



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED FTTH/GPON PARA
MEJORAR EL ACCESO A INTERNET DE BANDA ANCHA, PARA
LOS CLIENTES DE LA EMPRESA CONTEL FORTED DEL
DISTRITO DE MACUSANI 2022**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ELVIS VIDAL QUISPE PALLI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED FTTH/GPON PARA MEJORAR EL ACCESO A INTERNET DE BANDA ANCHA, PARA LOS CLIENTES DE LA EMPRESA CONT EL FORTED DEL DISTRITO DE MACUSAN I 2022

AUTOR

ELVIS VIDAL QUISPE PALLI

RECuento DE PALABRAS

13240 Words

RECuento DE CARACTERES

78645 Characters

RECuento DE PÁGINAS

115 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.6MB

FECHA DE ENTREGA

May 30, 2024 9:33 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 30, 2024 9:34 AM GMT-5

● 13% de similitud general

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

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Christian Augusto Romero Goyzueta
INGENIERO ELECTRÓNICO
CIP 133009

Ph.D. Carlos D. Cantuta Chirpa
Subdirector Institución EPCI

Resumen



DEDICATORIA

A mi Padre Eulogio Quispe Amanqui (+) que está en cielo, a mi madre Justa Palli Amanqui que siempre me brido su apoyo inquebrantable. A mis hermanos, a mis tíos y a todos los integrantes de mi familia que siempre están conmigo y en especial a mi compañera de mi vida por brindarme su apoyo incondicional día a día quienes, con Amor, motivación me han permitido cumplir un objetivo más de mis vidas.

Elvis Vidal Quispe Palli



AGRADECIMIENTO

A pesar de a verme tomado tiempo, trabajo y dedicación para terminar mi investigación quisiera agradecer.

Deseo expresar muestras de agradecimiento:

A DIOS

Por darme salud, la vida, las fuerzas para lograr mis objetivos.

A MIS PADRES

Por su Amor, comprensión y apoyo inquebrantables. En especial agradecerles a mi Madre por el apoyo que me brindo en las decisiones que tome en el transcurso de mi vida ya sean buenos o malos momentos. Te agradezco por estar siempre conmigo y lograr todas mis metas.

A MI ASESOR

Por la gran actitud de enseñanza, por la orientación y apoyo que me brindo para la realización de esta investigación.

A LA EMPRESA CONTEL FORTED

Por darme la oportunidad de desarrollarme en el área laboral y lograr realizar esta tesis.

Elvis Vidal Quispe Palli



ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|-----------|
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTO | |
| ÍNDICE GENERAL | |
| ÍNDICE DE FIGURAS | |
| ÍNDICE DE TABLA | |
| ÍNDICE DE ANEXO | |
| ACRÓNIMO | |
| RESUMEN | 19 |
| ABSTRACT..... | 20 |
| CAPÍTULO I | |
| INTRODUCCIÓN | |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 22 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 22 |
| 1.2.1. Problema General | 22 |
| 1.2.2. Problema Especifico..... | 22 |
| 1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN | 23 |
| 1.4. OBJETIVOS..... | 23 |
| 1.4.1. Objetivo General | 23 |
| 1.4.2. Objetivo Especifico | 23 |
| CAPÍTULO II | |
| REVISIÓN DE LITERATURA | |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION..... | 24 |
| 2.2. MARCO TEÓRICO | 27 |



| | |
|--|----|
| 2.2.1. Redes De Telecomunicaciones | 27 |
| 2.2.2. Tipos De Redes De Telecomunicaciones..... | 28 |
| 2.2.3. Red HFC..... | 28 |
| 2.2.4. Red ADSL..... | 29 |
| 2.2.5. Redes FTTH..... | 30 |
| 2.2.5.1. RouterBoard..... | 31 |
| 2.2.5.2. OLT (Unidad Terminal De Línea Óptica)..... | 32 |
| 2.2.5.3. Splitter..... | 32 |
| 2.2.5.4. ONT | 34 |
| 2.2.5.5. ODF / (Distribuidor De Fibra Óptica) | 35 |
| 2.2.5.6. Caja De Empalme | 36 |
| 2.2.5.7. Caja NAP | 37 |
| 2.2.5.8. Conectores Mecánicos SC/APC | 37 |
| 2.2.5.9. Roseta Óptica..... | 38 |
| 2.2.5.10. Patchcord | 39 |
| 2.2.5.11. Pigtail..... | 39 |
| 2.2.5.12. Modulo SFP | 40 |
| 2.2.5.13. Fibra Óptica | 41 |
| 2.2.6. Estándares de FTTH..... | 43 |
| 2.2.6.1. Redes GPON..... | 43 |
| 2.2.6.2. Redes EPON | 44 |
| 2.2.7. Equipos De Trabajo Para Implementar La Red FTTH | 45 |
| 2.2.7.1. Fusionadora..... | 45 |
| 2.2.7.2. Power Meter..... | 46 |
| 2.2.7.3. Cortadora De Fibra Óptica..... | 47 |



| | | |
|-----------|--|----|
| 2.2.7.4. | Sangradora De Chaqueta Fibra Óptica | 47 |
| 2.2.7.5. | Sangradora de Buffer De Fibra Óptica | 47 |
| 2.2.7.6. | Peladora De Fibra Óptica..... | 48 |
| 2.2.8. | Ferretería y Linealizado De La Red De FTTH | 49 |
| 2.2.8.1. | Preformado De Fibra Óptica..... | 49 |
| 2.2.8.2. | Clevis y Aislador | 49 |
| 2.2.8.3. | Cinta y Evillas Band-it..... | 50 |
| 2.2.8.4. | Cruceta Para Fibra Óptica..... | 51 |
| 2.2.9. | MARCO CONCEPTUAL EN MIKROTIK | 51 |
| 2.2.9.1. | INTERFACE | 51 |
| 2.2.9.2. | WIRELESS | 52 |
| 2.2.9.1. | WINBOX..... | 52 |
| 2.2.9.2. | AP Bridge | 53 |
| 2.2.9.3. | Bridge | 53 |
| 2.2.9.4. | Station..... | 53 |
| 2.2.9.5. | Station Bridge | 53 |
| 2.2.9.6. | PPP (Point To Point Protocolo) | 53 |
| 2.2.9.7. | PPPoE Server..... | 53 |
| 2.2.9.8. | Secrets..... | 54 |
| 2.2.9.9. | Profile | 54 |
| 2.2.9.10. | PPPoE | 55 |
| 2.2.10. | INTERFACE IP ADDRESS | 55 |
| 2.2.10.1. | NAT | 55 |
| 2.2.10.2. | VLAN | 55 |
| 2.2.10.3. | FIREWALL | 56 |



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 3.1. | MATERIALES Y COSTO DE LOS EQUIPOS | 57 |
| 3.1.1. | Hardware | 57 |
| 3.1.2. | Materiales Software Para El Diseño Del Plano..... | 58 |
| 3.2. | TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION | 59 |
| 3.2.1. | Tipo De Investigación | 59 |
| 3.2.2. | Diseño De La Investigación | 59 |
| 3.2.3. | Nivel De La Investigación | 59 |
| 3.3. | UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL ESTUDIO | 59 |
| 3.4. | PERIODO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO | 61 |
| 3.5. | DISEÑO DEL PLANO | 61 |
| 3.5.1. | Mapeo De Postes | 61 |
| 3.5.2. | Diseño De la Red FTTH/GPON | 62 |
| 3.6. | TOPOLOGIA DE RED | 65 |
| 3.7. | CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS MIKROTIK, OLT Y ONT | 66 |
| 3.7.1. | Proveedor De Internet De Ancho De Banda | 66 |
| 3.7.2. | Configuración De Equipo MIKROTIK | 66 |
| 3.7.3. | Configuración De Mikrotik y Conexión a Internet | 67 |
| 3.7.3.1. | Configuración De La Red WAN | 67 |
| 3.7.4. | configuración De IP Privadas..... | 70 |
| 3.7.4.1. | Generación de IP Pool Privadas | 70 |
| 3.7.4.2. | Asignación De IP Profile | 71 |
| 3.7.4.3. | Configuración De PPPoE Server | 72 |
| 3.7.4.4. | Creación De Usuarios PPPOE | 72 |



| | | |
|-------------|---|-----------|
| 3.8. | OPTIMIZACIÓN Y PRUEBAS DE RED FTTH/GPON | 73 |
| 3.8.1. | Pruebas De Red FTTH/GPON | 73 |
| 3.8.2. | Prueba De Equipos OLT-MIKROTIK | 73 |
| 3.8.3. | Desarrollo De La Red De Distribución Primer Nivel | 74 |
| 3.8.4. | Desarrollo de la red de distribución de segundo nivel | 75 |
| 3.8.5. | Desarrollo De Red De Acceso | 75 |
| 3.8.6. | Prueba De Comunicación y Acceso a Internet Equipo ONU, OLT Y MIKROTIK..... | 76 |
| 3.9. | IMPLEMENTACIÓN DE LA RED..... | 78 |
| 3.9.1. | Planta Interna | 78 |
| 3.9.1.1. | Instalación De Equipo MIKROTIK..... | 78 |
| 3.9.1.2. | Instalación De La OLT | 78 |
| 3.9.1.3. | Instalación Del ODF | 79 |
| 3.9.1.4. | Fusión En El ODF Principal | 80 |
| 3.9.2. | Planta Externa | 80 |
| 3.9.2.1. | Equipo De Protección Personal (EPP)..... | 80 |
| 3.9.2.2. | Herramientas De Trabajo Para El Tendido De Fibra Óptica.. | 81 |
| 3.9.2.3. | Tendido De Fibra Óptica | 81 |
| 3.9.2.4. | Instalación De Cajas NAP o Cajas De Distribución..... | 86 |
| 3.9.2.5. | Fusiones o Empalmes De Fibra Óptica | 88 |
| 3.9.2.6. | Fusión En La Caja De Distribución Principal ODF | 92 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 4.1. | PRUEBA Y MEDICIÓN DE LA RED FTTH | 94 |
| 4.1.1. | Medición De Potencia En Las Cajas NAP | 94 |



| | |
|--|------------|
| 4.1.2. Resultado De Conexión y Acceso a Internet..... | 96 |
| 4.1.3. Preparado De Conector Mecánico | 96 |
| 4.1.4. Se Realiza La Conexion Del Conector Mecanico Preparado a La Caja NAP | 98 |
| 4.1.5. Instalación Del Equipo ONU En El Cliente..... | 98 |
| 4.1.6. Configuración De Equipo ONU | 99 |
| 4.1.7. Configuración De Equipo OLT Para Activar El Equipo ONU..... | 100 |
| 4.1.8. Sincronización de Equipo ONU Y MIKROTIK..... | 102 |
| 4.1.9. Prueba De Ancho De Banda o Acceso a Internet | 102 |
| 4.2. DISCUSIÓN | 104 |
| V. CONCLUSIONES..... | 106 |
| VI. RECOMENDACIÓN..... | 108 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 109 |
| ANEXOS..... | 111 |

