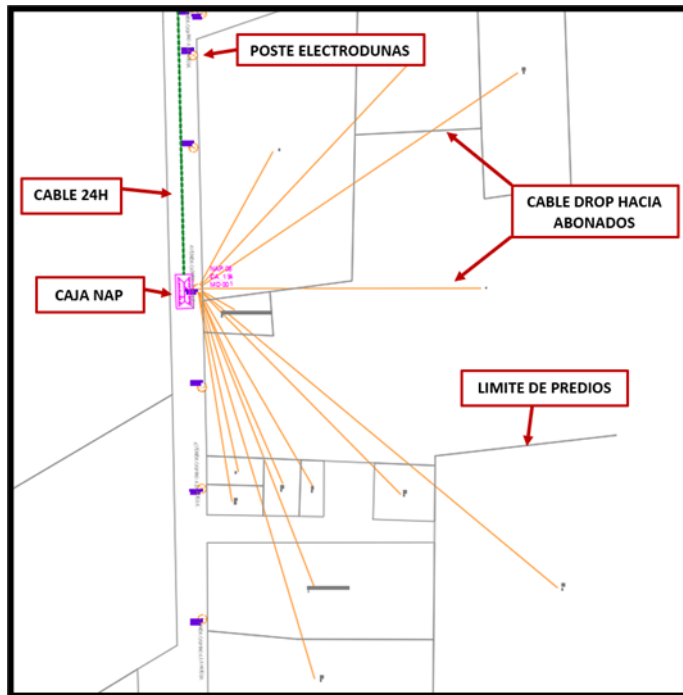


Fig. N.º 33: “Poste ELECTRODUNAS de baja tensión, se encuentra apto para realizar tendido e instalación de equipos”

Fuente: Elaboración propia

El plano de diseño recibe el nombre de Troncal 15, ya que existen otras troncales para el operador WOW TEL SAC.

La troncal 15 esta subdividida en 08 clúster con la siguiente nomenclatura: “ICA_XYZ”, los cuales son:

- ICA_194.
- ICA_195.
- ICA_196.
- ICA_197.
- ICA_198.
- ICA_199.
- ICA_200.
- ICA_201.

Toda la red diseñada en la Troncal 15 es alimentada desde la Estación Base (Nodo o Site) ICA-II, cuyas coordenadas UTM son: X=419205.5047 e Y= 8442111.3925.

La Troncal 15 se compone de cables de FO de 144, 96 y 24 hilos.

Se tomará como punto de análisis al nodo ICA_194.

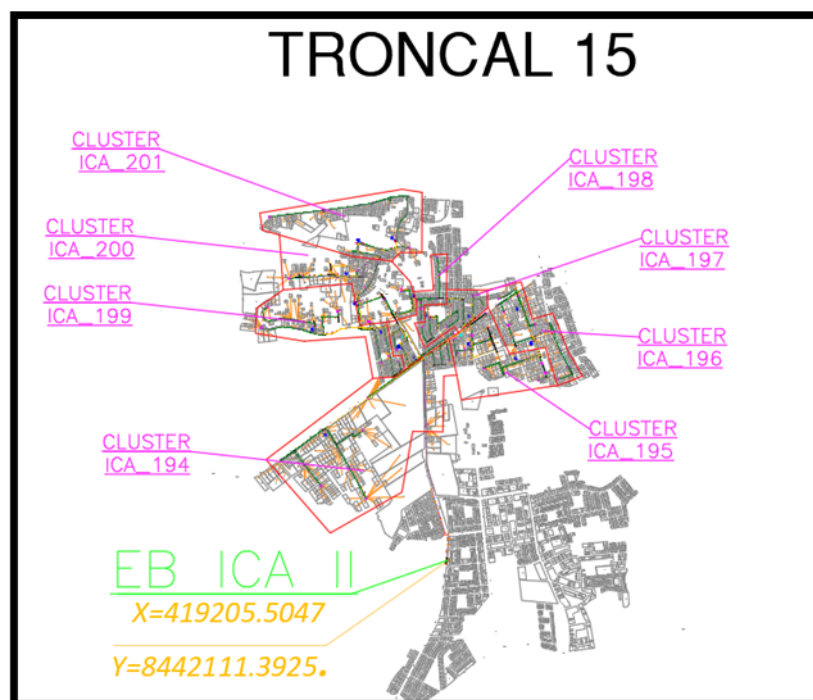


Fig. N.º 34: "Catastro base con clúster sectorizados, tendidos y equipos pasivos"

Fuente: Elaboración propia

El recorrido de los circuitos de FO inicia desde la OLT (equipo activo previamente instalado en el gabinete 02 de la estación base Ica II).

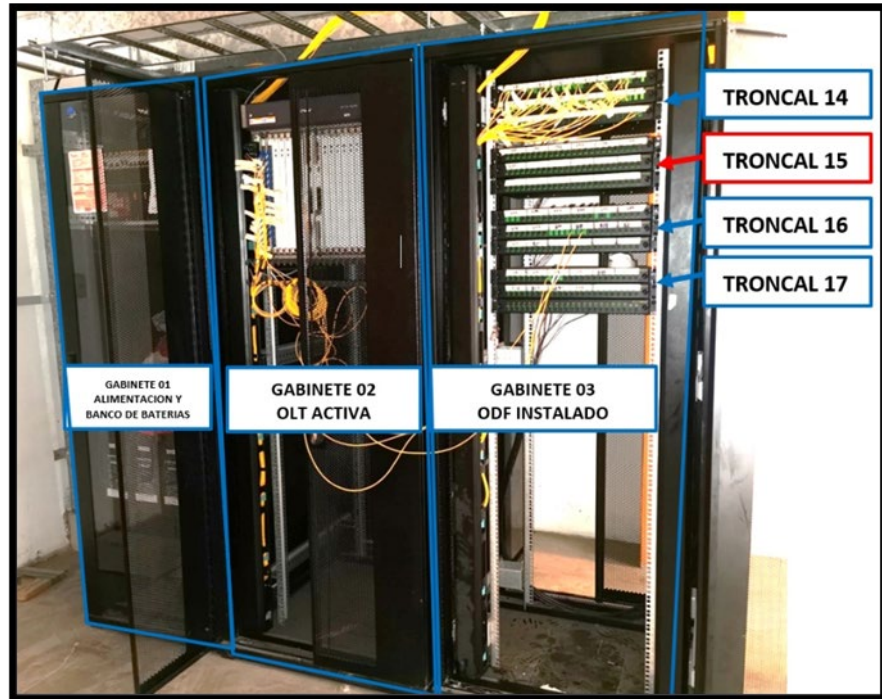


Fig. N.º 35: “Gabinets y equipos activos / pasivos dentro de estación base Ica – II”

Fuente: Elaboración propia.

En la OLT se instalan los transceptores (SFP), que son dispositivos optoelectrónicos que convierten la energía óptica a energía eléctrica y viceversa. Estos se conectan al ODF (equipo pasivo de distribución de hilos) con un Jumper (cable de FO con 01 hilo).

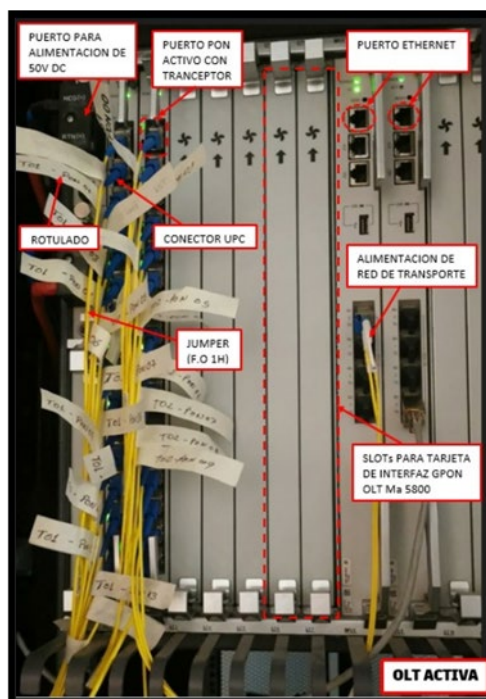


Fig. N.º 36: “OLT activa, de donde parten los enlaces hacia las cajas NAP”

Fuente: Elaboración propia

El ODF cuenta en su interior con splitters de 1:2 (02 splitters por cada ODF) y con 24 puertos APC para la conexión hacia la OLT, realizan los empalmes de los splitters de 1:2 en el ODF con el cable de 144H que viene de la planta externa.

El cable FO 144H llegar a la Mufas Troncal 01 (MT-01), equipo pasivo instalados en postería eléctrica o propia para empalmes (08 empalmes de hilos por cada clúster) hacia las mufas de distribución en donde se realizarán empalmes según el perfil de fusiones, dichos equipos no cuentan con splitters.

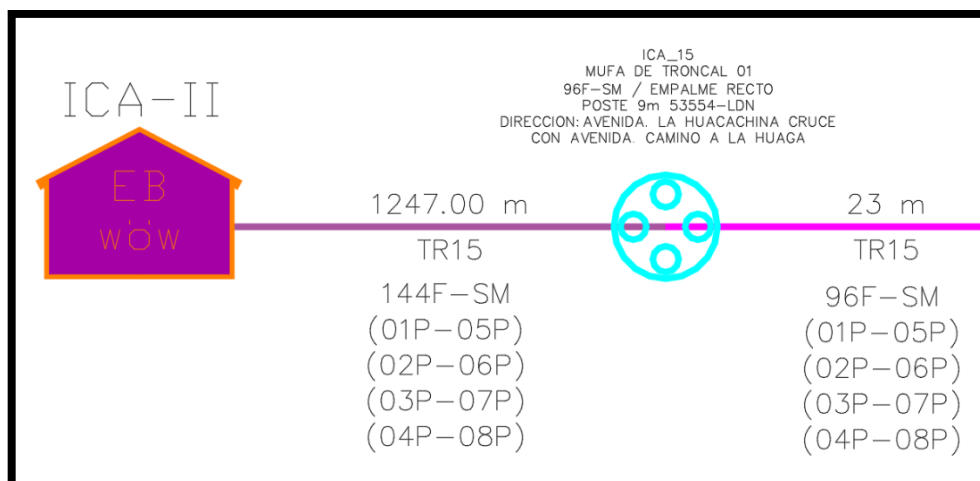


Fig. N.º 37: "Diagrama de enlace de Estación base hacia Mufa Troncal"

Fuente: Elaboración propia

Los hilos continuarán su recorrido hacia las mufas de distribución (equipos pasivos instalados en postería eléctrica o propia para empalmes hacia cajas NAP) con un cable de 96H en donde se realizarán empalmes según el perfil de fusiones.

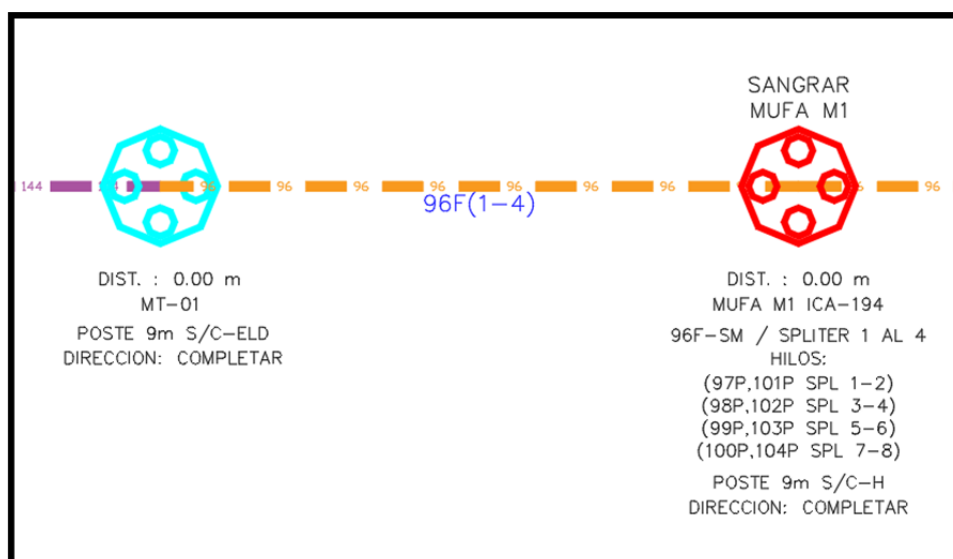


Fig. N.º 38: "Diagrama de Enlace de Manga Troncal 01 hacia Manga de Distribución ICA_194"

Fuente: Elaboración propia

Las mangas de distribución contienen 04 splitters de 1:4 y a su vez estas estarán enlazadas con las cajas NAP que fueron instaladas en postes de telecomunicaciones o postes eléctricos.

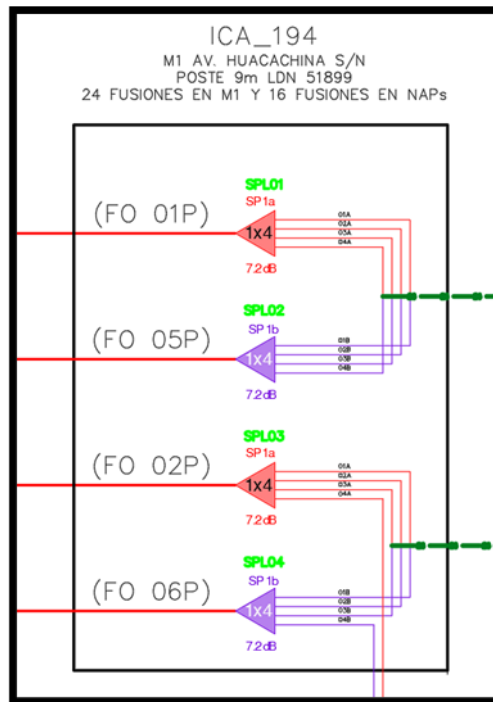


Fig. N.º 39: "Diagrama de empalmes de la manga de Distribución para clúster ICA_194_01"

Fuente: Elaboración propia

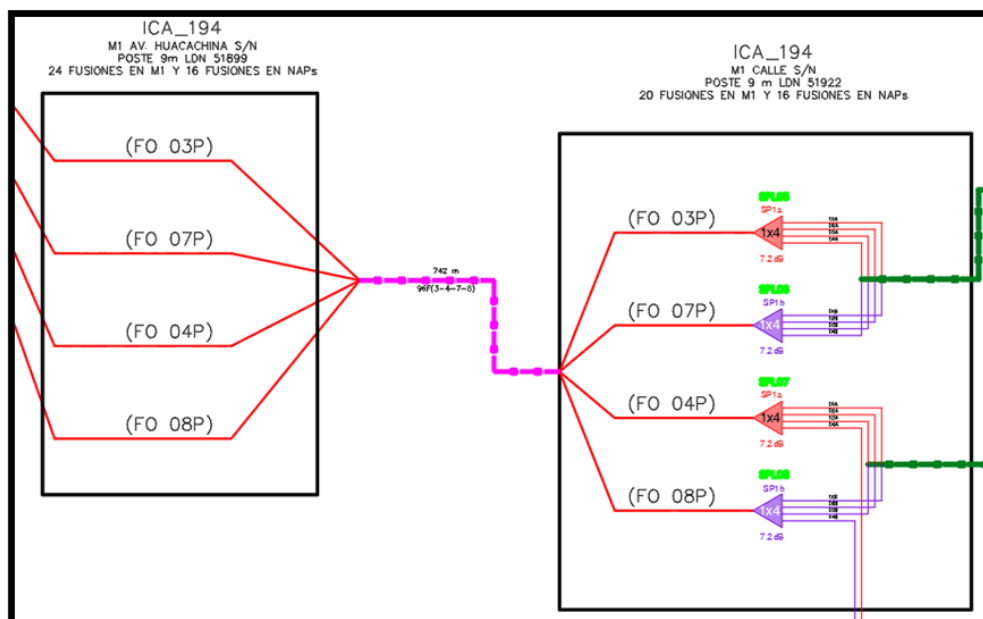


Fig. N.º 40: "Diagrama de empalmes de la manga de distribución para clúster ICA_194_01"

Fuente: Elaboración propia

Las cajas NAP contienen 02 splitters de 1:8, las cuales hacen posible la activación de 16 puertos que se usarán para realizar la conexión hacia los abonados.