AREA: Telecomunicaciones

TEMA: Fibra Óptica GPON

FECHA DE SUSTENTACION: 06 DE JUNIO 2024



ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1 | Representación de las redes de Telecomunicaciones | 28 |
| Figura 2 | Topología de la Red HFC..... | 29 |
| Figura 3 | Topología de la Red ADSL..... | 29 |
| Figura 4 | Red FTTH | 30 |
| Figura 5 | Equipo Mikrotik BR3011 | 31 |
| Figura 6 | Equipo OLT Cdata | 32 |
| Figura 7 | Splitter 1*8..... | 33 |
| Figura 8 | Equipo ONT o ONU | 35 |
| Figura 9 | ODF..... | 36 |
| Figura 10 | Caja de Empalme | 36 |
| Figura 11 | Caja NAP 1*16..... | 37 |
| Figura 12 | Conectores Mecánicos de fibra óptica | 38 |
| Figura 13 | Roseta De Fibra Óptica | 38 |
| Figura 14 | PatchCord SC/UPC | 39 |
| Figura 15 | Pigtail SC/APC..... | 40 |
| Figura 16 | Modulo SFP Transceiver..... | 40 |
| Figura 17 | Fibra Óptica..... | 41 |
| Figura 18 | Fibra ADSS | 42 |
| Figura 19 | Fibra Drop 1 Hilo | 43 |
| Figura 20 | Topología de redes GPON | 44 |
| Figura 21 | Topología de red EPON | 45 |
| Figura 22 | Fusionadora Signal Fire AI-9..... | 46 |
| Figura 23 | Equipo Power Meter..... | 46 |
| Figura 24 | Cortadora de Fibra Óptica | 47 |



| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 25 | Sangradora de Buffer | 48 |
| Figura 26 | Peladora de fibra Óptica | 48 |
| Figura 27 | Preformado De Fibra Óptica | 49 |
| Figura 28 | Clevis y Aislador De Fibra Óptica | 50 |
| Figura 29 | Cinta Bandit..... | 50 |
| Figura 30 | Cruceta de Fibra Óptica..... | 51 |
| Figura 31 | Interface De Mikrotik..... | 52 |
| Figura 32 | Software WinBox..... | 52 |
| Figura 33 | PPPoE Server | 54 |
| Figura 34 | Interface Secerts | 54 |
| Figura 35 | Interface Profile..... | 55 |
| Figura 36 | Laboratorio Del Distrito De Macusani..... | 60 |
| Figura 37 | Ubicación de la cabecera del Distrito De Macusani | 60 |
| Figura 38 | Mapeo De los Puntos de Poste | 62 |
| Figura 39 | Ubicación Del Data Center-Macusani..... | 62 |
| Figura 40 | Ubicación de las mufas Principales..... | 63 |
| Figura 41 | Diseño Del Tendido De Fibra Óptica 48H..... | 63 |
| Figura 42 | Diseño De Zonas Y cantidad de Pon..... | 64 |
| Figura 43 | Diseño Del Tendido de la Red Principal de Fibra Óptica y la Ubicación de Las Cajas NAP..... | 65 |
| Figura 44 | Topología de Red a Implementar | 65 |
| Figura 45 | Herramienta WINBOX | 66 |
| Figura 46 | Interfaz gráfica del equipo Mikrotik | 67 |
| Figura 47 | sfp 12 entrada de internet WAN..... | 67 |
| Figura 48 | Configuración de IP publicas | 68 |



| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 49 | Configuración de NAT..... | 69 |
| Figura 50 | Prueba de Internet GOOGLE..... | 69 |
| Figura 51 | Configuraciones Realizados – WAN..... | 70 |
| Figura 52 | Asignación de IP privadas..... | 71 |
| Figura 53 | Creación de Planes de Ancho de Banda..... | 71 |
| Figura 54 | Configuración De PPPoE Servers VLAN_100..... | 72 |
| Figura 55 | Creación de Usuario PPPoE..... | 73 |
| Figura 56 | Conexión de Equipo Mikrotik-OLT..... | 74 |
| Figura 57 | Prueba de Potencia Splitter De Primer Nivel..... | 74 |
| Figura 58 | Prueba de Splitter De Segundo Nivel..... | 75 |
| Figura 59 | Prueba de Conexión de la ONU y la OLT..... | 76 |
| Figura 60 | Prueba de Comunicación Entre equipo ONU, OLT y MIKROTIK..... | 77 |
| Figura 61 | Instalación Del Equipo Mikrotik En El Gabinete..... | 78 |
| Figura 62 | Instalación de equipo OLT..... | 79 |
| Figura 63 | Instalación del ODF..... | 79 |
| Figura 64 | Fusión en el ODF Principal..... | 80 |
| Figura 65 | Instalación de ferretería en cada poste..... | 82 |
| Figura 66 | Ajuste de los clevis con la maquina bandy..... | 82 |
| Figura 67 | Instalación de las Crucetas..... | 83 |
| Figura 68 | Fibra Óptica de 24 Hilos y 8 Hilos..... | 84 |
| Figura 69 | Tendido De Fibra Óptica Red Troncal..... | 84 |
| Figura 70 | Preformado de la Fibra Óptica en el Poste..... | 85 |
| Figura 71 | Instalación de reserva de fibra óptica..... | 85 |
| Figura 72 | Reserva Instalada..... | 86 |
| Figura 73 | Caja De Distribución 1*8 con sus respectivos Enfrentadores..... | 86 |



| | | |
|------------------|---|-----|
| Figura 74 | Caja De Distribución 1*8 Con su respectivo Spliter 1*8..... | 87 |
| Figura 75 | Instalado De La Caja NAP | 87 |
| Figura 76 | Caja NAP Instalado En El Poste Eléctrico..... | 88 |
| Figura 77 | Realizando la Fusión En la Caja NAP | 89 |
| Figura 78 | Valor de la Fusión 0.01 dB..... | 89 |
| Figura 79 | Preparado De Las Mufas | 90 |
| Figura 80 | Realizando la fusión En las Mufas..... | 90 |
| Figura 81 | Guardado de las fusiones 24 hilos Red Troncal..... | 91 |
| Figura 82 | Mufa Instalada..... | 91 |
| Figura 83 | Preparado de la Fibra Óptica para iniciar los empalmes..... | 92 |
| Figura 84 | Realizando Las Fusiones De la fibra Óptica | 92 |
| Figura 85 | Valor de las Fusiones 0.01 dB..... | 93 |
| Figura 86 | Código de Colores De Fibra Óptica que se Habilito en el ODF | 93 |
| Figura 87 | Medida de potencia -15.97 | 94 |
| Figura 88 | Medida de potencia -16.96 dB | 95 |
| Figura 89 | Kit De Herramientas De Fibra Óptica..... | 97 |
| Figura 90 | Preparado de Conector Mecánico y la fibra drop para la instalación..... | 97 |
| Figura 91 | Conector Mecánico Conectado a la caja NAP | 98 |
| Figura 92 | Conexión De Fibra Óptica al Equipo ONU | 99 |
| Figura 93 | Configuración De PPPoE en el Equipo ONU | 100 |
| Figura 94 | TELNET – OLT | 101 |
| Figura 95 | Comandos de OLT para activar Equipo ONU | 101 |
| Figura 96 | Usuario Conectado a MIKROTIK | 102 |
| Figura 97 | Prueba de Conexión a GOOGLE | 103 |
| Figura 98 | Trafico de Usuarios PPPoE..... | 103 |



| | |
|---|-----|
| Figura 99 Prueba de Velocidad de Internet – SPEEDTEST..... | 104 |
| Figura 100 Mas de 20 Clientes Conectados | 105 |



ÍNDICE DE TABLA

| | | |
|----------------|---|-----|
| Tabla 1 | Perdida de Divisores ITU..... | 34 |
| Tabla 2 | Materiales y Costo de los Equipos..... | 57 |
| Tabla 3 | Materiales Software Para El Diseño FTTH | 58 |
| Tabla 4 | Duración De La Ejecución Del Proyecto..... | 61 |
| Tabla 5 | Resultado de potencia Zona A, B, C, D..... | 95 |
| Tabla 6 | Resultado de Potencia Zona E, F, G, H | 96 |
| Tabla 7 | Usuarios Conectados..... | 112 |



ÍNDICE DE ANEXO

| | |
|--|-----|
| ANEXO 1 Comandos para Activar Clientes en OLT ZTE | 111 |
| ANEXO 2 Usuarios Conectados a la Red Implementada | 112 |
| ANEXO 3 Declaración jurada de autenticidad de tesis | 114 |
| ANEXO 4 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional..... | 115 |



ACRÓNIMO

| | |
|--------|---|
| FTTH: | Fiber To The Home. |
| GPON: | Gigabit Passive Óptical Network. |
| EPON: | Ethernet Passive Optical Network. |
| OLT: | Optical Line Terminal. |
| ONT: | Optical Network Terminal. |
| ODF: | Optical Distribution Frame. |
| NAP: | Network Access Point (punto de acceso a la red). |
| SFP: | Small Form-Factor Pluggable (Conector de factor de forma pequeño). |
| PPP: | Point to Point Protocol (Protocolo Punto a Punto). |
| PPPoE: | Point to Point Protocol Over Ethernet (Protocolo punto a punto sobre ethernet). |
| NAT: | Network Address Traslation (Traducciones de direcciones de Red). |
| VLAN: | Virtual Local Area Network (Red de area local virtual). |
| IP: | Protocolo de Internet. |
| CATV: | Community Antenna Television (Television Por Cable). |
| HFC: | Hybrid Fiber Coaxial (Hibrido de fibra coaxial). |
| ADSL: | Asymmetric Digital Subscriber Line (Línea de abonado digital Asimétrica). |



RESUMEN

En el distrito de Macusani la conexión a internet en banda ancha se brinda inalámbricamente. La empresa CONTEL FORTED se propone diseñar la red FTTH/GPON que permitirá la mejora de la conexión a internet en banda ancha, para el diseño se usa softwares como: Google Earth, MAPinr. El propósito es, que la población de la localidad del distrito de Macusani tenga acceso a Internet en banda ancha, así mismo que tenga la estabilidad y velocidad de internet garantiza. Todo esto se logra mediante la implementación de la red FTTH, iniciando desde la cabecera principal donde se inicia a configurar equipos principales como: MIKOTIK y la OLT, normalmente llamado “Planta Interna”. Posteriormente, se implementa la red de planta externa donde se considera las fusiones o empalmes de fibra óptica en las Mufas y las Cajas Nap, asimismo el tendido de fibra óptica de la red principal y la red secundaria.

Se ha diseño e implementado la red FTTH/GPON con éxito, logrando pasar las pruebas de potencia y mediciones que se requerían, seguidamente las pruebas de conectividad entre equipos de OLT, MIKROTIK y ONU. Se tomaron capturas de las pruebas realizados como el testeo de internet, pines a Google, y también al equipo principal desde la casa del cliente. Con la implementación la red FTTH/GPON se logrando conectar satisfactoriamente a los usuarios de la empresa CONTEL FORTED.

Palabras claves: Banda Ancha, Diseño, Fibra Óptica, Fiber To The Home, Gigabit Pavise Optical Network.



ABSTRACT

In the Macusani district, broadband internet connection is provided wirelessly. The company CONTEL FORTED intends to design the FTTH/GPON network that will allow the improvement of the broadband internet connection. For the design, software such as: Google Earth, MAPinr is used. The purpose is that the population of the town of the Macusani district has access to broadband Internet, as well as ensuring the stability and speed of the Internet is guaranteed. All this is achieved through the implementation of the FTTH/GPON network, starting from the main headend where the main equipment such as: MIKOTIK and the OLT, normally called “Internal Plant”, begins to be configured. Subsequently, the external plant network is implemented where the fusions or fiber optic splices in the Mufas and Nap Boxes are considered, as well as the fiber optic laying of the main network and the secondary network.

The FTTH/GPON network has been designed and implemented successfully, passing the power tests and measurements that were required, followed by the connectivity tests between OLT, MIKROTIK and ONU equipment. Screenshots were taken of the internet testing tests, pins to Google and also to the main team from the client. With the implementation of the FTTH/GPON network, it was possible to successfully connect the users or clients of the CONTEL FORTED company.

Keywords: Broadband, Design, Fiber Optic, Fiber To The Home, Gigabit Pavise Optical Network.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en uso de internet es muy constante para realizar muchos tipos de actividades, esto implica, que el consumo de Ancho de Banda aumenta.

Las redes de fibra ópticas pasivas con tecnología FTTH y estándar Gpon, es la tecnología más usada en todos los países, para proporcionar servicio de internet hasta el hogar. Puesto que el medio de transporte más eficaz es la fibra óptica para brindar mayor Ancho de Banda a los usuarios, puesto que por un solo hilo de fibra óptica puedes brindar servicio de internet a más de 120 usuario.

La pandemia Covid-19 que afecto al país demostró que el servicio de acceso a internet, es una necesidad principal para los pobladores de la zona y también para el país. El servicio el internet, telefonía y televisión, ha aumentado demasiado esto implica mayor consumo de ancho de banda, y las redes de tecnologías como: inalámbricas, par de cobre no son capaces de ofrecer mayor Ancho de Banda y cubrir las necesidades de los usuarios, por el cual muchas empresas han optado por desplegar redes de fibra óptica para cubrir esas demandas de los usuarios, las redes de fibra óptica pasivas con tecnología FTTH/Gpon, son las solución, puesto que son capaces de transporta gran cantidad de Ancho de banda, y transmitir grandes velocidades, y satisfacer las necesidades de los usuario.

La red FTTH/Gpon es la tecnología más avanzada, y usada por las empresas a nivel nacional, por lo cual la Empresa Contel Forted también opto por esta tecnología.



1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, contar con acceso a internet en el hogar es muy importante, ya que se ha puesto como la primera herramienta de trabajo, estudio, etc. desde tiempos de pandemia. El internet facilito a las personas realizar diferentes actividades, digitalizando muchos servicios. Actualmente los servicios de internet que se ofrece en la localidad del distrito de Macusani son inalámbricos, donde se ofrece internet con cobertura inestable, mínima cantidad de ancho de banda. El trabajo de investigación permite, implementar nuevas tecnologías de acceso a internet. la tecnología nueva que se adquiere es la implementación FTTH/Gpon.

El diseño e implementación de una red FTTH/Gpon, permite a la población tenga acceso a internet en banda ancha.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿El diseño e implementación de la red FTTH/GPON podrá mejorar el acceso a internet en el distrito de Macusani?

1.2.2. Problema Especifico

- ¿Como se realiza un diseño de la red FTTH/GPON?
- ¿Como se calcula el valor óptico del diseño para implementación de la red propuesta?
- ¿Cómo realizar la implementación y configuración de la red FTTH/GPON?
- ¿De qué manera mejorara el acceso a internet en los usuarios?



1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño e implementación de una red FTTH con estándar GPON permitirá que la población de la localidad del distrito de Macusani, tenga calidad de acceso de a internet en banda Ancha.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Diseñar e Implementar una red FTTH con el estándar GPON para mejorar el acceso a internet en el distrito de Macusani.

1.4.2. Objetivo Especifico

- Realizar el diseño FTTH/GPON
- Calcular los valores ópticos para la implementación de la red
- desarrollar la implementación y configuración de los equipos la red
- Realizar las pruebas y validaciones de la red FTTH/GPON



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Dentro de la Ingeniería de Telecomunicación, el peso específico de las Comunicaciones Ópticas continúa creciendo. Inicialmente las aplicaciones de estos sistemas se encontraban especializadas en las grandes líneas de enlace entre las distintas centrales de conmutación, actualmente llegan hasta lo más recóndito de los hogares. Los adelantos en este campo, que se suceden sin pausa, pretenden no solamente aumentar la capacidad de transmisión de los sistemas, sino ampliar la diversidad de los procesos que en lo óptico se efectúan sobre las señales. Tal velocidad de evolución exige una recualificación permanente de los conocimientos de los profesionales (Boquera, 2005)

El mundo de las comunicaciones ha cambiado rápidamente en los últimos años debido a la gran cantidad de ancho de banda necesaria para los servicios de Internet. En el futuro, los desarrollos tecnológicos en esta área estarán asociados con la integración de servicios, sobre la base de cómo la flexibilidad de instalar redes de comunicación y señales inalámbricas y cómo las redes de acceso a la fibra óptica con un ancho de banda significativamente mayor serán utilizadas para construir redes de acceso a las viviendas fiber to the x, ftt, x basado en las normas de la tecnología red óptica pasiva, pon (Claudia Milena Serpa, 2011).

El trabajo presenta la metodología necesaria para certificar redes FTTH GPON que permiten disminuir los errores que se puedan suscitar al momento de ejecutar un proyecto de fibra optica. Estas normas técnicas de certificación se basan en estándares nacionales e internacionales para garantizar el trabajo eficaz de la red. Los métodos que



se emplean en el campo son empíricos donde se lleva a cabo el proceso de medición y análisis de los resultados, con los cuales se pueden identificar si están el rango establecido todas las mediciones realizadas con los equipos correctamente y estén actualizados. Finalmente, se opta a la certificación de la red FTTH GPON para traer beneficios al máximo a las pequeñas, medianas y grandes empresas proveedoras de servicio en el país, y que satisfaga la demanda de ancho de banda (Quisnancela & Espinosa, 2016).

Se realiza el diseño para una pronta implementación de la red FTTH con estándar GPON, en el cual es importante tener conocimientos de los estándares nacionales e internacionales, el estándar que se usó para la investigación es el ITU G.984x lo cual facilito para realizar el diseño correcto y adecuado. el método más adecuado que se usó para realizar el diseño de la red es el TOP-DOWN que consta de 4 etapas de nivel, la primera fase llamada análisis de requerimiento de la red, diseño de la red piloto, diseño de la red física y al final realizar las pruebas de la red planteada (Huaranca, 2021).

El primer inconveniente para los usuarios a los que se presta servicio de internet es: el acceso a internet y no contar con mayor ancho de banda, por motivos que la saturación de los enlaces de redes inalámbricas, hoy en día PUNTONET S.A. da como solución implementar la red FTTH con tecnología GPON, ya que la fibra óptica permite obtener ancho de banda mayor a 30 Mbps y así sus clientes obtener calidad de servicio. El problema principal del proyecto es dar solución y mejorar la capacidad como ancho de banda, por ende, se busca solucionar y mejorar la calidad de internet por este medio que es la fibra óptica, así también aumentar coberturas en zonas aledañas con enlaces de fibra óptica y así no tener saturación por los radios enlaces dentro del proyecto (Argüello Olmedo, 2016).



Con la presente investigación, se requiere mejorar la calidad de acceso a internet y obtener mejor ancho de banda de la se ve actualmente, para el diseño de la red FTTH (fibra óptica hasta el hogar) se tomó en cuenta el uso del estándar GPON, y obtener una mejora y calidad de servicio de Internet en el distrito de chorrillos. los usuarios o clientes de la Av. Defensores del Morro y Av. Los Faisanes estarán muy agradecidos por la calidad de servicio prestado (Quezada Alegria, 2021).

FTTH red asigna un hilo de fibra independiente para cada usuario corporativo. Lo que sustituyo por poca perdida en el enlace autónomo. No obstante, dado el diseño del enlace en el portador de señales, es posible trazar el diseño ejecutado en la plataforma en Edraw Max con el fin de entenderse con cada puerto de conexión que existe en la red. De igual manera se plasmó hacia la parte de diseño en Sketchup para poder ver toda clase de equipos y materiales. Ver sus dimensiones con la infraestructura instalada. Cuando se mide con instrumento OTDR las mediciones del enlace son comparadas con cálculos “teóricos” lo que a su vez representara la medida exacta de las pérdidas totales de los enlaces ejecutados (Arianna Veronica Pardo Rios, 2020).

FTTH (fibra hasta el hogar) con estándar GPON. Para obtener varios servicios a la vez como internet, IPTV, VOIP a un precio razonable son las redes FTTH/GPON ya que los equipos son pasivos no necesita energía o alimentación externa a parte de la central. La mayoría como las operadoras ya sea claro, movistar utilizan las redes FTTH con estándar GPON por su fácil manejo de la tecnología, aun futuro todo será por fibra óptica. La tecnología GPON, se pueden conectar 128 clientes o equipos ONU en una red con alcance máx. de 60 km, los datos de transmisión son 2.44 Gbps de bajada y 1,24 Gbps de subida. con la red FTTH se busca obtener gran ancho de banda, internet de alta velocidad, televisión alta calidad y también obtener VOIP (voz sobre protocolo de internet) (Zouhira Abdellaoui, 2021).