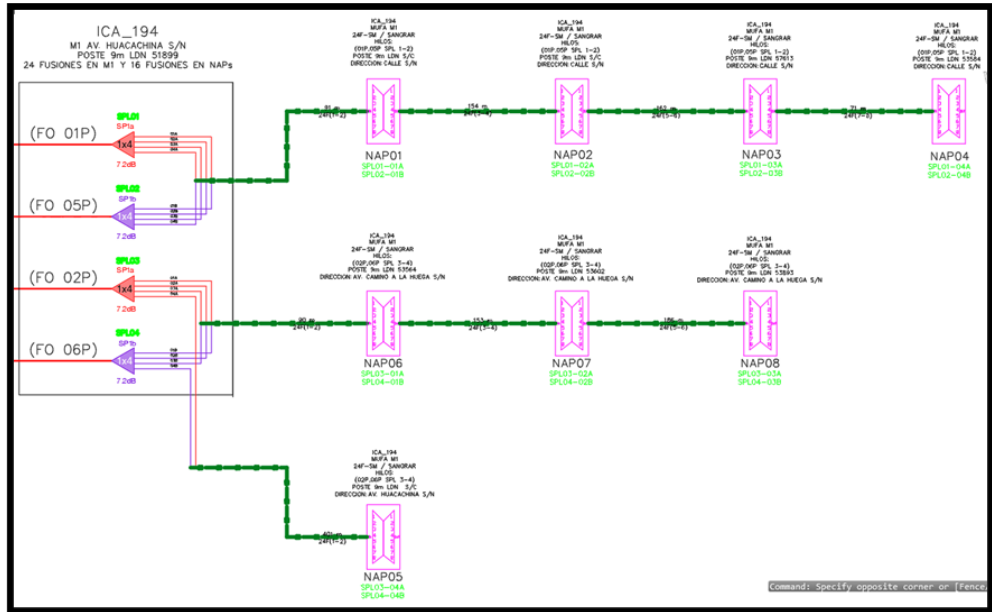


Fig. N.º 41: "Diagrama de empalmes para las NAP del clúster ICA_194 (del 01 al 08)"

Fuente: Elaboración propia

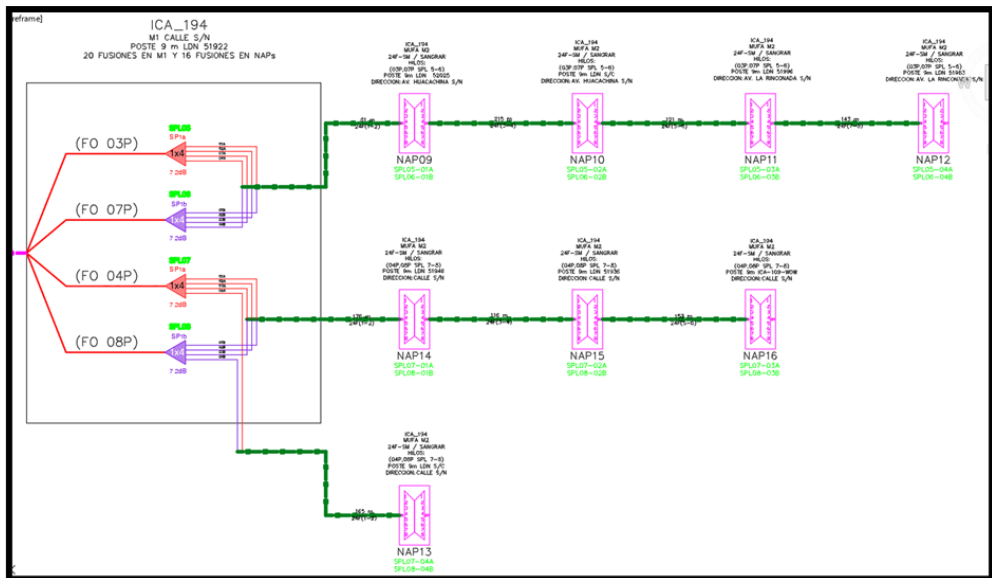


Fig. N.º 42: "Diagrama de empalmes para las NAP del clúster ICA_194 (del 09 al 16)"

Fuente: Elaboración propia

Cada clúster contiene 02 Mufas de Distribución, por lo tanto, 08 splitters.

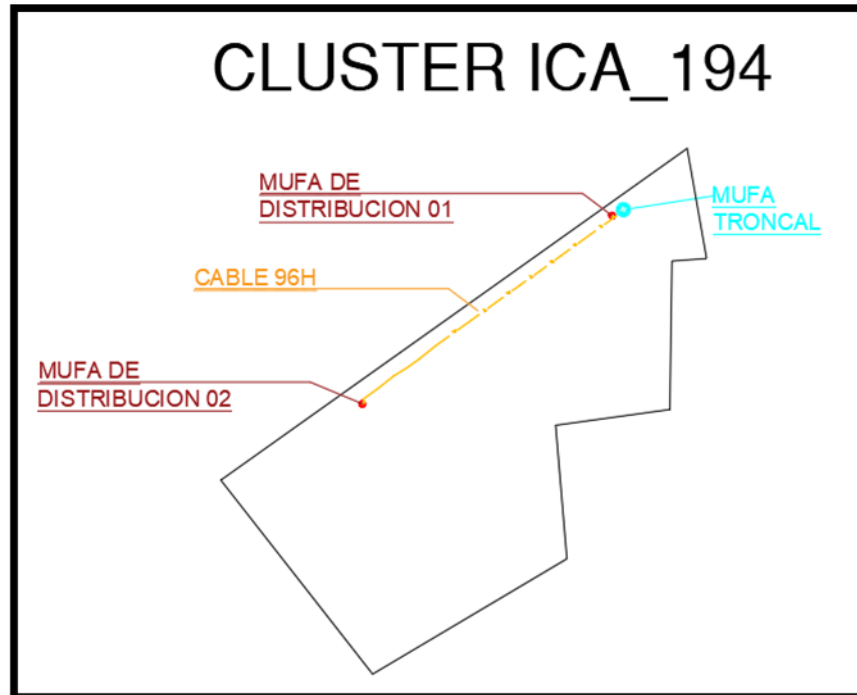


Fig. N.º 43: "Contorno de clúster ICA_194"

Fuente: Elaboración propia

Cada Mufa de distribución está conectada con 08 NAP, en total se tienen 16 NAP por clúster.

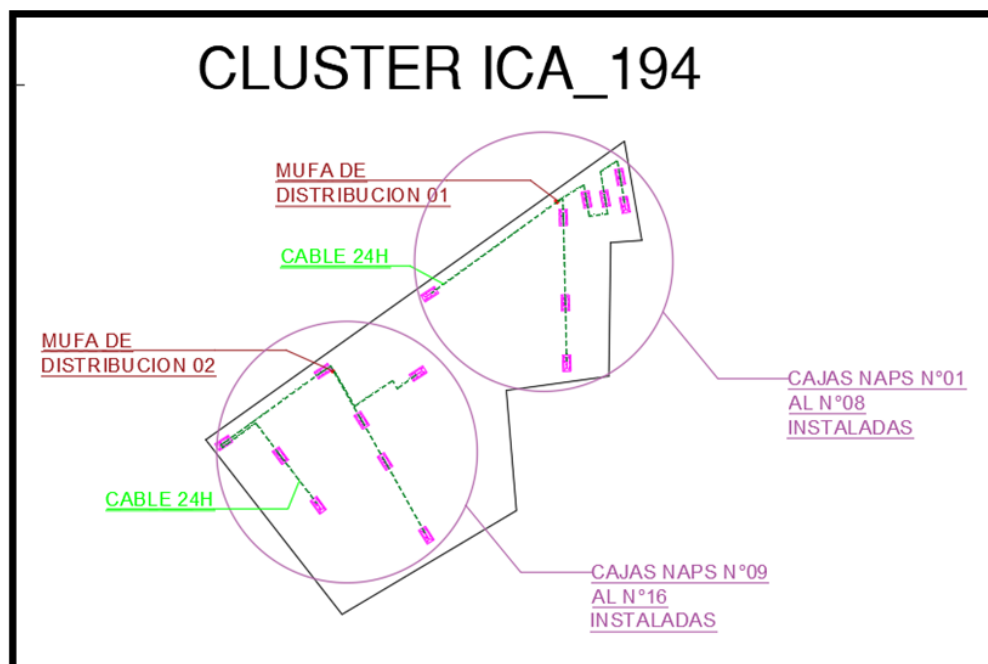


Fig. N.º 44: “Distribución de redes y equipos en clúster ICA_194”

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Permisos del proyecto

Es el proceso de construcción del proyecto, en base a los planos de diseño.

4.2.2.1. Permisos del municipio (FUIIT)

El FUIIT (formulario único de instalación de infraestructura de telecomunicaciones) es el documento que se entregará al municipio o gobierno regional, donde se recibió la autorización respectiva para poder realizar trabajos de telecomunicaciones.

Este documento es elaborado por el operador o contratista, en base al diseño e ingeniería del proyecto, y debe cumplir con la nomenclatura solicitada por el municipio.

En el FUIIT se detallan factores como duración de obra, tipo de FO a instalar, metraje de cable tendido, tipo de infraestructura a utilizar, representante legal del operador, calles y avenidas en donde se instalará el cable de FO, coordenadas y ubicaciones de la infraestructura proyectada e información adicional que solicite el municipio.

El FUIIT entregado deberá estar listos en el tiempo de respuesta que indique la entidad. En caso de no haber respuesta, se toma como respuesta la aceptación del proyecto por silencio administrativo.

4.2.2.2. Permisos para alquiler de postes de terceros

El área legal del operador debe solicitar el uso de infraestructura de baja tensión (tendido y equipos) y media tensión (solo para tendido) al operador de postiería eléctrica (ELECTRODUNAS).

Dicha infraestructura deberá ser validada por un supervisor de ELECTRODUNAS en conjunto con el personal de WOW TEL SAC, para validar si se encuentra apta para realizar tendido de FO o se debe reemplazar (en caso de daños o corrosiones al concreto) o instalar infraestructura adicional (en caso el material del poste sea de madera o metal). Además, se deben tener las siguientes consideraciones:

- En postes de alumbrado público (AP), está permitido el apoyo de cable de FO.
- En postes con cable trenzado de baja tensión (BT) se puede realizar uso de la infraestructura, pero se debe instalar la ferretería de FO a 0.8m por debajo del cable trenzado de BT.

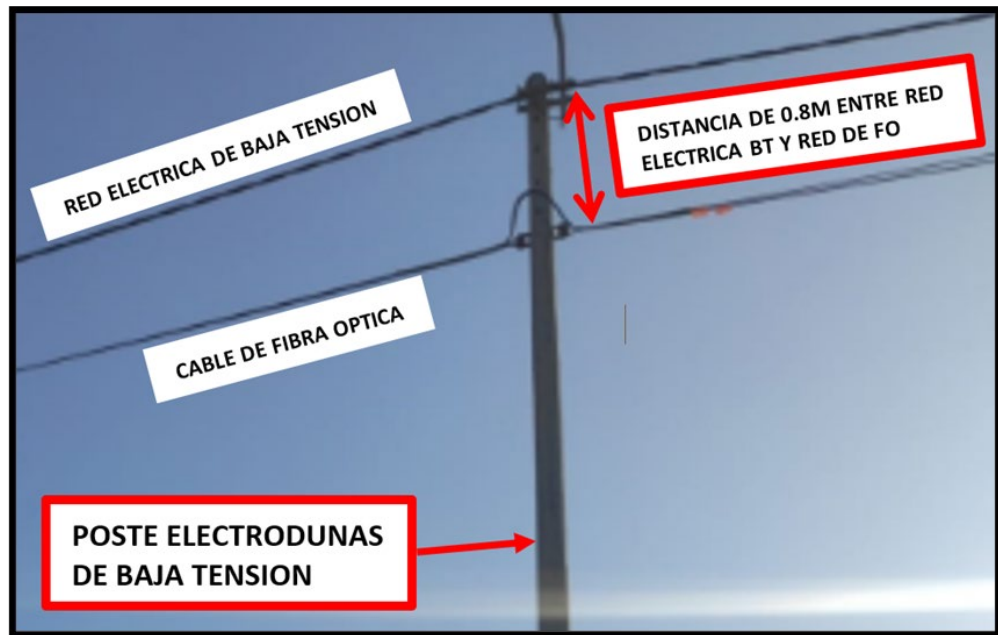


Fig. N.º 45: “Distancia mínima de seguridad entre cableado de baja tensión y cableado de fibra óptica”

Fuente: Elaboración propia

- Está permitido instalar cable de fibra óptica en infraestructura de media tensión, pero no está permitido instalar equipos pasivos.
- No está permitido realizar tendido en caso la infraestructura cuente con sifón eléctrico.



Fig. N.º 46: “Poste Electroquinas de baja tensión con presencia de sifón eléctrico, por el cual no es posible realizar proyección de equipos ni cableado de fibra óptica”

Fuente: Elaboración propia

- No está permitido realizar tendidos bajo líneas de alta tensión (en estos casos se recomienda canalizar de poste a poste con tuberías para cable de FO).
- No está permitido el uso de brazos de extensión en infraestructura eléctrica.
- No está permitido el uso de Subestaciones Aéreas Monoposte (SAM) o Biposte (SAB) para el apoyo del cable de FO, esto debido a la inducción electromagnética que genera el transformador, puede representar un riesgo para el personal técnico.