Los países más desarrollados hoy en día usan las redes de fibra óptica FTTH, porque se convirtió en tecnología de última generación y así obtener mayor ancho de banda, a nivel nacional del Perú se realizó bastantes estudios en diferentes lugares para realizar la implementación de esta tecnología, la mayoría de las empresas que pusieron en marcha esta tecnología obtuvieron grandes beneficios ya que la mayoría son grandes y pequeñas empresas. Hoy en día las empresas ya tienen como atracción realizar un diseño de una red FTTH, ya sea en provincias, departamentos, barrios, etc. (Ramírez Zapata, 2019).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Redes De Telecomunicaciones

Con las redes de telecomunicaciones se pueden transmitir grandes cantidades y tamaños de informaciones ya sea con señales electromagnéticas u ópticas, para tal fin hace uso del medio de transporte inalámbrico u fibra óptica. La televisión por cable (CATV), la telefonía móvil, la telefonía fija, televisión por internet IPTV, son alguno ejemplos que presenciamos de las redes de telecomunicaciones.

Figura 1

Representación de las redes de Telecomunicaciones



Nota: (Parra, Redes Banda Ancha, 2015)

2.2.2. Tipos De Redes De Telecomunicaciones

2.2.3. Red HFC

La red hfc es la que usa una parte de fibra óptica y otra parte de cable coaxial y así poder implementar una red de banda ancha. la tecnología hfc permite conectarse a televisión por cable (CATV) y acceso a internet.

Para conectar a un cliente se conecta por medio de cable coaxial y eso posteriormente se interconecta con la fibra óptica. Esta red se puede usar hoy en día para ver televisión por cable, datos de internet, telefonía, entre otros como también servicios corporativos (En Que Consiste Una Red HFC, s.f.).

Figura 2

Topología de la Red HFC



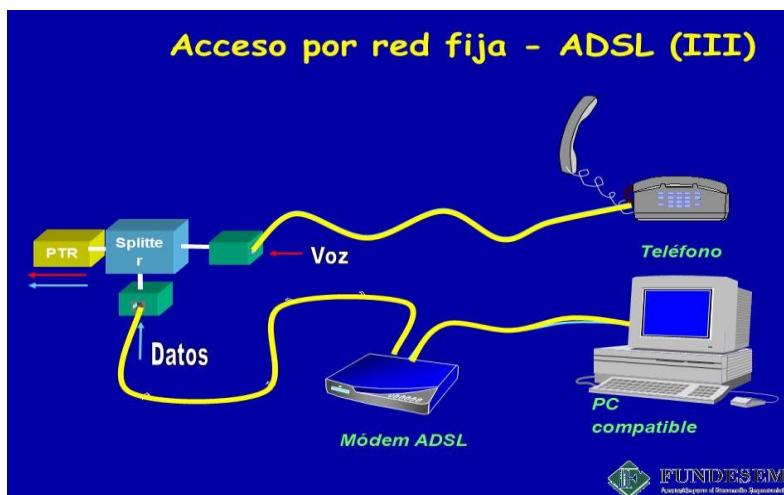
Nota: (Forero, 2015)

2.2.4. Red ADSL

La red ADSL consiste en interconectar mediante cobres pares simétricos de línea telefónica para obtener datos digitales y conectarse a internet. esto es uno de los métodos para obtener acceso a internet por medio de línea de teléfono por el que no hay interferencia para realizar llamadas (Equipo editorial, 2023).

Figura 3

Topología de la Red ADSL



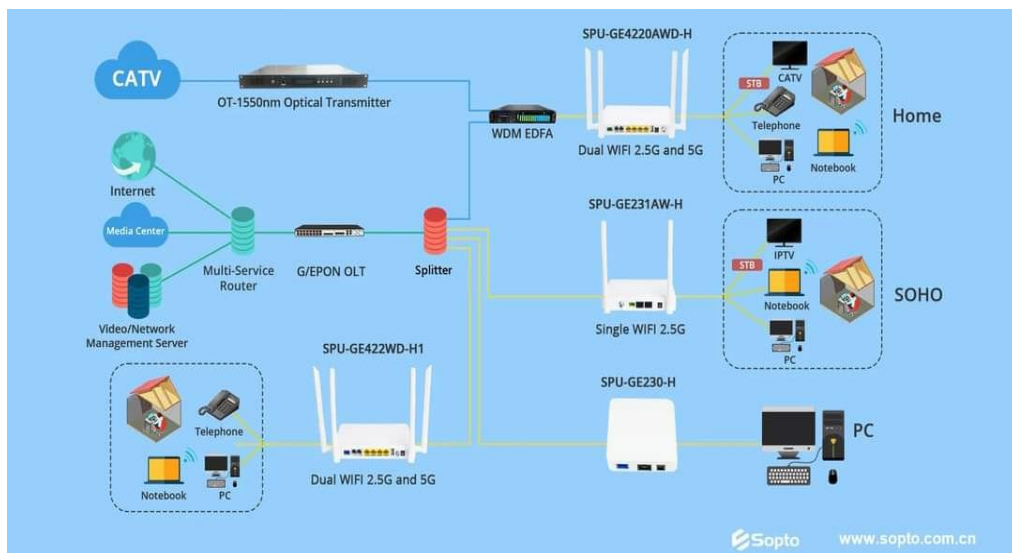
Nota: (Gimenez, 2017)

2.2.5. Redes FTTH

Las redes de FTTH (Fibra hasta el Hogar), proporcionan un ancho de banda muy superior a otras conexiones para banda ancha existentes (ADSL, HCF, etc.), lo que deriva en una mejor experiencia del cliente y en la posibilidad de añadir múltiples servicios adicionales. Esto permite la conexión de clientes a través de fibra óptica de extremo a extremo, es decir, hasta el hogar (Redes FTTH, 2022).

Figura 4

Red FTTH



Nota: Elaboración propia

Una red FTTH consta de 5 áreas:

- Núcleo de red: Equipo del proveedor, red conmutada.
- Oficina central: Para el alojamiento de las OLT y otros equipos, principalmente.
- Alimentación: Se extiende desde la cabecera o data center hasta las cajas de empalme, donde están los divisores de nivel 1.

- Red de distribución: Conexión del splitter de nivel 1 con el splitter de nivel 2. Este último está ubicado normalmente en las cajas NAP para fibra óptica.
- Usuario: Comprende el tramo entre el divisor de nivel 2 a las instalaciones del suscriptor (cliente).

2.2.5.1. RouterBoard

El equipo Mikrotik nos permite realizar configuraciones para ofrecer servicio de calidad a los clientes. cuando tienes más de dos proveedores de internet el mikrotik te puede realizar balanceo, así como carga y descarga para obtener más ancho de banda y así los usuarios nunca pierdan la conexión a internet.

También podrás realizar configuraciones como PPPOE server creando usuario, ya que viene incorporado en el software de mikrotik. Podrás realizar enlaces de punto a punto así abarcar zonas con mayor cobertura y llegar a usuarios más alejados y dar servicio con calidad (Edif. Professional Center, 2023).

Figura 5

Equipo Mikrotik BR3011



Nota: Elaboración Propia

2.2.5.2. OLT (Unidad Terminal De Línea Óptica)

Es el punto de inicio de una red de fibra óptica pasiva. Tiene dos funciones principales:

- Convierte las señales eléctricas de los equipos del proveedor y las señales de fibra usadas por la red óptica pasiva.
- Coordinar la unión entre los dispositivos de conversión y los demás dispositivos de la red.

Figura 6

Equipo OLT Cdata



Nota: Elaboración propia

2.2.5.3. Splitter

Estos dispositivos dividen la señal óptica en dos o más salidas y, al dividirlos, también se divide la potencia óptica. Para realizar esta tarea, el splitter divide el haz luminoso incidente en dos o más haces. Con esto permitimos que una sola salida PON sea dividida con muchos más clientes.

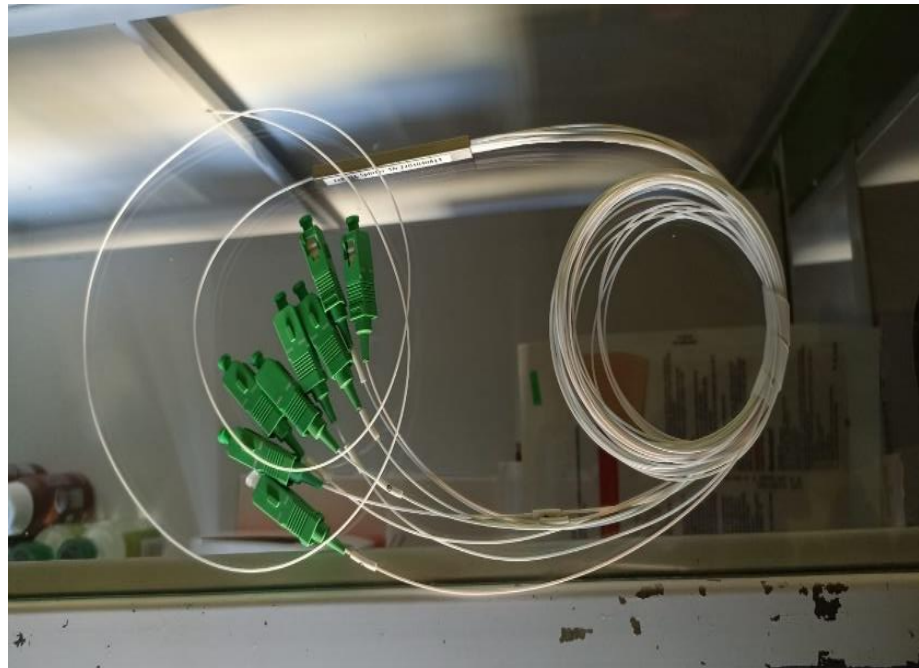
Para un rendimiento óptimo, un splitter de calidad necesita cumplir ciertos requisitos:

- Pérdida de inserción: mientras menor sea el valor de la pérdida de inserción, mejor será el rendimiento.
- Pérdida de retorno: Causada por discontinuidades en la fibra. Cuando menor sea la pérdida introducida por nuestro divisor, mejor.
- Proporción de división: Potencia registrada en la salida del divisor.
- Aislamiento: Divisor óptico de la luz a otras trayectorias ópticas.

Los splitters son dispositivos que no necesitan alimentación, son completamente pasivos.

Figura 7

*Splitter 1*8*



Nota: Elaboración propia

- **Perdida De Divisores**

Tabla 1

Perdida de Divisores ITU

| Numero de puertos | Perdida de divisores (dB) |
|--------------------------|----------------------------------|
| 1*2 | ≤ 3.8 dB |
| 1*4 | ≤ 7.5 dB |
| 1*8 | ≤ 10.6 dB |
| 1*16 | ≤ 13.8 dB |
| 1*32 | ≤ 17.5 dB |
| 1*64 | ≤ 20.5 dB |

Nota: Elaboración Propia

2.2.5.4. ONT

Es un dispositivo utilizado en redes de fibra óptica que se encarga de convertir las señales ópticas a señales eléctricas, permitiendo la conexión de equipos a usuario, como routers, computadoras, celulares y estar interconectados con la red de fibra óptica.