Fig. N.º 47: “Transformador MT a BT o subestación aérea Biposte, la cual no se puede utilizar como punto de apoyo”

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Implementación del proyecto

La implementación del proyecto inicia cuando se dan por aprobados los permisos del municipio y los permisos del operador eléctrico para el uso de sus infraestructuras.

Se debe realizar el proceso constructivo tal cual indica el plano de diseño

De haber alguna variación en la ruta, ubicaciones de los equipos o lugar de ubicación del poste proyectado se debe informar al área de diseño para realizar las actualizaciones de los planos correspondientes.

4.2.3.1. Suministro e instalación de postera de telecomunicaciones

Consiste en solicitar, trasladar y colocar una infraestructura vertical de concreto de 09.00m de altura en los lugares donde no exista manera de poder realizar el tendido aéreo por postes eléctricos por los puntos mencionados anteriormente.

Se inspeccionan los lugares donde se deben plantar los postes según plano de diseño de obra.

Para realizar los trabajos de obras civiles el personal fue con los equipos de protección personal (EPP) necesarios para poder realizar las actividades, tales como:

- Casco dieléctrico con barbiquejo: Protege la cabeza de golpes y fracturas del personal de obra mientras realiza los trabajos, el barbiquejo evita que el casco se pueda caer al momento de realizar actividades.
- Protectores de oídos: Protege los tímpanos del personal de obra al momento de realizar ruidos fuertes como picar concreto o asfalto.
- chaleco reflectivo: Aumenta el nivel de visibilidad del personal de obra, es de colores llamativos a la vista de los demás.
- Gafas de sol: Evita daños en los ojos al estar varias horas trabajando bajo el sol.
- Botas punta de acero: Evita daños en los pies ya que se está trabajando con materiales y herramientas pesadas.
- Guantes antideslizantes: Evita que se resbalen los materiales que manipula el personal de obra.
- Polo manga larga: Evita arañones y quemaduras por la exposición al sol.



Fig. N.º 48: “Personal de planta externa realizando trabajos de obra civil para plantado de poste”

Fuente: Elaboración propia

Para realizar los trabajos de obras civiles se necesitó los siguientes materiales:

- Barretas de acero dieléctricas: Sirven para poder picar con facilidad la tierra del suelo y poder realizar la excavación, tiene que ser dieléctrica en caso se tenga contacto con cables eléctricos soterrados.
- Lampas: Se usa para retirar la tierra o piedras que vayan saliendo al momento de realizar la excavación.
- Pico: Suaviza el tipo de superficie en caso la barreta de acero no tenga efectividad en el suelo.
- Martillo demoledor: Se usa cuando se debe proyectar postes en veredas de concreto.

- Compactadora: Se usa para compactar la tierra que quede alrededor del poste una vez que este instalado, evitando así hundimientos en el terreno a futuro.
- Grupo Electrónico: Suministra energía en campo a los equipos que requieran electricidad como la compactadora o el martillo demoledor.
- Grúa de 15.00 Ton: Para carga, izaje y plantado de postes
- Conos y barretas: Para cercar el área de trabajo, avenidas o algún otro lugar que sea necesario cerrar para efectuar los trabajos.
- Camión de desmonte: Para recojo de residuos sólidos.
- Materiales: 40 Postes de concreto de 09.00m de altura.

El personal se dirigió al punto de trabajo y cerco el área con los conos y bastones.

El personal empezó a realizar excavaciones de 70cm² de superficie y una profundidad acorde a lo indicado en el “Manual de Construcción de Planta Externa” ($P=H/6$; P: profundidad de excavación, H: altura del poste).

Las excavaciones se realizarán a una profundidad de 1.50m.



Fig. N.º 49: “Personal de planta externa realizando plantado de poste con una grúa de 15.00 Ton”

Fuente: Elaboración propia

El personal tuvo en cuenta las medidas de seguridad necesarias en caso de encontrar ductos de agua potable, desagüe y redes eléctricas. Los postes fueron montados en la grúa de 15.00 Ton de cuatro en cuatro y llevados desde el almacén de materiales hacia el centro poblado Comatrana y zonas aledañas.



Fig. N.º 50: “Grúa para izaje y plantado de postería de telecomunicaciones, llevando los postes hacia la zona de trabajo”

Fuente Elaboración propia

Los postes fueron plantados en las excavaciones realizadas por el personal, quedando enterrado 1.50m y disponible 7.50m de altura tomando como nivel de referencia el suelo.



Fig. N.º 51: “Infraestructura de concreto (poste de telecomunicaciones) instalado para realizar cruce de vía”

Fuente: Elaboración propia

La reposición del material en el poste plantado se realizó con el mismo material de excavación y se le añadió piedra gruesa, teniendo en cuenta el tipo de suelo arenoso de la región Ica.

En el caso de plantar postes en vereda la reposición se realizó de la misma manera, pero en la superficie se le añadió una capa de concreto para reponer a vereda con un espesor de 0.10m y con una resistencia de concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.

En total se realizó el plantado de 40 postes en el centro poblado Comatrana y zonas aledañas.



Fig. N.º 52: "Personal de planta externa realizando el traslado de postería hacia grúa de 15.00 Ton."

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado los trabajos, se recogió el material y desmonte sobrante en el camión y se dejó el área de trabajo limpia.



Fig. N.º 53: “Poste plantado con el área de trabajo limpia”

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2. Tendido de fibra óptica

En este proyecto se realizó la actividad de tendido de fibra óptica la cual se llevó a cabo mediante los siguientes pasos:

- Se reconoció y se inspeccionó la zona de trabajo, la cual debe estar acorde con el plano de diseño elaborado previamente.
- Se realizó la solicitud de materiales al almacén de WOW TEL SAC que se van a necesitar para construir el proyecto.
- Una vez recibido los materiales se coordinó con el personal técnico (08) y con las subcontratistas (03) acerca de los trabajos a realizar y los reportes diarios a entregar al coordinador de obra.
- Se contó con el apoyo de 2 movilidades y una porta carrete para transporte de personal (08 personas).



Fig. N.º 54: “Personal de tendido de fibra óptica con bobina de fibra óptica”

Fuente: Elaboración propia

Los trabajos se realizaron diariamente desde las 8:00 hasta las 17:00.

El avance diario de tendido del personal y las contratistas fue de 1500m en promedio.

El tendido se realizó considerando los reglamentos indicados en el código nacional de electricidad (CNE) y también se tomó en cuenta el manual de planta externa de WOW TEL SAC y de los postes alquilados a la empresa eléctrica ELECTRODUNAS S.A.A.

El tendido con el cable de FO (144H) tuvo una longitud de 1100m lineales y 1267m considerando accesos a nodo, longitud de catenaria, reserva por empalme y reserva por tramo.

El tendido con el cable de FO (96H) tuvo una longitud de 5142m lineales y 6236.00m, considerando longitud de catenaria, reserva por empalme y reserva por tramo.

El tendido con el cable de FO (24H) tuvo una longitud de 10464m lineales y 15197.00m, considerando longitud de catenaria, reserva por empalme y reserva por tramo.

Para realizar el tendido de FO en postería eléctrica y postería propia se utilizaron los siguientes materiales:

- 01 bobina de 4.0km de cable de FO 144H
- 02 bobinas de 4.0km de cable de FO 96H
- 04 bobinas de 4km de cable de FO 24H
- 74 herrajes de retención tipo eslabón
- 1205 aisladores 53-1 y porta línea metálico (kit de herraje tipo D)
- 175 unidades de preformado FO 24H
- 343 unidades de preformado FO 96H
- 74 unidades de preformado FO 144H
- 1648 etiquetas para rotulado de FO
- 33 paquetes de Cintillos negros 10cm (100c/u).
- 8 paquetes de cintillos negros de 38cm (100c/u).
- 03 bobinas de 1.00km de cable acerado 3/16"
- 65 chapas de suspensión para medio cruce.
- Consumibles menores.



Fig. N.º 55: “Carretes de Fibra Óptica de 144H, 96H y 24H en almacén”

Fuente: Elaboración propia

En el tendido se instaló el cable de FO a una distancia de 0.8m de los cables de baja tensión existentes en postes de ELECTRODUNAS respetando así la DMS (distancia mínima de seguridad).

En el tendido se instaló el cable de FO a una distancia de 3.0m de los cables de media tensión existentes en postes de ELECTRODUNAS respetando así la DMS (distancia mínima de seguridad).

Para realizar los trabajos de tendido de FO el personal fue con la indumentaria de seguridad necesaria para poder realizar las actividades, tales como:

- Casco dieléctrico con barbiquejo:
- chaleco reflectivo

- Gafas de sol
- Botas punta de acero
- Guantes anti deslizantes
- Polo manga larga
- Estrobo y arnés de seguridad



Fig. N.º 56: “Personal de tendido de fibra óptica con escalera telescópica”

Fuente: Elaboración propia

Para realizar los trabajos de tendido de FO el personal utilizó los siguientes materiales:

- Escalera telescópica (28 pasos)
- Movilidad (minivan)
- Conos y bastones.
- Peladora de chaqueta.
- Cortadora de buffer.
- Tijera para corte de kevlar.

- Juego de llaves de tuercas.
- Cinta bandit $\frac{3}{4}$ " y hebillas aceradas $\frac{3}{4}$ "
- Flejadora para cinta bandit.

Estos trabajos se realizaron bajo los protocolos de la coyuntura del covid19 para evitar contagios entre el personal de la obra, por lo que se incluyó en los materiales de trabajo los siguientes elementos:

- Alcohol de 96° (por protocolo covid19)
- Mascarillas kn95
- Botiquín de primeros auxilios.

El personal debe colocar la bobina de FO en la ubicación apropiada (generalmente a la mitad del tendido) para poder realizar el tendido correctamente con el menor esfuerzo posible.



Fig. N.º 57: “Personal de tendido de fibra óptica realizando actividades”

Fuente: Elaboración propia

Cercar el área de trabajo colocando los conos y los bastones alrededor del poste en el cual se va realizar el trabajo.

Colocar la escalera telescópica haciendo un ángulo de 75° respecto al nivel del suelo apoyando la parte superior a una distancia mínima de 0.8m del cableado de baja tensión, también se debe asegurar que la escalera telescópica quede amarrada correctamente al poste para evitar incidencias por deslizamiento de escalera.

01 técnico sube por la escalera telescópica mientras que otro técnico se queda en la parte baja sujetando la escalera y brindando apoyo al técnico que sube.

01 técnico jalara el cable desde la ubicación de la bobina y lo llevara hacia el personal que se encuentra arriba de la escalera.

01 técnico se queda en la ubicación del carrete de FO para poder girar la bobina cuando se realice el tendido.

El técnico que se encuentra arriba de la escalera deberá colocar el aislador junto con la porta línea metálico y deberá adosarlos al poste usando cinta bandit $\frac{3}{4}$ " y las hebillas aceradas de $\frac{3}{4}$ ", luego pasará la FO sujetándola a la ferretería instalada con el preformado respectivo.

El técnico que se encuentra arriba de la escalera deberá lanzar la FO en la dirección indicada en el plano para que los técnicos restantes reciban la FO y realicen el despliegue hacia el siguiente poste.

El técnico bajara la escalera y junto con el técnico que se encuentra abajo llevaran los conos y la escalera hacia el siguiente poste. Repetir esta actividad hasta culminar el tendido de FO según el plano de diseño.

Todo cable de FO tendrá que ser identificado con etiquetas de FO que se colocaran y se sujetaran con ayuda de los cintillos negros de 10".



Fig. N.º 58: "Etiquetado de cables de fibra óptica para su posterior reconocimiento por el equipo de mantenimiento preventivo / correctivo"

Fuente: Elaboración propia

Todas estas actividades fueron realizadas de acuerdo al diseño final del plano de obra.

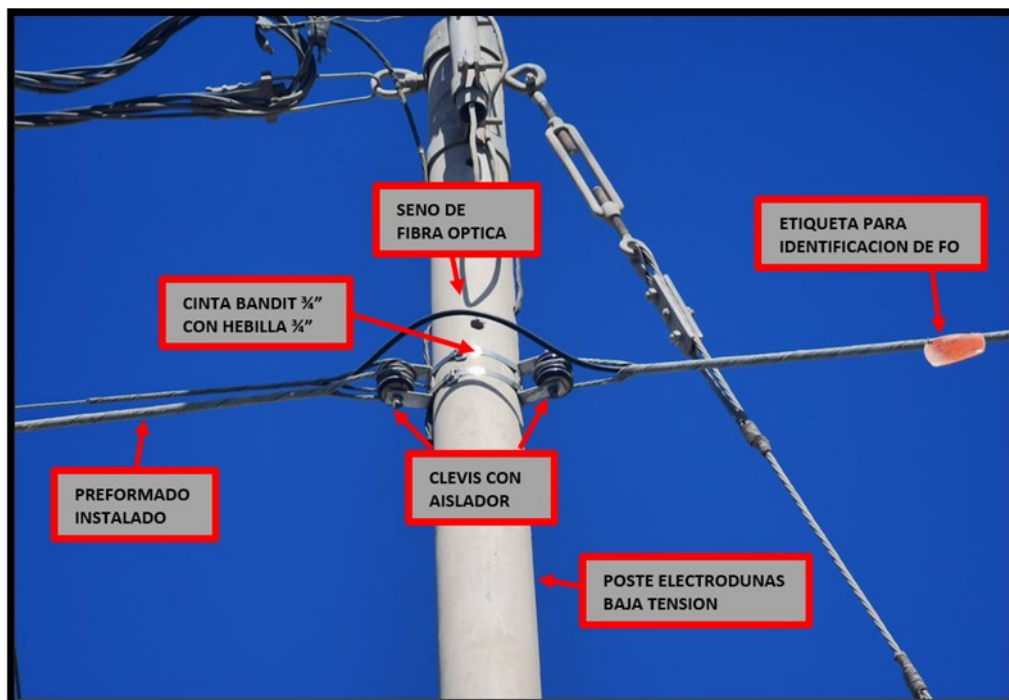


Fig. N.º 59: "Poste Electroquinas con fibra óptica ya instalado"

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3. Instalación de equipos pasivos

Los equipos pasivos son aquellos que no requieren energización para entrar en funcionamiento, solamente bastará con recibir señal infrarroja desde la estación base.

Para realizar los trabajos de instalación de equipos pasivos, el personal fue con la indumentaria de seguridad necesaria para poder realizar las actividades, tales como:

- Casco dieléctrico.
- Barbiquejo.
- Chaleco reflectivo
- Gafas de sol
- Botas punta de acero
- Guantes para FO

- Polo manga larga
- Estrobo y arnés de seguridad.

Para realizar la instalación de equipos pasivos se necesitaron los siguientes materiales de trabajo:

- 128 cajas NAP
- 03 mufas troncales
- 16 mufas de distribución
- Alcohol isopropílico
- Pañitos húmedos
- Etiquetas con logo de operador
- Cintillos tipo bandera
- Manguitos para fusión
- Fusionadora SUMITOMO T-72C
- Mesa de trabajo y sillas.
- Escalera telescópica de 28 pasos

Los equipos pasivos se instalaron en las ubicaciones indicadas en el plano de diseño de obra.