La ONT o ONU es esencialmente el punto de culminación de la red, tiene puerto ethernet y, en algunos casos, puertos telefónicos y de televisión. Cada ONU o ONT tiene su potencia de recepción mínima y sensibilidad, para su correcto funcionamiento es un promedio máximo de -28dB.

Figura 8

Equipo ONT o ONU



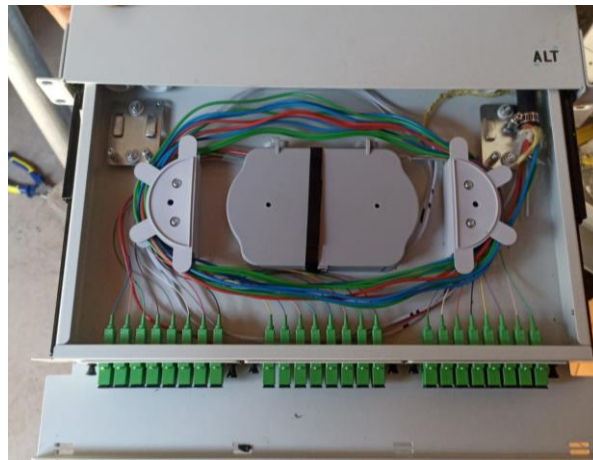
Nota: Elaboración Propia

2.2.5.5. ODF / (Distribuidor De Fibra Óptica)

Es un equipo que se usa para empezar a distribuir las interconexiones de la red de fibra óptica, en este equipo se realizan las fusión o empalmes entre diferentes hilos de fibra óptica. El ODF va ubicado en la cabeza o data center principal, también trabaja como protector de las fusiones o empalmes realizadas que se encuentran ahí dentro y no tener daños como rupturas de la fibra óptica (Conocimientos basicos del distribuidor de fibra optica, 2021).

Figura 9

ODF



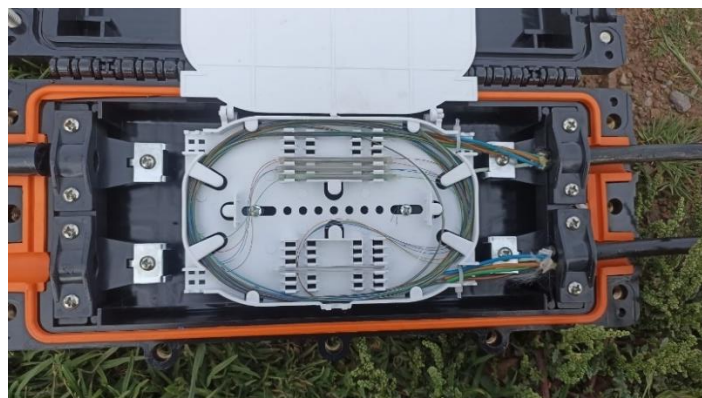
Nota: Elaboración propia

2.2.5.6. Caja De Empalme

Las cajas de empalme en una red FTTH, nos sirve para proteger los empalmes o fusiones que se realizan en cada punto de unión de fibra óptica, también nos permite acomodarlos en las bandejas que contienen y no ser dañados por los factores climatológicos como la lluvia y calor de sol.

Figura 10

Caja de Empalme



Nota: Elaboración propia

2.2.5.7. Caja NAP

las cajas NAP tienen como función principal proteger los splitter que contiene dentro, realizar interconexiones hacia los clientes finales.

Puede haber diferentes tipos de cajas NAP como los que contienen splitter 1x4, 1x8, 1x16 (Cajas Nap para FTTH, 2018).

Figura 11

*Caja NAP 1*16*



Nota: Elaboración propia

2.2.5.8. Conectores Mecánicos SC/APC

Permite realizar terminaciones de fibra óptica rápidas y sencillas sobre el terreno. Permite al instalador realizar terminaciones y conexiones en cuestión de minutos.

Figura 12

Conectores Mecánicos de fibra óptica



Nota: Elaboración propia

2.2.5.9. Roseta Óptica

Cuando la fibra óptica llega desde la caja NAP hasta la casa del cliente, utilizamos un cable drop de una longitud mayor a 50 metros. Una vez realizado la instalación de fibra drop en el punto donde se encuentra la ONT tenemos que decidir si utilizamos una roseta o conectamos directamente a nuestro equipo.

Figura 13

Roseta De Fibra Óptica



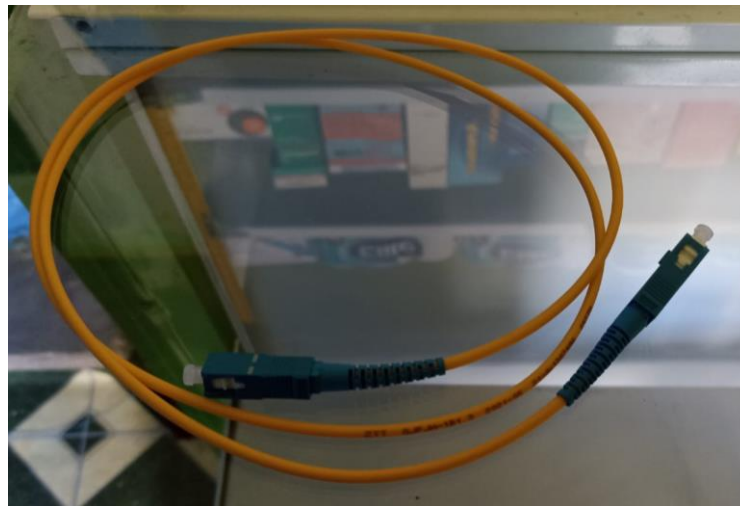
Nota: Elaboración propia

2.2.5.10. Patchcord

Cable PatchCord es una extensión de cable de fibra óptica que nos permite interconectar entre Mikrotik a OLT, OLT a ODF, en los más usados también son al interconectar equipo ONU y la Roseta. tenemos varios tipos de parchord como: SC/APC, SC/UPC, LC/APC, LC/UPC. Es un elemento indispensable para cualquier tipo de despliegue FTTH.

Figura 14

PatchCord SC/UPC



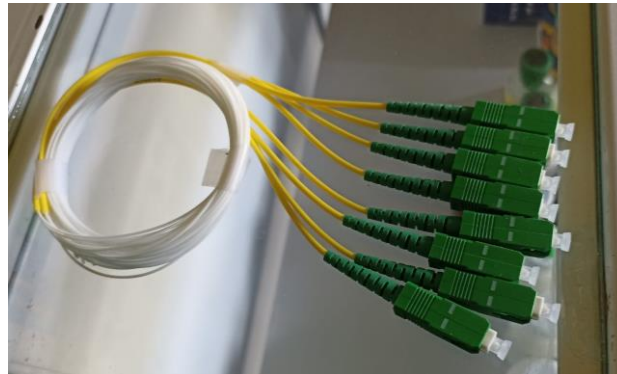
Nota: Elaboración Propia

2.2.5.11. Pigtail

Cable pigtail de fibra óptica es un cable con terminación en un solo extremo SC/APC o SC/UPC muy utilizados en las cajas de empalme o ODF y ordenadores de la fibra óptica. Es un elemento muy indispensable para cualquier tipo de despliegue FTTH.

Figura 15

Pigtail SC/APC



Nota: Elaboración Propia

2.2.5.12. Modulo SFP

El transceiver se utiliza en equipos que tengan este tipo de conexión como router, switches, para realizar enlaces de fibra óptica. la salida de potencia que nos proporcionan los transceiver son positivos y los valores de dBm depende de cada marca.

Figura 16

Modulo SFP Transceiver



Nota: Elaboración propia

2.2.5.13. Fibra Óptica

La fibra óptica es un medio de transporte, por el cual se transmite pulsos de luz entre dos extremos a altas velocidades. El hilo fibra óptica es transparente, tienen un diámetro comparado con el cabello humano. Por el hilo de fibra óptica se puede transmitir varios servicios como: Internet, IPTV, Telefonía.

Figura 17

Fibra Óptica



Nota: Elaboración propia

La fibra óptica está compuesta por fibra de vidrio, a su alrededor está protegido por tubos de plástico llamados (Buffer), a lo que le sigue es la chaqueta, fabricado para proteger la fibra del calor.

- **Tipo De Fibra Óptica**
 - Monomodo
 - Multimodo
- **Tipos De Cable De Fibra Óptica**
 - Tipo de cable Óptico ADSS

- Tipo de cable Óptico ASU
- **Cable Óptico ADSS**

Cable óptico ADSS (también llamado cable óptico autoportante totalmente dieléctrico), totalmente dieléctrico, es decir, el cable óptico utiliza materiales totalmente dieléctricos. Autoportante se refiere a la resistencia del propio cable óptico que puede soportar su propio peso y carga externa. El cable Óptico ADSS solo lleva solo 6 hilos de fibra óptica en cada Buffer, a comparación del cable Óptico ASU.

Figura 18

Fibra ADSS



Nota: Elaboración Propia

- **Cable Óptico ASU**

El cable de fibra óptica ASU autoportante aéreo, tiene una estructura de tubo holgado y un compuesto de gel resistente al agua para brindar una protección crucial para la fibra. El cable óptico ASU puede llevar hasta 12 hilos de fibra óptica en un solo Buffer a diferencia del cable óptico ADSS.

– Cable De Fibra Óptica Drop

Es el cable drop usado para la instalación de última milla de una red FTTH.

Para este presente diseño e implementación se usa la fibra óptica monomodo ADSS 48 hilos como troncal o alimentación de la red, y para llegar a los abonados se usa el cable drop de un hilo.

Figura 19

Fibra Drop 1 Hilo



Nota: Elaboracion propia

2.2.6. Estándares de FTTH

2.2.6.1. Redes GPON

Gigabit Passive Optical Network o redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits, GPON es una arquitectura de red pasiva, punto multipunto sobre fibra óptica, esta utiliza spliter pasivos para llegar hasta

los clientes y no requiere de ningún equipo activo en el medio. La red gpon se compone de dos equipos activos en los extremos OLT y ONT.

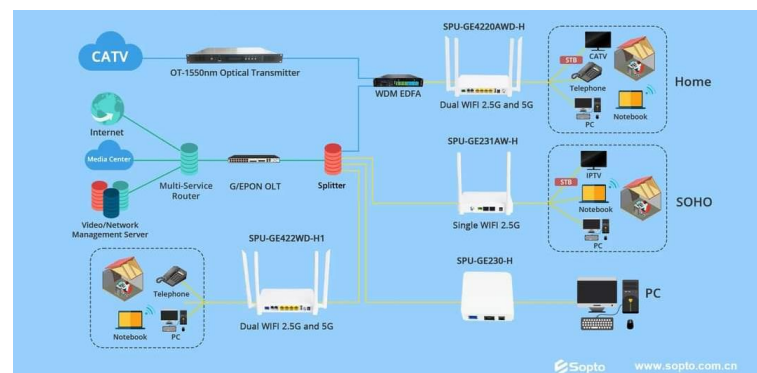
GPON nos brinda velocidades de transmisión hasta 2.5 Gbps de bajada, y hasta 1.25 Gbps en dirección subida.