Para realizar la instalación de los equipos se debe localizar las reservas de FO dejadas en los postes por el personal de tendido de FO.

Una vez localizada la reserva se debe colocar y amarrar la escalera al poste, cercar el área de trabajo con los conos y bastones, subir y desenrollar la reserva.

Los equipos se instalarán dependiendo del número de hilos que tenga el cable de la reserva:

- FO de 144H y 96H: Se instaló mufas troncales
- FO de 96H y 24H: Se instaló mufas de distribución

- FO de 24H: Se instaló cajas NAP

Mufa troncal

La mufa troncal cuenta con 6 bandejas para realizar empalmes de FO. Cada bandeja cuenta con 24 ranuras para colocar los manguitos con la fibra fusionada. Tendrá como cables de FO de entrada y salida a los de 144H y 96H. En estas mangas no se instalaron splitters de ningún tipo. Su función es derivar los cables de distribución hacia los clústeres indicados en el plano. Cuenta con 2 puertos ovaes para el sangrado del cable troncal (generalmente de 144H) y con 4 puertos para los cables de distribución (96H).



Fig. N.º 60: “Personal de tendido de fibra óptica acondicionado de mufa troncal 01”

Fuente: Elaboración propia



Fig. N.º 61: "Fotografía de puertos de distribución y derivación de la MT01"

Fuente: Elaboración propia

Mufa de distribución

Las mufas de distribución cuentan con 2 bandejas para realizar empalmes de fibra óptica (FO). Cada bandeja cuenta con 48 ranuras para colocar los manguitos con la fibra fusionada y/o splitters de 1x4. Únicamente tendrá como cables de FO de entrada y salida a los de 96H y 24H. En estas mangas se instalarán splitters de 1x4 cuya cantidad dependerá de las NAP asignadas en el diseño del plano. Además, cuenta con 2 puertos ovales para el sangrado del cable de distribución y con 4 puertos para los cables de derivación hacia las NAP.

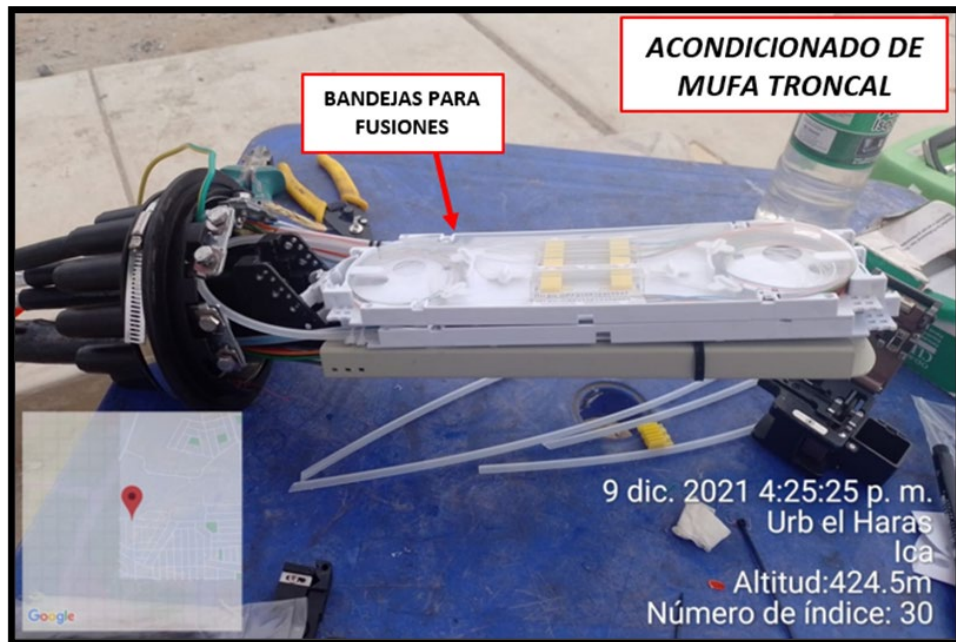


Fig. N.º 62: "Bandejas internas de Mufa de distribución"

Fuente: Elaboración propia

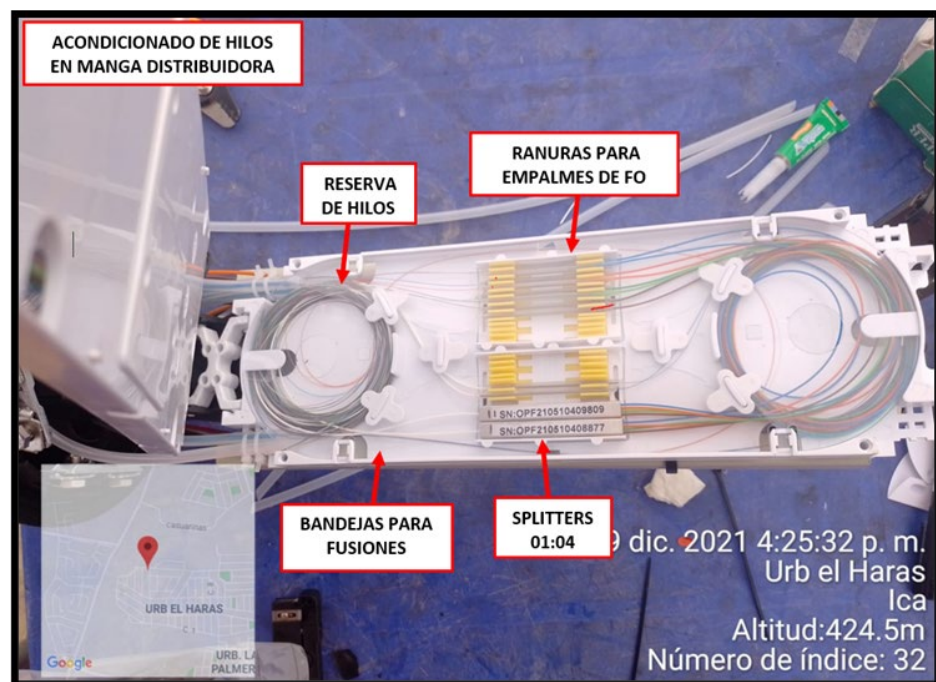


Fig. N.º 63: "Bandejas internas de Mufa de distribución con hilos fusionados y splitters de 1:4"

Fuente: Elaboración propia



Fig. N.º 64: "Mufa de distribución acondicionada lista para ser instalada en poste"

Fuente: Elaboración propia

Network Access Point (NAP)

Es un equipo pasivo que se instala en postes, utilizado como toma de servicio para abonados. Cuentan con 2 bandejas para realizar empalmes de FO. Cada bandeja cuenta con 2 ranuras para colocar los splitters de 1x8. Los splitters de 1x8 vienen instalados en las bandejas de las NAP. Además de contener 2 puertos para sangrado de cable de 24H y con 16 puertos para los cables Drop (4H) que se usaran para realizar instalaciones para abonados (clientes).



Fig. N.º 65: “Parte externa de Caja NAP con rotulado para identificación”

Fuente: Elaboración propia

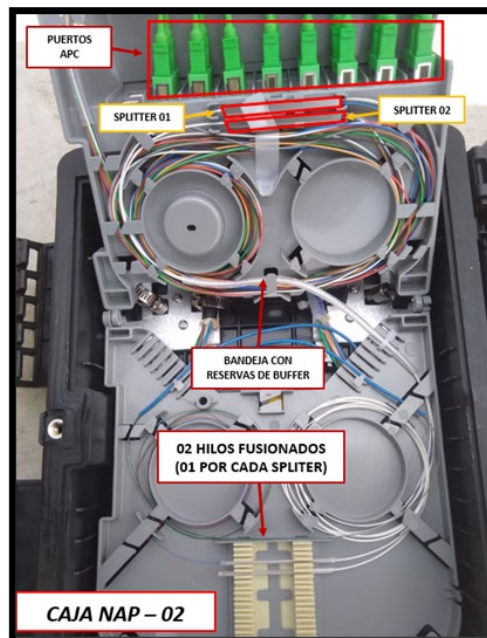


Fig. N.º 66: “Parte interna de caja NAP, se aprecia las 02 fusiones realizadas y los splitters 1:16 preinstalados en la misma”

Fuente: Elaboración propia

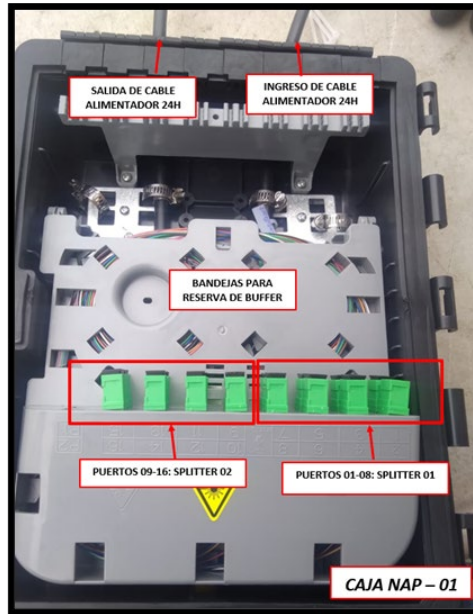


Fig. N.º 67: "Parte interna de caja NAP, se aprecia la bandeja superior donde muestra los 16 puertos para conexión hacia abonados"

Fuente: Elaboración propia

Las NAP conforman el punto de distribución final de la planta externa.



Fig. N.º 68: "Instalación de caja NAP en poste"

Fuente: Elaboración propia



Fig. N.º 69: “Instalación de caja NAP junto a Mufa de distribución en poste eléctrico”

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.4. Empalmes o fusiones de fibra óptica en equipos pasivos

El empalme consiste en unir 2 extremos de los hilos de la fibra óptica mediante una fusión por arco eléctrico mediante una fusionadora certificada y personal técnico capacitado.

Los empalmes o fusiones de FO que se han realizado en el presente proyecto están acorde al perfil de empalmes enviado por el área de ingeniería de WOW TEL SAC.

Los empalmes de FO se realizaron con una fusionadora calibrada y certificada para el presente proyecto, así como personal calificado y capacitado para realizar estos trabajos ya que se requiere de una manipulación delicada al momento de trabajar con los hilos de FO.



Fig. N.º 70: “Fusionadora JILONG KL-360E certificada para realizar trabajos en planta externa”

Fuente: Elaboración propia

Los empalmes de FO deben tener una pérdida o atenuación entre 0.15db y 0.20db.

Los empalmes de FO deberán estar protegidos con manguitos termo contraíbles de esta manera evitamos general atenuaciones o rotura de hilo en caso de manipulación de los hilos.

Empalmes en mufa troncal

Estos empalmes se realizarán entre los hilos que vienen de la estación base o nodo “ICA II” y los hilos del cable de distribución, en total se realizaron 64 empalmes en las mangas troncales distribuidas en el plano.

Empalmes en mufa de distribución

Cada clúster cuenta con 02 mangas de distribución, en las cuales se realizaron 05 empalmes en cada una, dando un total de 08 empalmes en mufas de distribución por clúster.

En cada mufa de distribución, los empalmes se realizaron entre los hilos que vienen de la mufa troncal (04) y las entradas de los splitters de 1:4 (04), también se realizaron entre las salidas de los splitters de 1:4 (16H en total) y el cable de derivación de 24H (16H en total), en el orden indicado en el diagrama esquemático de distribución del clúster correspondiente.

Se realizaron un total de 80 empalmes en todos los 8 clúster.

Empalme en NAP

Cada clúster cuenta con 16 NAPs (08 NAPs por cada mufa de distribución), en las cuales se realizaron 02 empalmes en cada una, dando un total de 32 empalmes por cada clúster.

Estos empalmes se realizaron entre los hilos que vienen del cable de FO de 24H y los splitters de 1:8 (02 por cada NAP)

Se realizaron 256 empalmes en todos los clústeres (en total 08)

Las NAP's cuentan con 16 puertos APC los cuales quedaran con los valores de potencia adecuados para poder realizar la instalación a los abonados a través de una red de acometidas.

Los conectores a utilizar para realizar la instalación a los abonados deben contar con una reflectancia entre -35.00db y -50.00db.

4.2.3.5. Acceso al nodo o estación base “ICA – II”

Para realizar los trabajos de acceso de fibra óptica al nodo, el personal fue con la indumentaria de seguridad necesaria para poder realizar las actividades, tales como:

- Casco dieléctrico.
- Barbiquejo.
- Chaleco reflectivo
- Gafas de sol
- Botas punta de acero
- Guantes para fibra óptica
- Polo manga larga

Para realizar los trabajos de acceso al nodo se utilizaron los siguientes materiales:

- 03 ODFs (Optical distribución ciber), cada uno incluye 24 splitters de 1x2
- Alcohol isopropílico
- Pañitos húmedos
- Manguitos para empalme
- Cintillos blancos
- Juego de desarmadores
- Plumón y cinta masking tape

Dentro del nodo se cuenta con 03 gabinetes instalados en los cuales se colocaron los diversos equipos de telecomunicaciones que darán origen a la planta externa.

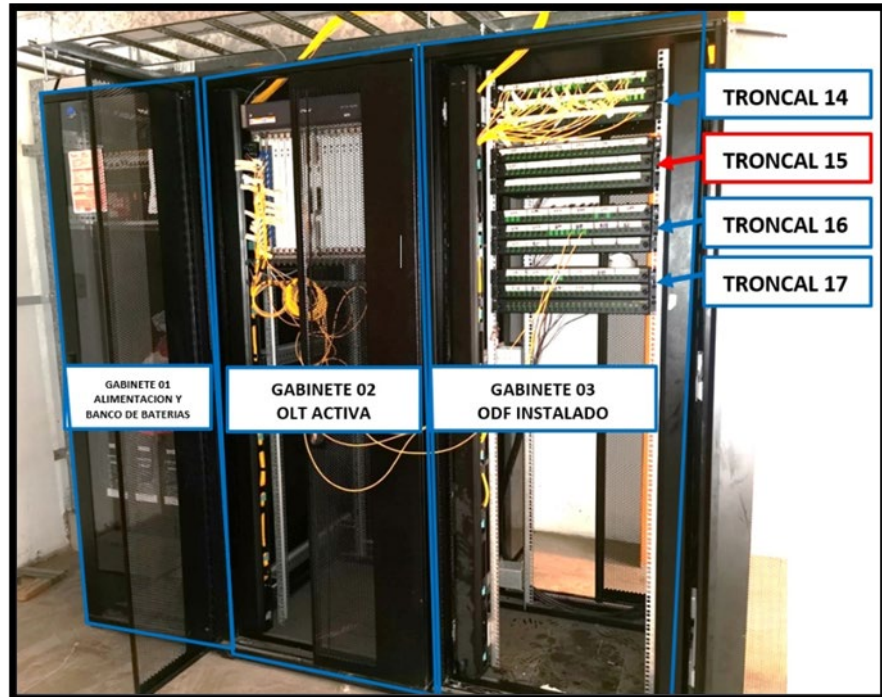


Fig. N.º 71: “Gabinetes en estación base ICA-02 con equipos activos y pasivos, en los cuales se encuentra el ODF de la Troncal 15”

Fuente: Elaboración propia

Se dejó una reserva de 50.0m de FO (144H) en el poste propio instalado fuera del nodo, para realizar el acceso hacia los gabinetes.

Se accedió al nodo “ICA – II” trasladando la punta del cable que se dejó en el poste propio hacia la ubicación de los ODFs a instalarse en los gabinetes.

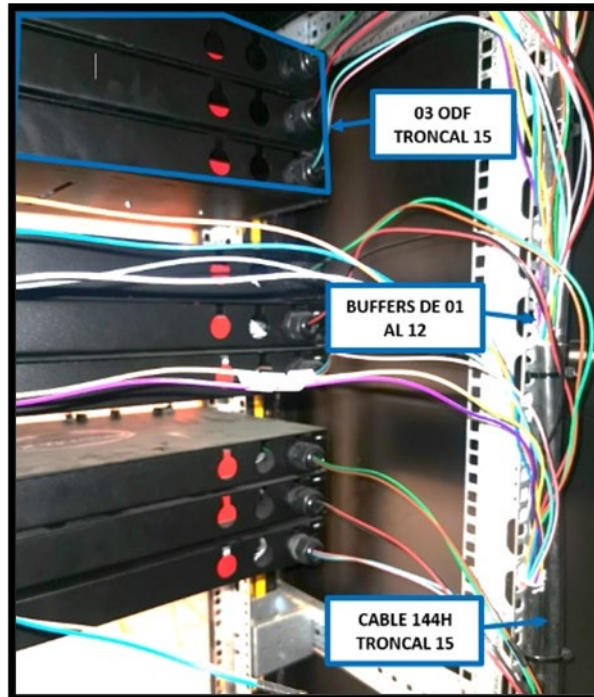


Fig. N.º 72: “Parte trasera de los ODF en los cuales se aprecia el acceso del cable de 144H”

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de ODF instaladas fueron de 03 unidades para la Troncal 15.

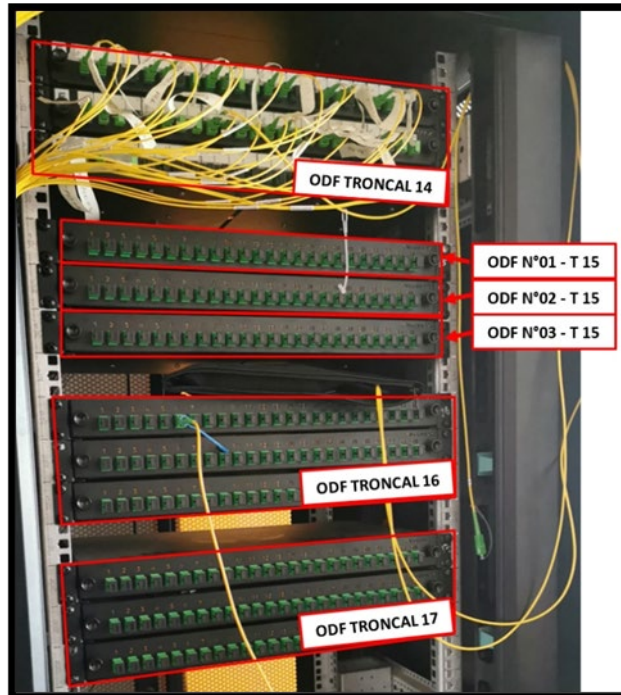


Fig. N.º 73: “Gabinete N°3 con 03 ODF instalados para la troncal 15”

Fuente: Elaboración propia

Los ODF proporcionados por el operador WOW TEL SAC. Cuentan con 24 puertos APC y también con 24 Splitters de 1x2.

Los puertos APC de los ODF cuentan con una reflectancia de -35db a -50db y con una pérdida de 0.75db.

Los Splitters de 1x2 instalados en el ODF cuentan con una pérdida de 3.6db.

Los empalmes realizados entre el cable de FO (144H) y el ODF se hicieron en el mismo orden del código de colores para los hilos de la FO (TIA/EIA 598)

Una vez realizada las fusiones se hizo la conexión entre los puertos APC del ODF hacia los transceptores instalados en la OLT, mediante un jumper de 03m.

Con este procedimiento se logró activar la red, por ende, se activó la potencia en las cajas NAP.

Potencia de inyección del ODF: +2.00dbm / +3.00dbm.

Potencia de salida de la caja NAP: -18.00dbm / -22.00dbm.

4.2.3.6. Empalmes en el nodo o estación base “ICA – II”

Los empalmes en el ODF se realizaron con una empalmadora modelo Sumitomo T-72C, estos empalmes deben tener una atenuación entre 0.15db a 0.20db.

La cantidad de empalmes realizados en los ODF fueron de 64 para red activa.

La cantidad de empalmes realizados en los ODF fueron de 80 para red en reserva.

La cantidad de empalmes totales realizados en los ODF fueron de 144H.

El ODF también es conocido como PATCH PANEL.

El cable de 144H que ingresa a los ODF tendrá 64H activos (con red viva) y 80H quedarán para futuros proyectos de ampliación de red, mantenimiento preventivo/correctivo y enlaces entre nodos.

La conexión entre la OLT y los ODF ya instalados en los gabinetes se realizaron por medio de jumpers (FO 1H) de 3.00m de longitud.

4.2.4. Pruebas de calidad, mediciones de potencia e IOLM en red FTTH

4.2.4.1. Pruebas de calidad

Las mediciones de calidad de hilos fueron realizadas con un OTDR EXFO.

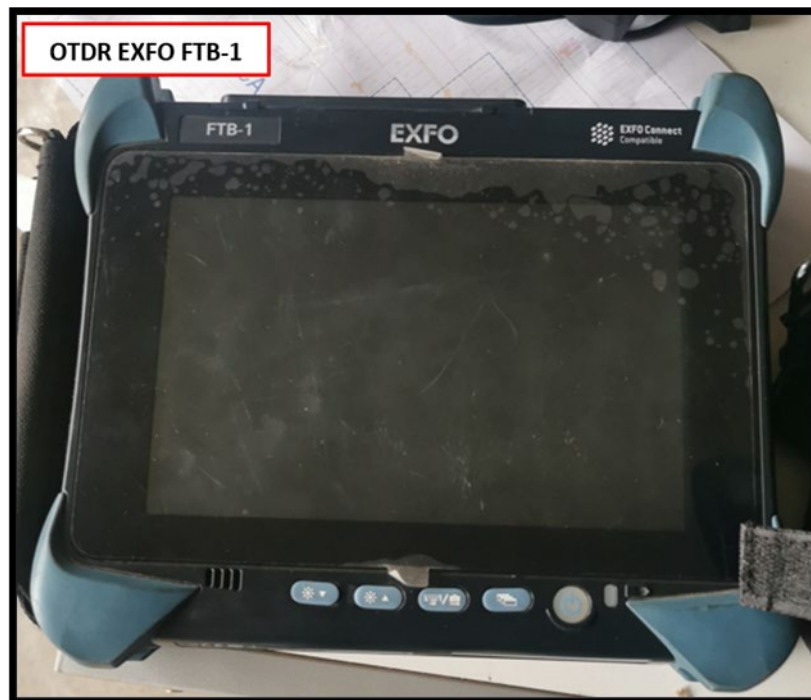


Fig. N.º 74: "OTDR con IOLM EXFO FTB-1, equipo que se utilizará para realizar las pruebas de calidad a los hilos de FO"

Fuente: Elaboración propia

Para medir la calidad de los hilos de FO antes de realizar la instalación, se utiliza el OTDR para generar trazas en donde se compruebe el estado de los hilos de fibra óptica.

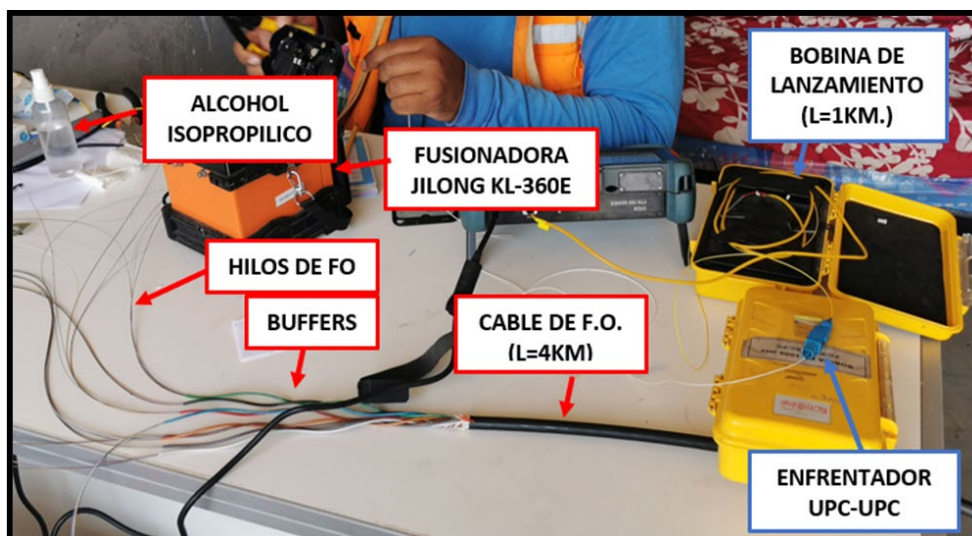


Fig. N.º 75: "Personal certificado realizando pruebas de calidad a los hilos de FO"

Fuente: Elaboración propia

El OTDR muestra una traza del estado del hilo medido, indicando que está apto para instalarlo en la planta externa.

OTDR Report					
Identification Information					
Filename:	BOBINA_24H_01_FO-001.trc	Job ID:	ICA-II-TR16	INFORMACION BASE	
Test date:	09/11/2021	Customer:	WOW		
Test time:	11:23:32 am (GMT-05:00)	Company:	TRANSMITEL		
Comments:					
Identifiers					
Cable ID	Fiber ID	Location A	Location B	None	INFORMACION DE LA FIBRA
ADSS-SM-FO-24H	Fiber001	ICA			
Location A		Location B			
Location:	ICA	Location:			CARACTERISTICAS DEL EQUIPO
Operator:	Neiser Shupingahua	Operator:			
Unit model:	FTB-730-23B-EI	Unit model:			
Unit s/n:	779103	Unit s/n:			
Calibration Date:	21/07/2014	Calibration Date:			
Test Parameters (1310 nm)					PARAMETROS DE MEDICIÓN
Range (km):	6.0000	Pulse (ns):	100	Duration (s):	30

Fig. N.º 76: "Reporte de OTDR donde se muestra las características fundamentales de la Fibra Medida"

Fuente: Elaboración propia

Estas mediciones se realizan en ventana de 1310 nm y 1550 nm.

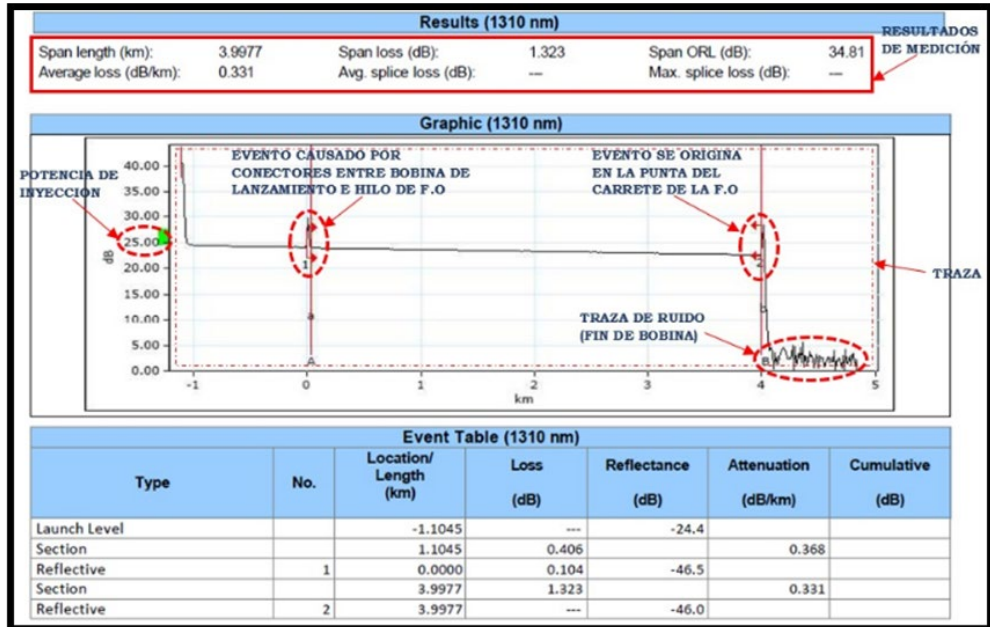


Fig. N.º 77: "Reporte de OTDR para medición en ventana 1310 nm"

Fuente: Elaboración propia

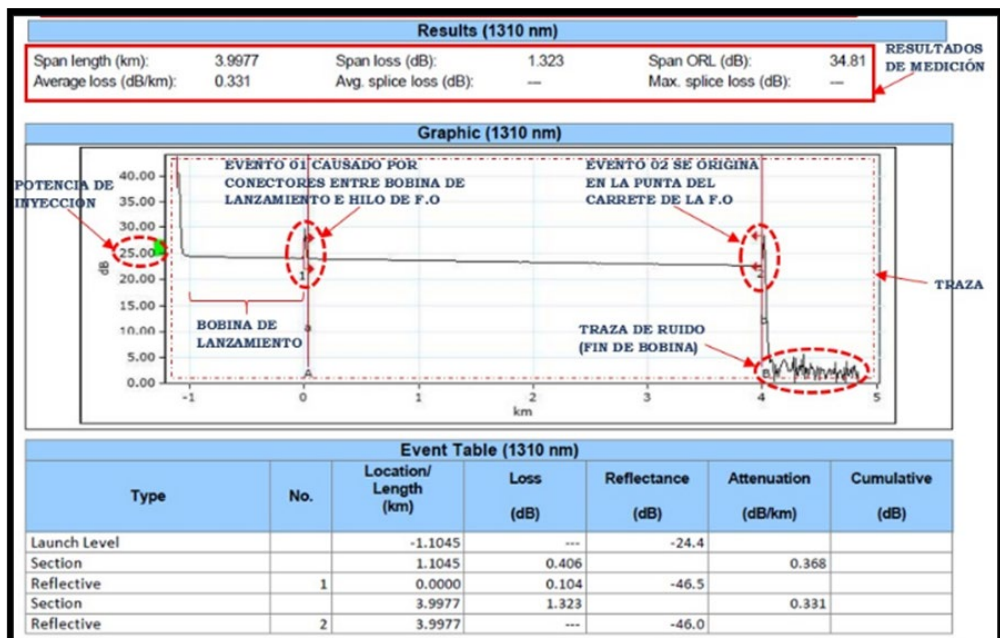


Fig. N.º 78: "Reporte de OTDR para medición en ventana 1550 nm"

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.2. Mediciones IOLM en red apagada

Para medir la traza de la red con IOLM fue necesario desconectar la OLT de la red y conectar cada puerto de la NAP ya instalada a un equipo de medición llamado OTDR.