Las redes GPON se encuentran en el estándar ITU-T G.984.x, Con el estándar Gpon se pueden conectar hasta 128 abonados por un solo hilo de fibra óptica, o por un pon de la OLT.

En este presente diseño e implementación se usará el estándar Gpon, por las características que se tienen.

Figura 20

Topología de redes GPON



Fuente: Elaboración propia

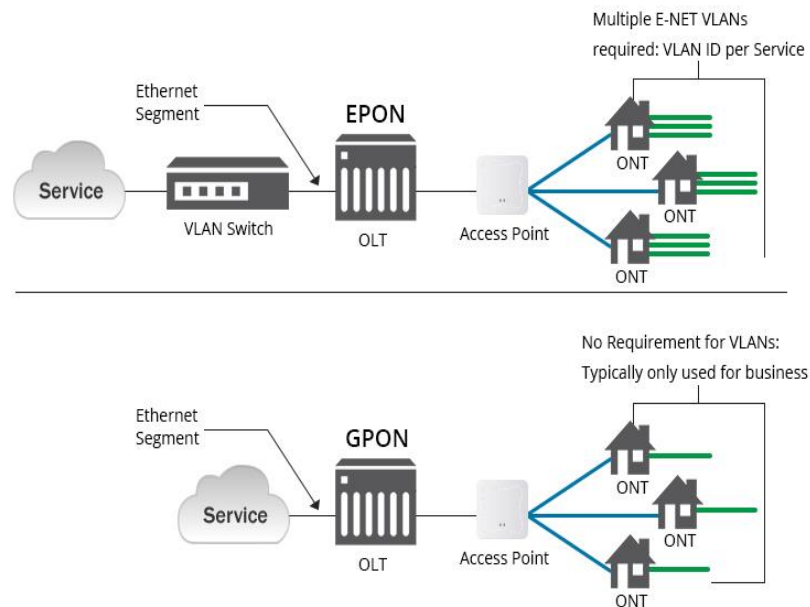
2.2.6.2. Redes EPON

EPON es una tecnología con protocolo de transporte de una red de acceso óptico utilizado para conexión a internet. Para su transmisión de datos es a través de fibra óptica, utilizando spliter pasivos así distribuir internet a varios usuarios. EPON a diferencia de GPON ofrece una menor

velocidad de transmisión de datos de 1 Gbps, y solo puede llegar a obtener 1:64 clientes por pon.

Figura 21

Topología de red EPON



Nota: (Irving, 2021)

2.2.7. Equipos De Trabajo Para Implementar La Red FTTH

Para realizar el trabajo de tendido, fusión y pruebas de la red FTTH, es necesario contar con diferentes tipos de equipos electrónicos y mecánicos.

2.2.7.1. Fusionadora

La máquina fusionadora electromecánica, se usa para empalmar o fusionar una fibra con otra, en una red de fibra óptica. Para realizar la fusión la maquina acerca sus motores con la fibra óptica, los electrodos son los encargados de unir dichos hilos de fibra óptica.

Figura 22

Fusionadora Signal Fire AI-9



Nota: Elaboración Propia

2.2.7.2. Power Meter

Equipo para realizar medición de potencia de fibra óptica, este equipo es muy usado en las redes de fibra óptica FTTH/GPON, para realizar pruebas de atenuación y medir potencia del transmisor “OLT”.

Figura 23

Equipo Power Meter



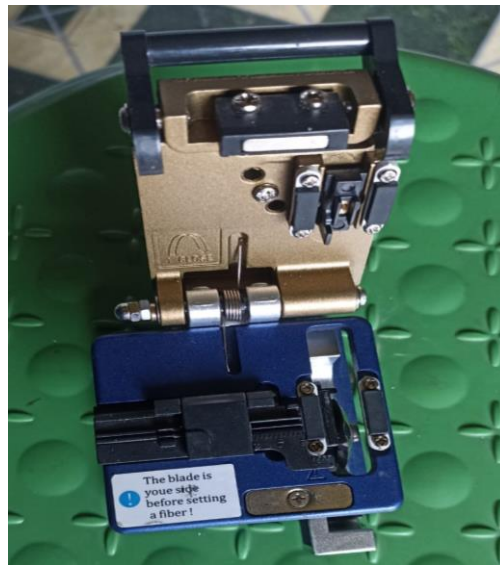
Nota: Elaboración Propia

2.2.7.3. Cortadora De Fibra Óptica

Es un equipo mecánico para corte precisión diseñado para realizar cortes de las puntas fibra óptica muy precisos y así poder realizar una fusión exitosa, en Angulo de corte que realiza el equipo es de 90°.

Figura 24

Cortadora de Fibra Óptica



Nota: Elaboración Propia

2.2.7.4. Sangradora De Chaqueta Fibra Óptica

La herramienta peladora de fibra óptica, sirve para cortar la chaqueta de la fibra óptica y así poder preparar el cable de fibra óptica antes de realizar una fusión, y ahorrar tiempo al momento de realizar un trabajo.

2.2.7.5. Sangradora de Buffer De Fibra Óptica

La sangradora de buffer está diseñada para realizar sangrado de fibra óptica sin necesidad de cortar todo el cable de fibra óptica.

Figura 25

Sangradora de Buffer



Nota: Elaboración Propia

2.2.7.6. Peladora De Fibra Óptica

La peladora de fibra óptica realiza la función de pelar o desforre de la fibra óptica. La peladora consta de tres orificios, el primer orificio desnuda la chaqueta de fibra óptica. El segundo orificio quita recubrimiento de la fibra óptica. El tercer orificio se usa para pelar la fibra óptica ya para realizar la fusión correspondiente.

Figura 26

Peladora de fibra Óptica



Nota: Elaboración Propia

2.2.8. Ferretería y Linealizado De La Red De FTTH

Se empezará a seguir el linealizado ya definido en el plano dependiendo si son pasantes de tramo o terminales de tramo dependiendo a eso las materias a los cuales se les considera ferretería irán colocándose conforme el desplazamiento de la fibra óptica que se vaya dando.

2.2.8.1. Preformado De Fibra Óptica

Encargados para realizar un perfecto anclaje de poste a poste para los cables de fibra óptica, mensajero o de retenida. Los preformados están formados alambres espirales de acero para compartir de manera homogénea, la fuerza de agarre y tensión.

Figura 27

Preformado De Fibra Óptica



Nota: Elaboración Propia

2.2.8.2. Clevis y Aislador

Ferretería diseñada para utilizar en instalación de fibra óptica, su función principal es la sujetar a los preformados para sostener la fibra

óptica. El clevis es de material acero galvanizado por el cual diseñado para soportar factores climatológicos como la humedad, corrosión, etc.

Figura 28

Clevis y Aislador De Fibra Óptica



Nota: Elaboración Propia

2.2.8.3. Cinta y Evillas Band-it

Usados para la sujeción de diferentes tipos de ferreterías en el poste, para el tendido de cables aéreos como: clevis, crucetas, y sujeción de cajas NAP, en los postes de telecomunicaciones y energía eléctrica. Las cintas y las evillas están fabricadas de acero inoxidable de alta resistencia mecánica.

Figura 29

Cinta Bandit



Nota: Elaboración Propia

2.2.8.4. Cruceta Para Fibra Óptica

Cruceta telefónica, son ideales para realizar el almacenamiento de fibra óptica restante o llamado reservas, las crucetas están diseñadas para estar sujetos en postes eléctricos que permite reducir tensión del cable al momento de almacenamiento.

Figura 30

Cruceta de Fibra Óptica



Nota: Elaboración Propia

2.2.9. MARCO CONCEPTUAL EN MIKROTIK

2.2.9.1. INTERFACE

La interface te permite una mejor administración estableciendo zonas de acuerdo a la interfaz de ingreso. Los equipos mikrotik principalmente si se pueden combinarlos con otras marcas.

Figura 31

Interface De Mikrotik

| Interface | Interface List | Ethernet | EoIP Tunnel | IP Tunnel | GRE Tunnel | VLAN | VLAN | VRRP | VETH | MACsec | Bonding | LTE |
|-----------------|----------------|----------|-------------|-----------|------------|------|------|------|------|--------|---------|-----|
| WiredGuard | | | | | | | | | | | | |
| Bridge | | | | | | | | | | | | |
| PPP | | | | | | | | | | | | |
| Mesh | | | | | | | | | | | | |
| IP | | | | | | | | | | | | |
| IPv6 | | | | | | | | | | | | |
| MPLS | | | | | | | | | | | | |
| Routing | | | | | | | | | | | | |
| System | | | | | | | | | | | | |
| Queues | | | | | | | | | | | | |
| Files | | | | | | | | | | | | |
| Log | | | | | | | | | | | | |
| RADIUS | | | | | | | | | | | | |
| Tools | | | | | | | | | | | | |
| New Terminal | | | | | | | | | | | | |
| GUI TR | | | | | | | | | | | | |
| LCD | | | | | | | | | | | | |
| Partition | | | | | | | | | | | | |
| Make Suptout of | | | | | | | | | | | | |

Nota: Elaboración Propia

2.2.9.2. WIRELESS

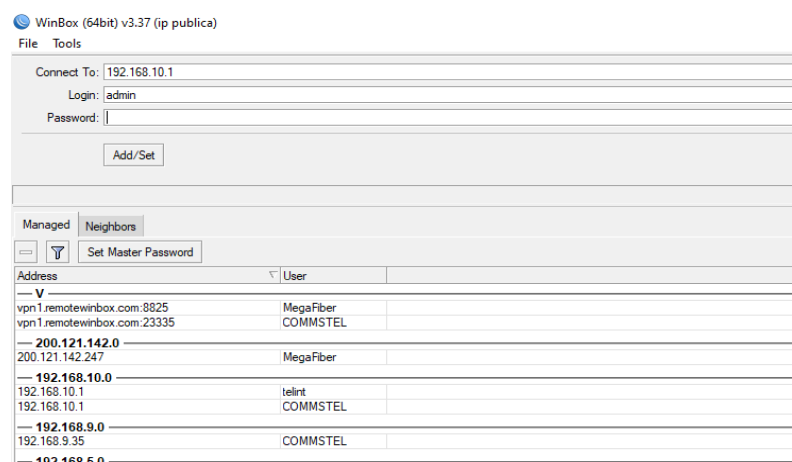
Interface que sirve para hacer configuración o enlaces inalámbricos, ya sean punto a punto o punto multipunto.