Estas mediciones se realizaron en los 16 puertos de las NAPs instalados, midiendo 01 puerto por cada splitter de la NAP (02 mediciones por NAP).

La traza dibujada en el OTDR nos muestra las características y calidad de instalación de la FO.

Para poder obtener la traza correcta es necesario conectar 01 bobina de lanzamiento en la ODF para poder conocer la reflectancia en los puertos APC.



Fig. N.º 79: "Fusionadora JILONG KL-360E certificada para realizar trabajos en planta externa"

Fuente: Elaboración propia

Se muestra el resultado de medición con IOLM para la NAP 01, Clúster 194.

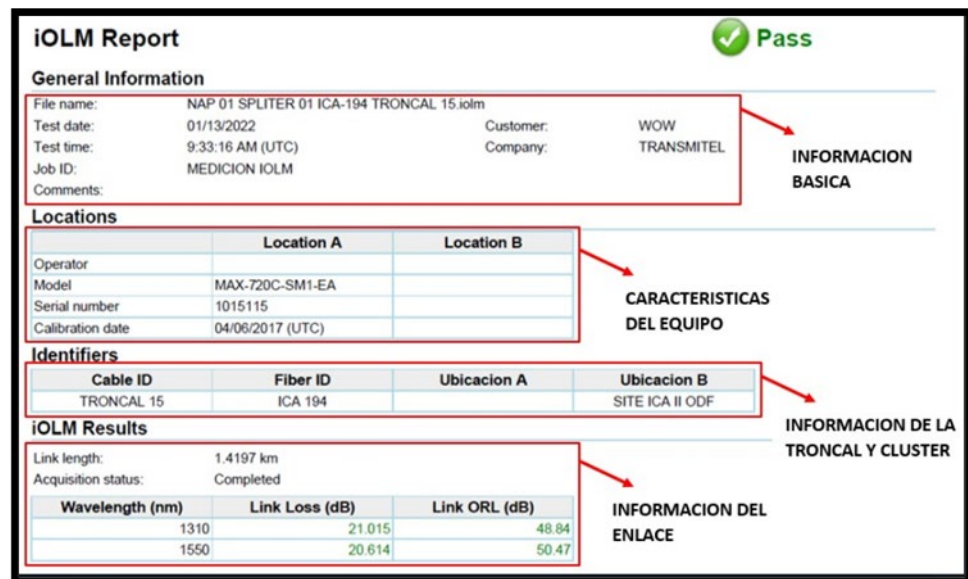


Fig. N.º 80: "Reporte de IOLM donde se muestra las características fundamentales de la Fibra Medida"

Fuente: Elaboración propia

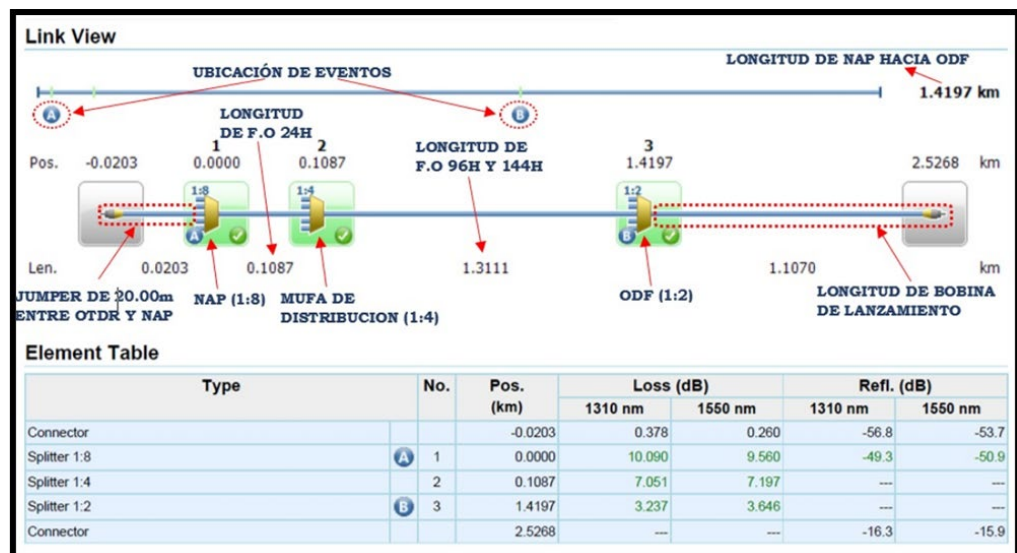


Fig. N.º 81: "Grafica del enlace donde se muestra el diagrama del enlace, así como sus componentes desde la caja NAP hacia el ODF"

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.3. Mediciones de potencia en red activa:

Para medir las potencias de salida se necesitará conectar la red con la OLT y conectar cada puerto de la caja NAP ya instalada a un equipo de medición llamado Optical Power Meter (OPM)

Estas mediciones se realizarán en los 16 puertos de las NAPs instaladas midiendo los puertos con numeración par en ventana de 1550nm y los puertos con numeración impar en ventana de 1310nm y la potencia de salida en los puertos de las cajas NAP debe estar entre -15.00dbm a -22.00dbm, estos valores están sujetos a la calidad de instalación de la planta externa.

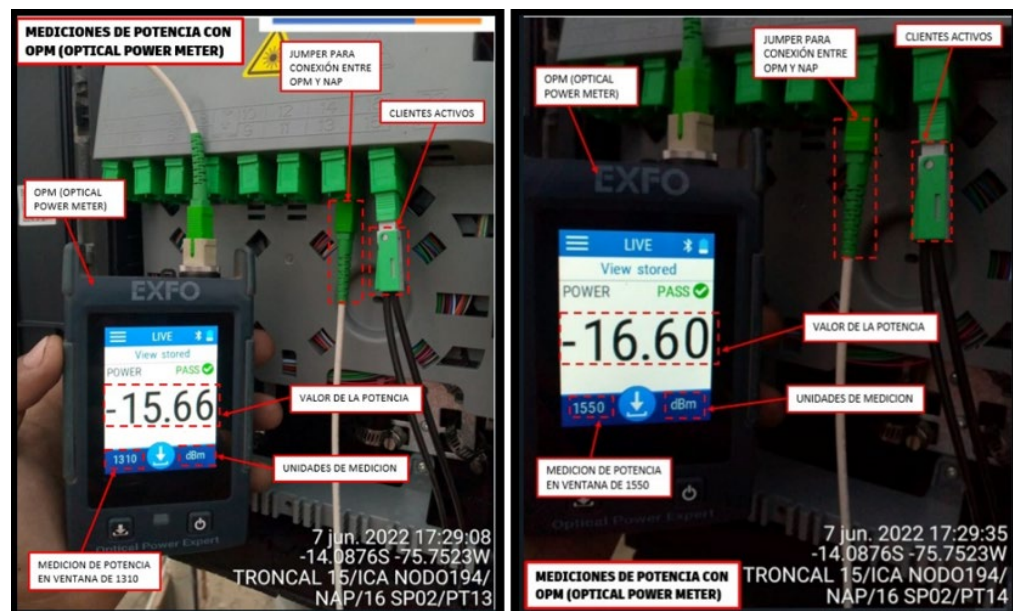


Fig. N.º 82: "Pruebas con OPM en ventanas 1310nm y 1550nm usando la OLT como fuente activa"

Fuente: Elaboración propia

La potencia de salida en los puertos de las cajas NAP debe estar entre -15.00dbm a -22.00dbm, estos valores están sujetos a la calidad de instalación de la planta externa.

Si la potencia de salida indica otros valores fuera del rango indicado, se debe corregir el nivel de potencia revisando la calidad de la instalación de la red construida.

La OLT inyecta valores de potencia entre +2.00dbm y +5.00dbm.

4.3. Población y muestra

La población está determinada por los elementos y personas involucradas en la ciudad de Comatrana de la provincia de Ica, Perú, en donde se viene realizando el proyecto de investigación.

Las muestras se clasifican en: muestreo probabilístico y no probabilísticos. En este proyecto la muestra es no probabilística ya que seleccionamos como muestra la cobertura y potencia óptica necesaria para habilitar el servicio de internet. [31]

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

El estudio del presente proyecto de investigación se realizó de manera semipresencial en la ciudad de Comatrana, perteneciente a la provincia de Ica.

Para la ejecución del proyecto se consideraron los ítems que se muestran en la tabla N° 2.

ITEM	RESPONSABLE	TRABAJO
1	PLANIFICACIÓN DE RED	INGENIERÍA DEL PROYECTO
2		Prediseño
3		Presupuestos
4		Cronograma
5	IMPLEMENTACIÓN DE RED	VISITAS DE FACTIBILIDAD
6		Obras Civiles
7		Planta Externa
8		PERMISOS MUNICIPALES
9		Elaboración de planos de obra
10		Tiempo de respuesta del Municipio

11		LOGÍSTICA
12		Solicitud y entrega de materiales
13		Administración de contratistas
14		EJECUCIÓN DE PROYECTO
15		Plantado de Postes
16		Tendido de Fibra Óptica
17		Instalación de equipos pasivos
18		Fusiones de ODF/ MT / MD / NAP
19		Pruebas reflectométricas
20		Pruebas de potencia

Tabla N.º 2: Ítems para ejecución del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Este proyecto tuvo una duración de 63 días el cual se muestra de manera detallada en el Anexo N.º 2.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Las técnicas para la recolección de información que se utilizaron en el siguiente proyecto podemos considerar la observación, ya que fue la primera etapa para realizar el levantamiento de la inspección en campo a través de inspección visual.

Los instrumentos que se emplearon en el siguiente proyecto de tesis, son el OTDR (reflectómetro) el cual sirve para hacer las mediciones y perdida de potencia de la fibra óptica. Otro instrumento que se ha utilizado es el OPM, el cual es un medidor de potencia óptica y sirve para realizar las pruebas de potencia en dBm. Y finalmente mencionaremos al VFL el cual es una herramienta que permite observar la ruptura en la fibra óptica.

La ficha técnica de estos instrumentos se encuentra en los Anexos 4, 5 y 6.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

No corresponde al presente trabajo de Tesis, debido a que al tratarse de una implementación de una red FTTH para brindar servicio de internet con fibra óptica a un centro poblado, el cual no se ha tomado medidas de señal al usuario final en el hogar, por lo que la muestra estaría reducida.

4.7. Aspectos Éticos en Investigación

El siguiente proyecto de investigación busca brindar un servicio de internet de calidad a los pobladores del centro poblado de Comatrana en la provincia de Ica, quienes no todos cuentan con un servicio de internet eficiente, siendo la instalación de una red FTTH con tecnología GPON la adecuada para poder mejorar este servicio. Y pueda servir como referencia para la implementación de este tipo de tecnología en otras zonas rurales del país que lo requieran.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

La potencia de salida en los puertos de las cajas NAP debe estar entre -15.00dbm a -22.00dbm, estos valores están sujetos a la calidad de instalación de la planta externa. Si la potencia de salida indica otros valores fuera del rango indicado, se debe corregir el nivel de potencia revisando la calidad de la instalación de la red construida.

La OLT inyecta valores de potencia entre +2.00dbm y +5.00dbm.

En la figura N.º 83 se observa la prueba validada en campo para la NAP 01, clúster 194, obteniéndose la medida esperada (entre -16.00 dbm a -22.00 dbm).



Fig. N.º 83: “Prueba de potencia en ventana 1310 nm y 1550 nm realizada en la NAP 01, CLÚSTER ICA_194, puertos 07 y 08”

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se realizó la prueba de calidad de enlace para todas las NAP, después de la implementación del proyecto.

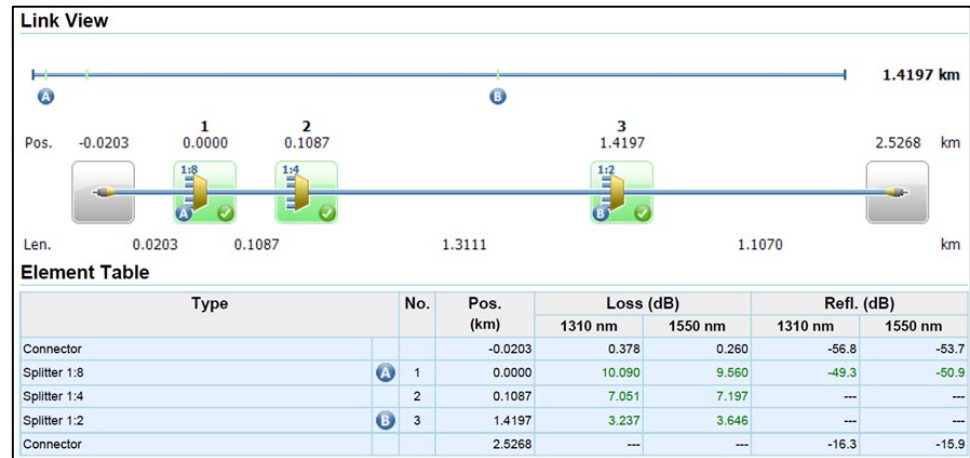


Fig. N.º 84: "Pruebas de calidad de enlace realizado en un equipo OTDR, en la NAP 01, CLÚSTER ICA_194, puerto 08"

Fuente: Elaboración propia

Realizando el análisis a la gráfica tenemos:

- Distancia total: 1.4197Km. desde la NAP 01 CLÚSTER ICA_194 hacia el ODF en la Estación Base ICA II.
- Pérdidas totales en 1310nm:
 $-(10.090\text{dbm} + 7.051\text{dbm} + 3.237\text{dbm}) = -20.378\text{dbm}$
- Pérdidas totales en 1550nm:
 $-(9.560 + 7.197 + 3.237) = -19.994\text{dbm}$
- Potencia inyectada del OLT: +5dbm

Cálculo de potencia teórica máxima de salida en ventana 1310 nm para NAP 01 - ICA_194:

- $P(\text{salida}) = P_{\text{max}}(\text{OLT}) - P(1310) - P(\text{cable})$
- $P(\text{salida}) = 5 - 20.378 - 0.2 \times 1.4197 = -15.661 \text{ dbm}$

Cálculo de potencia teórica mínima de salida en ventana 1310nm para NAP 01 - ICA_194:

- Potencia de salida en la NAP 01 – ICA_194:
- $P(\text{salida}) = P_{\text{min}}(\text{OLT}) - P(1310) - P(\text{cable})$
- $P(\text{salida}) = 2 - 20.378 - 0.2 \times 1.4197 = -18.661 \text{ dbm}$

Cálculo de potencia teórica máxima de salida en ventana 1550nm para NAP 01 - ICA_194:

- Potencia de salida en la NAP 01 – ICA_194:
- $P(\text{salida}) = P_{\text{max}}(\text{OLT}) - P(1550) - P(\text{cable})$
- $P(\text{salida}) = 5 - 19.994 - 0.2 \times 1.4197 = -15.227 \text{ dbm}$

Cálculo de potencia teórica mínima de salida en ventana 1550nm para NAP 01 - ICA_194:

- Potencia de salida en la NAP 01 – ICA_194:
- $P(\text{salida}) = P_{\text{min}}(\text{OLT}) - P(1550) - P(\text{cable})$
- $P(\text{salida}) = 2 - 19.994 - 0.2 \times 1.4197 = -18.227 \text{ dbm}$

Contrastando con los valores obtenidos en campo:

- Ventana 1310: $P_{\text{min}} < P(\text{campo}) < P(\text{max})$
- Ventana 1310: $-18.661 \text{ dbm} < -15.87 \text{ dbm} < -15.661 \text{ dbm}$
- Ventana 1550: $P_{\text{min}} < P(\text{campo}) < P(\text{max})$
- Ventana 1550: $-18.227 < -16.78 \text{ dbm} < -15.227 \text{ dbm}$

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

Luego de habilitarse los puertos en las cajas NAP, se consideraron 150 metros como radio de cobertura de cada caja, por lo tanto, se visualiza en la Figura N° 85 que el sector de la ciudad de Comatrana, Ica; quedó habilitado la cobertura del servicio de internet por fibra óptica.