2.2.9.1. WINBOX

Nos permite administrar controlar y monitorear a los usuarios conectados a la red. Winbox es un Software de gestión.

Figura 32

Software WinBox



Nota: Elaboración Propia



2.2.9.2. AP Bridge

Punto de acceso. Con este modo podemos conectar dispositivos a nuestro equipo. Es el modo más común.

2.2.9.3. Bridge

Funciona de igual modo que AP Bridge, pero únicamente podemos conectar un equipo al dispositivo.

2.2.9.4. Station

Modo estación, se conectará a cualquier AP mientras tenga los datos correctos para conectar.

2.2.9.5. Station Bridge

Este modo únicamente funciona con dispositivos MikroTik. Se conectará a cualquier AP Mikrotik configurado como AP Bridge o Bridge.

2.2.9.6. PPP (Point To Point Protocol)

PPP también conocido como PPPoE, es un protocolo para transmitir PP (protocolo Punto a Punto). En esta interface se crea usuario y contraseñas para cada cliente.

2.2.9.7. PPPoE Server

El servidor PPPoE trabaja en la capa 2, donde se crea usuario y contraseña para tener conexión con otro equipo, habilitando puertos de salida.

Figura 33

PPPoE Server

| Service Name | Interface | Max MTU | Max MRU | MRRU | Default Profile | Authentication |
|-------------------|----------------------|---------|---------|------|-----------------|-------------------|
| FIBRA | vlan200 | | | | default | mschap2 mschap... |
| SERVER_PPPOE_PPAL | bridge1-pppoe-server | | | | default | mschap2 mschap... |
| VLAN 100 | vlan100 | | | | default | mschap2 mschap... |

Nota: Elaboración Propia

2.2.9.8. Secrets

Interface donde se crea usuarios y contraseñas PPPoE y asignamiento de IP statica o IP POOL para cada usuario.

Figura 34

Interface Secerts

| Name | Password | Service | Caller ID | Profile | Local Address | Remote Address | Routes | Last Logged Out | Last Caller ID | Last Disc... |
|------------------------------------|------------|---------|-----------|------------|---------------|----------------|--------|----------------------|----------------|--------------|
| ADRIAN CHURRA - ETHER3_47 | Commtel@11 | pppoe | | FIBRA 10 M | | | | Aug/11/2023 11:42:12 | 34:46:FE:51 | nas request |
| AdrianChurra@ | | | | | 192.168.48.1 | 192.168.48.22 | | | | |
| ALFREDO ROSELLO_14 | Commtel@11 | pppoe | | default | 192.168.68.1 | 192.168.68.6 | | Aug/11/2023 14:36:07 | 70:A5:6A:CC... | nas request |
| AlfredoRosello@ | | | | | 192.168.48.1 | 192.168.48.11 | | | | |
| ALVARO CONDORI CONDORI - ETHER4_35 | Commtel@11 | pppoe | any | default | 192.168.48.1 | 192.168.48.11 | | Aug/12/2023 07:44:48 | 10:C3:AB:38... | hung up |
| AlvaroCondori@ | | | | | | | | | | |
| BetoSaCazon | Commtel@11 | pppoe | | FIBRA 20 M | | | | | | |
| CESAR TORRES ROSELLO_32 | Commtel@11 | pppoe | | default | 192.168.68.1 | 192.168.68.20 | | Aug/11/2023 14:20:55 | C0:FF:A8:AB... | nas request |
| CesarTorresRosello@ | | | | | Plan S/ 50 | | | Apr/19/2023 08:56:10 | 24:A4:2E:66... | hung up |
| DanielQuijano | Commtel@11 | pppoe | | Plan S/ 40 | | | | Jul/08/2023 12:35:35 | 48:8F:5A:51... | hung up |
| DanielQuijano@ | | | | | | | | | | |
| DORIS QUIJPE CONDORI_16 | Commtel@11 | pppoe | | default | 192.168.48.1 | 192.168.48.3 | | | | |
| DorisQuijpe@ | | | | | | | | | | |
| DoraCondoriGaspae | Commtel@11 | pppoe | | default | 192.168.68.1 | 192.168.68.7 | | Aug/14/2023 11:01:02 | FC:73:FB:2C... | hung up |
| EdgarApazaParizaca | | | | | | | | | | |
| EDSON CHAYÁ A - ETHER4_37 | Commtel@11 | pppoe | | default | 192.168.48.1 | 192.168.48.12 | | Aug/11/2023 15:23:25 | 74:4D:28:1F... | nas request |
| EdsonChayra@ | | | | | | | | | | |
| EDWIN ESTADIO - ETHER4_38 | Commtel@11 | pppoe | | default | 192.168.48.1 | 192.168.48.13 | | Aug/13/2023 21:40:08 | 24:5A:4C:DB... | hung up |
| Edwin@ | | | | | | | | | | |
| EDWIN YANQUI RAMOS_20 | Commtel@11 | pppoe | | default | 192.168.68.1 | 192.168.68.8 | | Aug/12/2023 13:12:17 | 70:B6:4F:69... | hung up |
| EdwinYanquiRamos | | | | | Plan S/ 80 | | | Aug/11/2023 14:08:45 | 48:8F:5A:51... | peer requ... |
| ElizabethRamirez@ | | | | | | | | | | |
| ELNER MENDOZA_21 | Commtel@11 | pppoe | | default | 192.168.68.1 | 192.168.68.9 | | Apr/10/2023 05:02:32 | 30:5A:4A:5A... | hung up |
| ElnerMendoza@ | | | | | Plan S/ 50 | | | | | |
| Eloy HuacsaMamani@ | | | | | | | | | | |
| ELVIS CHAYÁ A_5 | Commtel@11 | pppoe | | default | 192.168.48.1 | 192.168.48.4 | | Aug/11/2023 15:45:13 | E4:63:8E:EE... | nas request |
| ElvisChayra@ | | | | | | | | | | |

Nota: Elaboración Propia

2.2.9.9. Profile

Interface donde se asigna planes de ancho de banda y velocidad de internet para cada cliente.

Figura 35

Interface Profile

| Name | Local Address | Remote Address | Bridge | Rate Limit (x/rx) | Only One |
|--------------------|---------------|-----------------------|--------|-------------------|----------|
| FIBRA 10 M | 192.168.20.1 | FIBRA OPTICA | | 12M/12M | default |
| FIBRA 15 M | 192.168.30.1 | FIBRA OPTICA 15 MEGAS | | 16M/16M | default |
| FIBRA 20 M | 172.10.10.1 | FIBRA OPTICA 20 M | | 20M/20M | default |
| Plan S/ 20 | 10.10.10.1 | Plan 5 Megas | | 5M/5M | yes |
| Plan S/ 40 | 172.0.0.1 | Plan 7 Megas | | 8M/8M | yes |
| Plan S/ 50 | 172.2.1.1 | Plan 10 Megas | | 12M/12M | yes |
| Plan S/ 80 | 192.168.2.1 | Plan 20 Megas | | 20M/20M | yes |
| RWB_estp_profile | | | | | default |
| default | | | | | default |
| default-encryption | 9.9.9.1 | vpn | | | default |

Nota: Elaboración Propia

2.2.9.10. PPPoE

Se usa para realizar la conexión del cliente y el proveedor de internet, controlando el ancho de banda requerido.

2.2.10. INTERFACE IP ADDRESS

Interface donde se asigna IP para enrutar.

2.2.10.1. NAT

Nat traduce la dirección de red para que pueda comunicarse con la otra red, nat sirve para tener comunicación entre dos o más redes incompatibles.

2.2.10.2. VLAN

Las VLAN nos permite separar el tráfico de una red, de tal modo que, en lugar de tener todos los equipos juntos en una red grande, la VLAN nos permite agruparlos y separados en redes más pequeñas que la LAN.



2.2.10.3.FIREWALL

También llamado cortafuegos que trabaja como seguridad, identificando si deja pasar o no alguno de los datos entre un ordenador e internet.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES Y COSTO DE LOS EQUIPOS

3.1.1. Hardware

Para realizar la implementación del proyecto se hizo el uso de diferentes materiales, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Materiales y Costo de los Equipos

| Descripción | Unidad de medida | Costo Unitario (S/.) | Cantidad | Costo total (S/.) |
|-----------------------------|------------------|----------------------|----------|-------------------|
| Mikrotik ccr1016-12s-1s+ | Unidad | S/. 4450 | 1 | S/. 4450 |
| Olt zte | Unidad | S/. 15000 | 1 | S/. 15000 |
| Onu zte | Unidad | S/. 125 | 10 | S/. 1,250.00 |
| Bandeja de empalme (odf) | Unidad | S/. 132.69 | 1 | S/ 132.69 |
| Transeiver sfp | Unidad | S/. 200 | 4 | S/. 800 |
| Patch cord de fibra lc-lc | Unidad | S/. 4.34 | 4 | S/. 17.36 |
| Fibra asus 24 hilos | 2Km | S/. 3,179.00 | 1 | S/. 3,179.00 |
| fibra asus 8 hilos span 120 | 2Km | S/. 1,805.78 | 6 | S/. 10,934.68 |



| | | | | |
|------------------|--------|--------------|-----|---------------|
| caja nap 1:16 | Unidad | S/. 120.00 | 64 | S/. 7,680.00 |
| spliter 1:16 | Unidad | S/. 25 | 64 | S/. 1,600.00 |
| splier 1:8 | Unidad | S/.15 | 8 | S/. 120.00 |
| Mufa | Unidad | S/. 155.22 | 8 | S/. 1,241.76 |
| Clevis | Unidad | S/. 3.50 | 200 | S/. 700 |
| hebila ½ | Unidad | S/. 92.97 | 4 | S/. 370.68 |
| Preformado | Unidad | S/. 4.67 | 100 | S/. 467.00 |
| cinta bandy | Unidad | S/. 92.97 | 4 | S/. 347.70 |
| fibra drop 1hilo | 1 km | S/. 275.60 | 5 | S/. 1,378.00 |
| kit de empalme | Unidad | S/. 320.00 | 1 | S/.320.00 |
| Fusionadora | Unidad | S/. 4,488.00 | 1 | S/. 4,488.00 |
| valor total | Unidad | | | S/. 54,475.41 |

Nota: Elaboración Propia

3.1.2. Materiales Software Para El Diseño Del Plano

Para realizar el diseño del proyecto de investigación se tuvo que hacer uso de los siguientes softwares, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Materiales Software Para El Diseño FTTH

| DESCRIPCION | CANTIDAD | PRECIO S/. |
|--------------|----------|------------|
| Tomodat2 | 1 unid | 0 |
| Google Earth | 1 unid | 0 |



| | | |
|--------|--------|---|
| MAPinr | 1 unid | 0 |
|--------|--------|---|

Nota: Elaboración Propia

3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION

3.2.1. Tipo De Investigación

tipo de investigación, el trabajo que se realiza agrupa las condiciones metodológicas de una investigación aplicada

3.2.2. Diseño De La Investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, de nivel aplicativo para solucionar el problema. La investigación es experimental de acuerdo a la naturaleza por la forma de ver el problema.