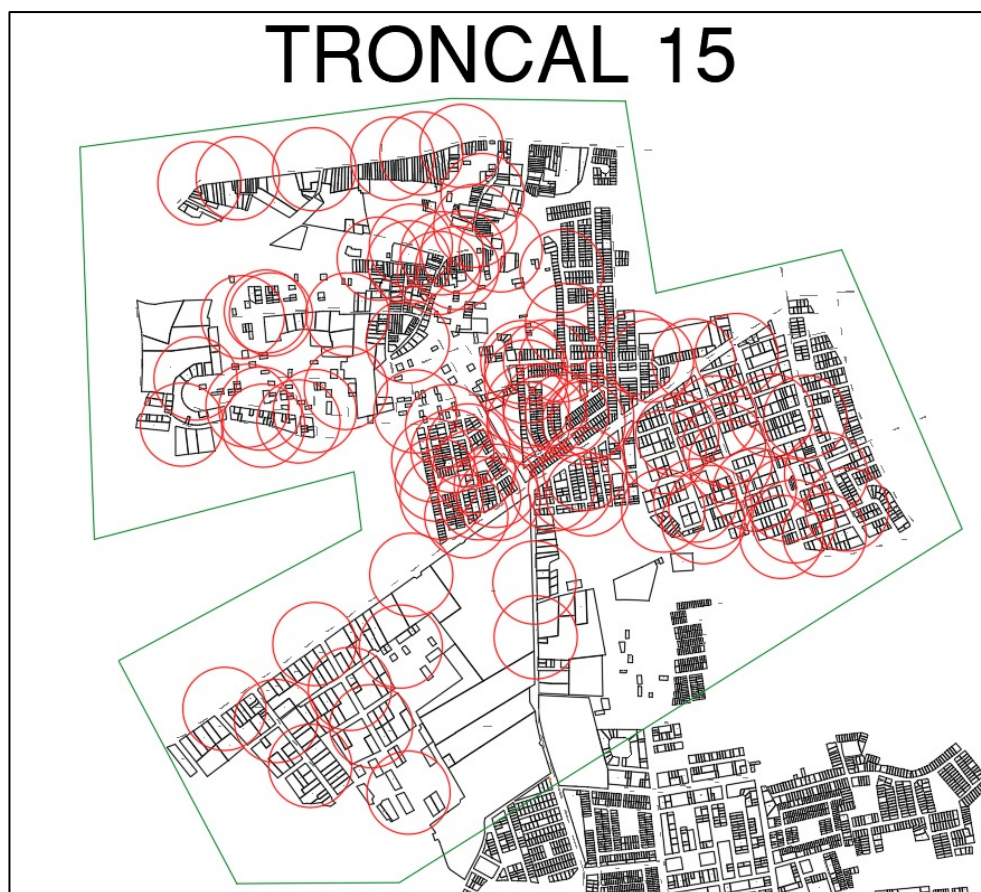


Fig. N.º 85: “Plano de cobertura por cajas NAP en la ciudad de Comatrana, Ica”

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba de potencia realizada en la presente tesis, se tomó como referencia la NAP 01 del clúster ICA_194. Teniendo en cuenta que esta prueba fue realizada en cada una de las 128 NAP.

- La potencia máxima obtenida teóricamente en la ventana 1310 nm (subida de datos) es de -15.661 dbm
- La potencia mínima obtenida teóricamente en la ventana 1310 nm (subida de datos) es de -18.661 dbm.
- El valor obtenido al realizar las mediciones de potencia en campo en la ventana 1310 nm (subida de datos) es de -15.87 dbm el cual está dentro del intervalo de potencia máxima y potencia mínima obtenida teóricamente.
- La potencia máxima obtenida teóricamente en la ventana 1550 nm (bajada de datos) es de -15.227 dbm
- La potencia mínima obtenida teóricamente en la ventana 1550 nm (bajada de datos) es de -18.227 dbm.
- El valor obtenido al realizar las mediciones de potencia en campo en la ventana 1550 nm (bajada de datos) es de -16.78 dbm el cual está dentro del intervalo de potencia máxima y potencia mínima obtenida teóricamente.

6.2. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

Para la ejecución del presente proyecto de tesis se consideró el Código de Ética de Investigación de la Universidad Nacional del Callao según la Resolución del Consejo Universitario N° 210-2017-CU 2017.

VII. CONCLUSIONES

- Se concluye que se pudo habilitar la cobertura del servicio de internet por fibra óptica en la ciudad de Comatrana, ya que cada caja NAP instalada tiene un radio de alcance de 150 metros, llegando a instalarse 128 cajas NAP en toda la ciudad.
- Las pruebas de potencia realizadas en las 128 cajas NAP, tanto teóricamente como en forma experimental, arrojaron valores óptimos que permiten habilitar el servicio de internet en la ciudad de Comatrana.
- La prueba de calidad que se realizó en campo, muestra que la calidad de construcción del enlace OLT hacia la NAP, quedó conforme al estándar de instalación de planta externa requerido por el operador.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se tenga un personal técnico calificado tanto en el tendido de fibra óptica, instalación de equipos activos y pasivos, empalmes y pruebas reflectométricas. Así como que el personal técnico encargado del tendido de fibra óptica, deber tener el debido cuidado al momento de realizar la manipulación de la fibra (tensado, flechado, colocación de herrajes, colocación de reservas, etc.)
- Tener cuidado al realizar las conexiones de la OLT entre la red eléctrica comercial y la red eléctrica de respaldo (banco de baterías) y realizar una correcta limpieza de los hilos de fibra óptica utilizando paños húmedos y alcohol isopropílico, así como realizar un correcto corte con el equipo cortador de diamante, antes de ser fusionados.
- Se recomienda que los equipos de empalmes y medición estén debidamente certificados y calibrados con una fecha no menor a 2 años.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] H. H. Guerrero Seminario, “Análisis y diseño de una red 4G-WIMAX para zonas rurales de Huancabamba”, tesis de grado, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú, 2016.
- [2] C. E. Iguavita Gallardo, “Diseño de una red de fibra óptica GPON para el barrio Chicalá de Bogotá bajo los lineamientos de gestión de proyectos del PMI”, tesis de grado, Universidad Santo Tomás, Bogotá D.C, Colombia, 2021.
- [3] R. B. Rivera Galiano & O. J. Huertas Campo, “Estudio para la implementación de una red GPON en el sector comercial de Barrancabermeja”, tesis de grado, Institución Universitaria Politécnico Gran Colombiano, Santander, Colombia, 2017.
- [4] D. Martínez de Ceano-Vivas, “Diseño de una Red de Acceso PON FTTH para un Bloque de Edificios por Interior”, tesis de grado, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, 2021.
- [5] S. R. Arribasplata Terrones, “Diseño de una Red FTTH aplicando el estándar GPON en el distrito de Santiago de Surco”, tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, 2021.
- [6] J. P. Pomatanta Espinoza, “Diseño de una red de acceso FTTH basada en el estándar GPON para el distrito de Pueblo Libre”, tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, 2021.
- [7] R. Y. Seminario Iman, “Diseño de una red piloto FTTH utilizando estándar GPON, en modalidad de conmutación de datos por paquetes para el distrito de Miraflores – Lima”, tesis de grado, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú, 2021.

- [8] E. C. Roque Zavaleta, "Impacto del acceso y uso del servicio de internet en la zona urbana y rural del Perú, año 2015 – 2017", tesis de grado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, 2019.
- [9] H. A. Rosas Lozada, "Redes nacionales de banda ancha en el Perú: Escenarios al 2030", tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2021.
- [10] C. Arévalo Tello; M. G. Carrasco Yarlequé; O. J. Veas Santa Cruz & W. A. Olaya Yimen, "Propuesta de un Modelo de Negocio Basado en una Infraestructura de Telecomunicaciones Inalámbrica para Brindar Conectividad a Internet Fijo Ilimitado en Zonas Rurales", tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2022.
- [11] C. A. Balarezo León, "Banda ancha móvil para zonas rurales por Telefónica del Perú S.A.A.", tesis de maestría, Universidad de Piura, Lima, 2017.
- [12] J. J. Madera Rodríguez & G. Rosales Santiago, "Redes de telecomunicaciones y tecnológicas para E-Learning", tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México, 2014.
- [13] L. E. Fernández García & P. Sánchez Quispe, "Servicio de internet mediante fibra óptica y radioenlace en la Institución Educativa Túpac Amaru del distrito de Palca – Huancavelica", tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú, 2014.
- [14] E. Cuellar Tito, "Diseño de una red de fibra óptica para mejorar la comunicación de datos en las Instituciones Públicas y población del distrito de Quichuas, Tayacaja, Huancavelica – 2018", tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú, 2018.

- [15] M. F. Carvajal Vera, "Análisis para la aplicación del programa OPTIFIBER de OPTIWAVE para las mediciones de los parámetros de diseño de los cables de fibra óptica", tesis de grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2014.
- [16] W. O. Carrión Torres & D. F. Cevallos Cuenca, "Estudio y diseño de la red de fibra óptica para el transporte de aplicación triple play en el proyecto Cuenca – Girón – Pasaje.", tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2011.
- [17] J.C. Rios Mafaldo & P. A. Piñero del Águila, "Network Backbone aplicando el protocolo 802.11n para la mejora de la banda ancha en zonas rurales", tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali, Perú, 2018.
- [18] C. M. León Araujo, "Análisis y diseño de la red FTTH con tecnología GPON para el ISP TRONCALNET en el CANTON CAÑAR", tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2015.
- [19] R. C. Castro Mandujano, "Diseño de una red FTTH basado en el estándar GPON para la conexión de videocámaras para el distrito de San Martín de Porres", tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2019.
- [20] A. Osorio G., "Redes GPON-FTTH, Evolución y Puntos Críticos para su despliegue en Argentina", tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Argentina, 2016.
- [21] Y. O. Abanto Chavarri & G. O. Torres Acosta, "Análisis del rendimiento de las fibras G-652B y G-625D mediante simulación en un enlace óptico STM-16 en función a distancias", tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú, 2022.
- [22] M. A. Sotelo Ocaña, "Diseño e implementación de una red de banda ancha en apoyo a la localidad de Torhuichcana, distrito de Pampachiri,

provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac-Perú”, tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú, 2021.

- [23] R. H. Reinoso Sandoval & C. A. Caro Suárez, “Propuesta de diseño de una red de banda ancha para mejorar los servicios de telecomunicaciones de las zonas rurales de la provincia de Piura”, tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú, 2018.
- [24] D. G. Mero Quijije, “Estudio y diseño de una red híbrida para el fortalecimiento de la telecomunicación en la carrera de Ingeniería en Computación y Redes”, tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador, 2017.
- [25] A. R. Loro Ocampos & W. A. Leung Cueva, “Aplicación de la técnica de SWITCHING para mejorar la administración en la red de área local de la empresa TRACKLOG S.A.C Sede Lima, 2020”, tesis de grado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, 2020.
- [26] A. A. Arcia Plúa, “Análisis de tráfico de datos en la capa de enlace de redes LAN, para la detección de posibles ataques o instrucciones sobre tecnologías Ethernet y WIFI 802.11 en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Estatal del Sur de Manabí”, tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador, 2021.
- [27] L. M. Ordoñez Guerrero & R. R. Alvarado Cantos, “Diseño e implementación de banco de pruebas de redes inalámbricas WIFI utilizando protocolo TDMA de Ubiquiti y NSTREME de Mikrotik”, tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, Guayaquil, Ecuador, 2021.
- [28] K. F. Sánchez López & M. I. Duchi Lucero, “Administración y Gestión de la OLT ZTE del laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad

Politécnica Salesiana sede Cuenca”, tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2022.

- [29] VIAVI Solutions Inc., “Medidores de potencia óptica”, 2022. [Online]. Disponible en: <https://www.viavisolutions.com/es-es/productos/medidores-de-potencia-optica>. [Accedido el 20 de junio de 2022]
- [30] A. Montes de Oca Vallenas & R. Ramos Aza, “La metodología de Top Down en la optimización del servicio de internet en educación continua de la Universidad Nacional del Altiplano 2019”, tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú, 2021.
- [31] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, y P. Baptista Lucio, Metodología de la investigación, 6ta edición, México D.F.: McGraw-Hill, 2003.

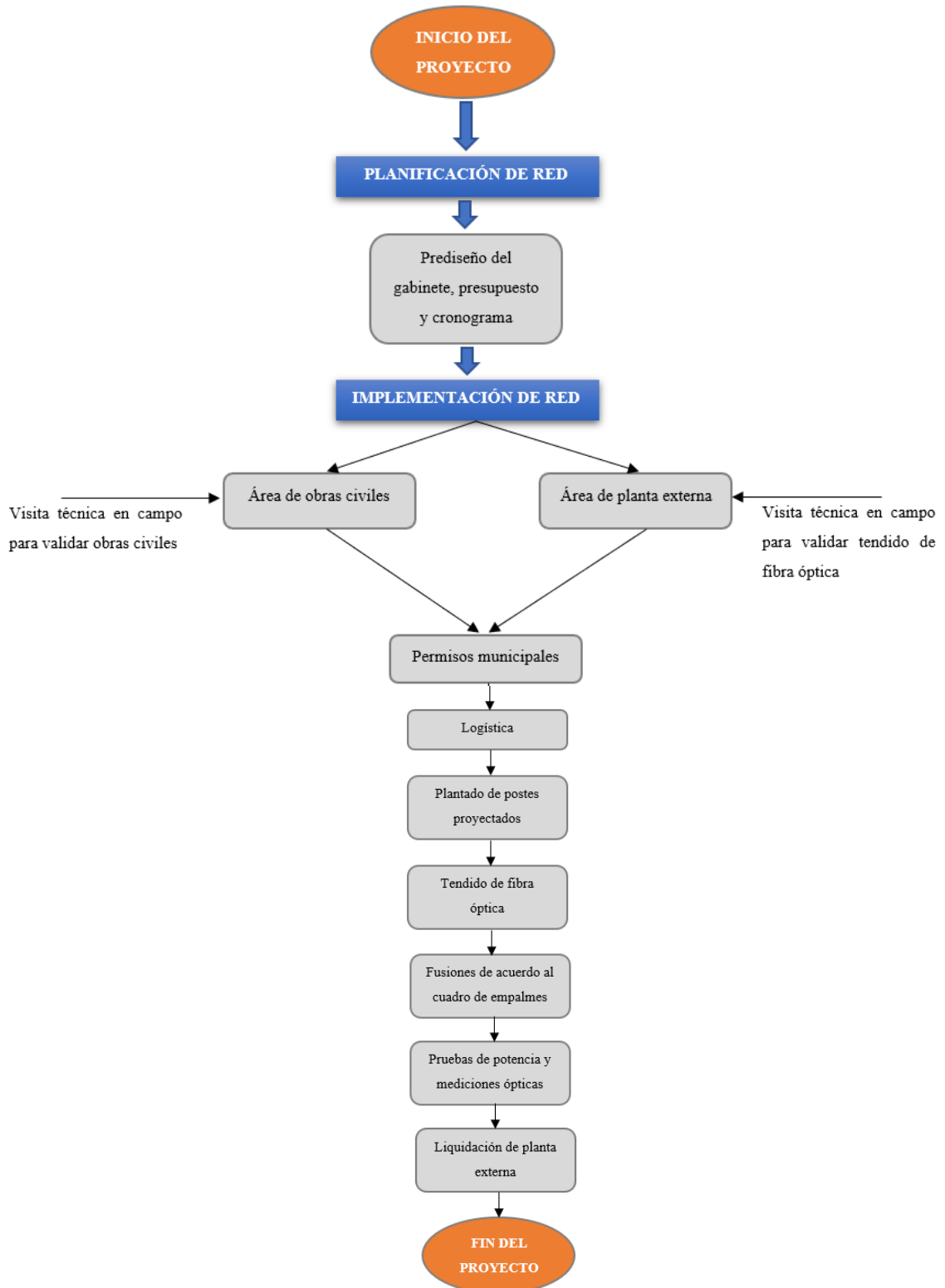
ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES			
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA DEL PROYECTO
¿De qué manera la arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON habilitará el servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022?	Ejecutar la arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON para habilitar el servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022	La arquitectura de una red FTTH con Tecnología GPON habilitará el servicio de Internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022.	SERVICIO DE INTERNET POR FIBRA ÓPTICA	Potencia óptica	Nivel de potencia óptica	Diseño metodológico
						Tipo de investigación aplicada y diseño cuasiexperimental
				Cobertura de internet	Nivel de cobertura	Método de investigación
						El método de la investigación es del tipo cuantitativo
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	Población y muestra
¿De qué manera la arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON generará la potencia óptica necesaria para habilitar el servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022?	Ejecutar la arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON para generar la potencia óptica necesaria para habilitar el servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022.	La arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON generará la potencia óptica necesaria para habilitar el servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022	ARQUITECTURA DE UNA RED FTTH CON TECNOLOGÍA GPON	Estudio de factibilidad	Análisis de campo	La población está determinada por los elementos y personas involucradas en la ciudad de Comatrana de la provincia de Ica. Muestreo no probabilístico.
				Diagrama unifilar	Esquema de instalación	Lugar de estudio
						Se viene desarrollando de manera semipresencial en

¿De qué manera la arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON podrá habilitar la cobertura del servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022?	Ejecutar la arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON para habilitar la cobertura del servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022	La arquitectura de una red FTTH con tecnología GPON habilitará la cobertura del servicio de internet en el centro poblado de Comatrana, Ica 2022		Metrado de cableado	Cuantificación de cableado	la ciudad de Comatrana, perteneciente a la provincia de Ica
				Calidad de enlace	Analizador de pulsos (iOLM)	Técnicas e instrumentos para la recolección de información La observación y herramientas como un analizador de pulsos (iOLM) para verificar la calidad de enlace y Power meter para verificar el nivel de potencia óptica y medir el nivel de cobertura.

Anexo N°3: Diagrama de bloques del proyecto



Anexo N°4: Ficha técnica del OTDR

ventas@optronics.com.mx
Parque Tecnológico Innovación Querétaro,
Lateral carretera Estatal No. 431 km 2.2 Int. 2B.
C.P. 76246 Santiago de Querétaro, Qro. México
Phone: +52 (442) 309 4749 - 01 800 134 2724
OPTRONICS S.A. de C.V.



OTDR

Optical Time Domain Reflectometer

OPEMFH051

El Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo (OTDR) es el equipo de medición inteligente de nueva generación para la detección de sistemas de comunicación de fibra óptica. Indispensable para probar la integridad de los cables de fibra óptica.

Su principal función es mostrar con exactitud la distribución de las pérdidas en la fibra óptica, así como detectar daños generados por dobleces excesivos, empalmes o puntos de ruptura, mostrando también la pérdida conjunta de todos los eventos encontrados durante la medición.

El equipo más completo en el mercado ya que *además del módulo de OTDR* podrás encontrar los *módulos de medidor de potencia, VFL, Microscopio*, entre otros.

FC RoHS CE
www.optronics.com.mx



¡Tiene todo lo que necesitas, todo en uno!

El OTDR Optronics es una plataforma altamente integrada que cuenta con 4 ranuras para módulos, con batería de iones de litio de alta calidad, microscopio y funciones de pruebas ópticas incorporadas como medidor de potencia (OPM) y localizador visual de fallas (VFL) para la detección de puntos de ruptura y/o dobleces pronunciados en la red óptica.

¿Cómo obtener el Rango dinámico?:

Ejemplo

Distancia de enlace: 120km
Atenuación de fibra: 0.20dB/km (a 1550nm)
Nº de empalmes: 1 cada 4km
Pérdida por empalme: 0.1dB

$$A = 0.20\text{dB} * 120\text{km} = 24\text{dB}$$

$$B = 30 * 0.1\text{dB} = 3\text{dB}$$

$$\text{Rango dinámico utilizable: } 27\text{dB}$$

Nota: Un buen método empírico es seleccionar un OTDR cuyo rango dinámico sea mayor de 5 a 8 veces de la pérdida máxima a encontrar. En este ejemplo sería 32 ó 35dB.

› Especificaciones OPEMFH051

OTDR

Longitud de onda	1310 /1550nm
Rango dinámico	40/38dB
Zona muerta	1.75 / 11m
Dimensiones	253x168x73.6mm
Pantalla touch	7" LCD
Memoria	4Gb memoria interna
Tipo de conector	FC/UPC
Resolución de muestreo	5cm
Precisión de reflectancia	Monomodo ±2dB

Estándares

ROHS, FC, CE

VFL

Longitud de onda	650nm
Potencia	10mW, Clase IIIB
Conector	FC/UPC
Modo de lanzamiento	CW/2Hz

OPM - Medidor de potencia

Rango longitud de onda	800-1700nm
Longitudes de onda calibradas	850/1300/1310 1490/1550/1625/1650nm
Rango de prueba	-65 a +5dBm
Resolución	0.01dB
Exactitud	±0.35dB ±1nW

Selección de un OTDR > Parámetros fundamentales

Rango Dinámico

Determina la distancia máxima que el equipo puede medir en función de las pérdidas del enlace, depende de parámetros como: *ancho de pulso, relación señal-ruido, tiempo de prueba*. Disponer de un rango dinámico insuficiente se traduce en una incapacidad para medir la longitud del enlace completo.

¿Cómo obtener el Rango dinámico?:

A= (Atenuación de fibra dB/Km) * (distancia a medir Km) = dB

B= (Nº de empalmes * Pérdida por empalme) = dB

Rango dinámico utilizable = A+B

Zona Muerta

Se origina a partir de eventos de reflexión (conectores, empalmes mecánicos, etc.) a lo largo del enlace, afectando a la capacidad del OTDR para medir con precisión la atenuación en una pequeña distancia

Como resultado de esta saturación, existe una parte del enlace de fibra tras el evento de reflexión que no puede "ver" el OTDR, de aquí viene el término zona muerta

Existen dos tipos de zona muerta:

- Zona muerta de evento
- Zona muerta de atenuación

Longitud de Onda

La atenuación de la fibra óptica varía con la longitud de onda, es importante seleccionar las longitudes de onda de operación de acuerdo al tipo de fibra que se requiere medir:

Tipo de Fibra	Rango de Longitud de onda
Monomodo	1310/1550nm
Multimodo	850/1300nm

Línea OTDRs - Optronics



Número de parte	OPEMFH051	OPEMFH051MD2140FCU		OPEM3200
Rango Dinámico	40/38dB	40/38dB	19/21dB	28/26dB
Longitud de onda	1310/1550nm	1310/1550nm	850/1300nm	1310/1550nm
Zona muerta	1.75/11m	1.75/11m	1.5/8m	≤2m
OTDR	•	•	•	•
VFL	•	•	•	•
OPM	•	•	•	-
Microscopio	•	•	•	-

Anexo N°5: Ficha técnica del Medidor de potencia OPM



FICHA TÉCNICA | EQUIPOS DE MEDICIÓN

MEDIDOR DE POTENCIA ÓPTICA OPM-25A

ShinewayTech®
Dependable Partner for Future Networks

DESCRIPCIÓN

La serie OPM-25 es un medidor de potencia óptica en conjunto con la fuente de luz SHINEWAYTECH® SLS-2X. Pueden realizar pruebas generales en la fibra óptica tales como: las mediciones de atenuación y de pérdida, verificación de continuidad y evaluación de la calidad de transmisión en las fibras monomodo y multimodo en infraestructura LAN / WAN / CATV. La serie OPM-25 es ideal para aplicaciones de laboratorio y de campo que ofrecen alta calidad, estabilidad y costos competitivos.]

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Aplicable en fibras multimodo y monomodo
- Con un microprocesador y amplificador lineal se asegura la precisión a largo tiempo
- Respuesta rápida, sin calentamiento
- Conectores intercambiables: FC / SC / ST
- Doble fuente de alimentación: batería alcalina de 9v y adaptador de CA
- Tamaño de bolsillo, ligero, resistente al polvo, a la humedad y a prueba de golpes.
- Ahorro de energía: apagado automático
- Tonos de detección MOD
- Unidades de visualización en la pantalla: dB / dBm / mW / mW / EN
- Software para PC que permite la transferencia de datos y presentación de informes (OPM-25 solamente)
- Certificaciones CE y FCC
- Cumple con la norma GR-198-CORE



ESPECIFICACIONES

ESPECIFICACIONES OPM-25A	
Longitudes de onda calibradas (nm)	850, 1300, 1310, 1490, 1550, 1625nm
Rangos de medida (dBm)	-70 ~+10
Tipo de detector	InGaAs
Precisión (dB)	Para rangos de potencia de -70 ~+10 dBm: $\pm 5\% \pm 0.01nW$ (± 0.5 dB@850nm) Para rangos de potencia de -50 ~+27 dBm: $\pm 5\% \pm 1nW$ (± 0.5 dB@850nm)
Resolución (dB)	0.01dB
Identificación MOD	270,1K,2K Hz
Linealidad	± 5 dB
Unidades de medición en pantalla	W / mW / mW / dBm / dB (REF)
Conector	FC (SC ,ST Intercambiables)
Almacenamiento de datos	3200 Registros
Conexión para PC	RS-232
Fuente de alimentación	Batería alcalina 9V/ Adaptador AC 9V
Duración de la batería	± 4 Horas
Auto apagado	Auto apagado después de 5 minutos de inactividad
Temperatura de operación	0°C a 50°C
Temperatura de almacenamiento	-20°C a 70°C
Humedad relativa	0 a 95% sin condensación
Peso	300 g
Dimensiones (A x A x L)	145x75x25mm

NOTA: Las especificaciones están sujetas a cambios sin aviso

PAQUETE ESTÁNDAR INCLUYE:

- Equipo OPM-25A
- Certificados de calibración
- Caja de cartón reciclable.
- Bolsa para transporte.
- Batería de 9V

Anexo N°6: Ficha técnica del Localizador visual de fallas VFL

Hoja Técnica



Localizador Visual de Fallas VFL-205-10

El Localizador Visual de Fallas o VFL (Visual Fault Locator) es una herramienta importante para las pruebas de continuidad de las fibras ópticas, permitiendo localizar fallas. Está compuesto de una fuente de luz láser de color rojo, que ilumina fuertemente los puntos donde pueda haberse quebrado una fibra, o muestra toda su intensidad al otro extremo de la fibra verificando su continuidad. Este equipo viene con un adaptador integrado de 2.5mm para fácil conexión de conectores SC / FC / ST. Adicionalmente trae un adaptador híbrido universal de 1.25um para conexiones LC.

Características Técnicas Generales

- Código FIBERMAX : **VFL-205-10**
- Interruptor deslizable con opciones CW (luz continua) y GLINT (intermitente aprox 2 Hz)
- Potencia de salida : 10 mW
- Conexión universal : 2.50 mm (SC/FC/ST) estándar
- Longitud de Onda de Salida : 635 – 650 nm
- Laser Clase 1 (IEC 60825-2011)
- Temperatura de Operación : de 0°C a 60°C
- Temperatura de almacenamiento : de -20°C – 70°C
- Humedad Relativa : < 90%
- Tipo de Baterías : 2 unidades tipo Alkalinas AA (1.5V) (no incluidas)
- Vida de baterías : > 40 horas (en intermitente)
- Dimensiones : 175mm x 26mm x 26mm
- Peso : 76 gramos (sin baterías)
- Carcasa metálica color negro mate
- Tapa azul plástica protectora contra polvo.
- Incluye un adaptador híbrido FC (macho) – LC (hembra) para conexión de conectores LC.
- Incluye funda porta VLF para cinturón o correa
- Incluye además para flexibilidad en las pruebas de conectores LC :
 - o Un patch cord FIBERMAX simplex 2mm SM SC/UPC – LC/UPC de 35 cms
 - o Un patch cord FIBERMAX simplex 2mm SM SC/UPC – LC/APC de 35 cms
 - o Un adaptador LC-LC Simplex
- Garantía del equipo : 1 año



VFL-205-10

Adaptador
híbrido FC - LC