3.2.3. Nivel De La Investigación

Según el estudio de investigación agrupa por su nivel, las cualidades de un estudio descriptivo, explicativo ya que presenta una alternativa de solución al problema de la actualidad.

3.3. UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL ESTUDIO

La implementación del proyecto se desarrollará en el Distrito De Macusani, que tiene las siguientes coordenadas geográficas: 14°04'09"S 70°25'52"O a 4.315 m.s.n.m. Los experimentos se realizaron en la cabecera principal (data center) en el Distrito de Macusani.

Figura 36

Laboratorio Del Distrito De Macusani



Nota: Elaboración Propia

Figura 37

Ubicación de la cabecera del Distrito De Macusani



Nota: Elaboración Propia

3.4. PERIODO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Tabla 4

Duración De La Ejecución Del Proyecto

| Actividad | 2023 | | | | | | 2022 | | | | | |
|---|------------|---|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|
| | trimestres | | | | | | trimestre | | | | | |
| | M | A | M | J | J | A | J | A | S | O | N | D |
| Identificación y planteamiento del problema. | | | | | | | X | | | | | |
| Presentación del perfil de Investigación | | | | | | | | | | X | | |
| Diseño De la Red | | | | | | | | | | | X | |
| Implementación de la Data Center (Cabecera) | | | | | | | | | | | X | |
| Implementación de la Red Diseñada | | | | X | | | | | | | | |
| Obtención de resultados | | | | | | | | | | | | |
| Exposición de las conclusiones | | | | | X | | | | | | | |
| Presentación del borrador con resultados de investigación | | | | | | X | | | | | | |

Nota: Elaboración Propia

3.5. DISEÑO DEL PLANO

Para el diseño del plano de la red FTTH/Gpon en el Distrito de Macusani, se ha Opto en utilizar los Softwares como: MAPinr, Google Earth, porque tiene un sistema de información geográfica, y así obtener más rápido información para realizar el diseño del plano.

3.5.1. Mapeo De Postes

Para el mapeo de postes se usó la aplicación MAPinr, donde se realizó el mapeo poste a poste y así tener la cantidad de postes a usar para el tendido de la red principal y secundario de la fibra óptica. Para realizar el diseño se tomó en cuenta la factibilidad de los postes.

Figura 38

Mapeo De los Puntos de Poste



Nota: Elaboración Propia

3.5.2. Diseño De la Red FTTH/GPON

Para el diseño de la red se Usó el Software Google earth, Ubicación el data center. Como se muestra en la figura 39.

Figura 39

Ubicación Del Data Center-Macusani



Nota: Elaboración Propia

En el diseño primero se logra ubicar las mufas principales para hacer las fusiones y las distribuciones de la Red principal de fibra optica. Como se muestra en la figura 40.

Figura 40

Ubicación de las mufas Principales



Nota: Elaboración Propia

Como se muestra en la figura 41. Se realizo el diseño para el tendido de la Red principal F.O. 48 Hilo, y asi empezar a ramificar las cajas Nap.

Figura 41

Diseño Del Tendido De Fibra Óptica 48H

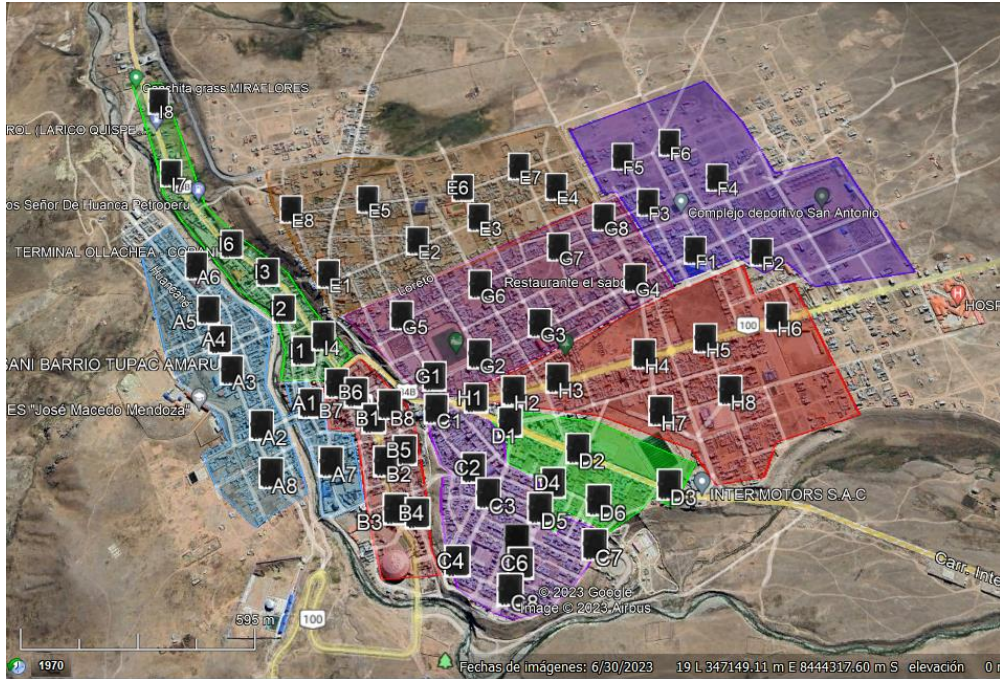


Nota: Elaboración Propia

En la figura 42. Se muestra la distribución de 9 Zonas, en cada una de las zonas contara con 8 Cajas Nap de 1*8. En el que indica que debemos de contar con un OLT min De 9 puertos PON.

Figura 42

Diseño De Zonas Y cantidad de Pon

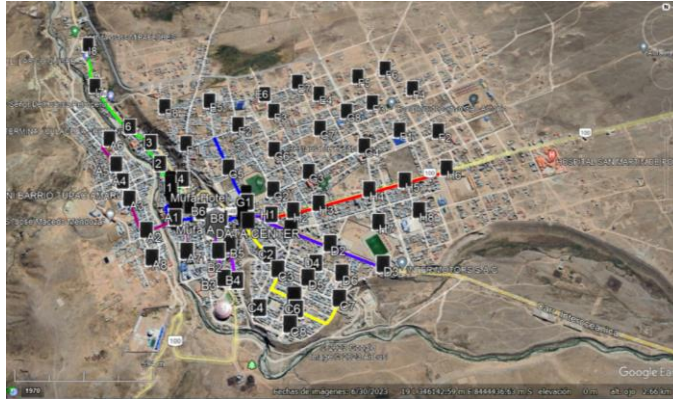


Nota: Elaboración Propia

Se muestra el diseño de la red principal y a la ubicación de las cajas Nap. Así iniciar con la implementación de la Red FTTH/GPON. Como se muestra en la figura 43.

Figura 43

Diseño Del Tendido de la Red Principal de Fibra Óptica y la Ubicación de Las Cajas NAP



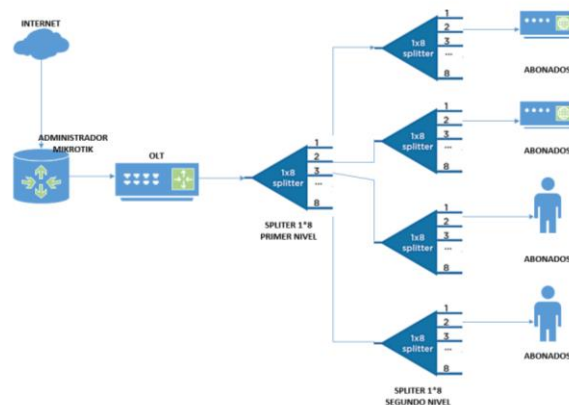
Nota: Elaboración Propia

3.6. TOPOLOGIA DE RED

La topología de la red es una arquitectura en cascada, empezando desde el acceso de internet, llegando a equipo administrador Mikrotik, luego pasa en modo transparente “bridge” el equipo OLT. Spliter de primer nivel se está usando spliter 1*8, el spliter de segundo nivel también se está usando spliter 1*8 así como se muestra en la figura 44.

Figura 44

Topología de Red a Implementar



Fuente: Elaboración Propia

3.7. CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS MIKROTIK, OLT Y ONT

3.7.1. Proveedor De Internet De Ancho De Banda

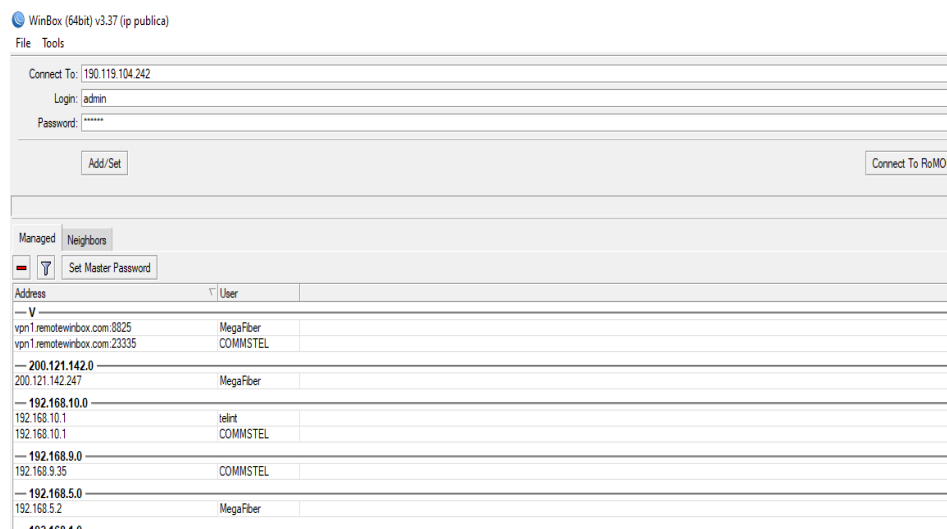
El encargado de proveer internet a la Empresa CONTEL FORTED, es la empresa CLARO, donde provee una cantidad de 90 Mb de internet dedicado 1:1 simétrico. Donde se le asignó también 5 IP Públicas.

3.7.2. Configuración De Equipo MIKROTIK

Para empezar a configurar el equipo Administrador Mikrotik, se usó la herramienta WINBOX como se muestra en la figura 45.

Figura 45

Herramienta WINBOX

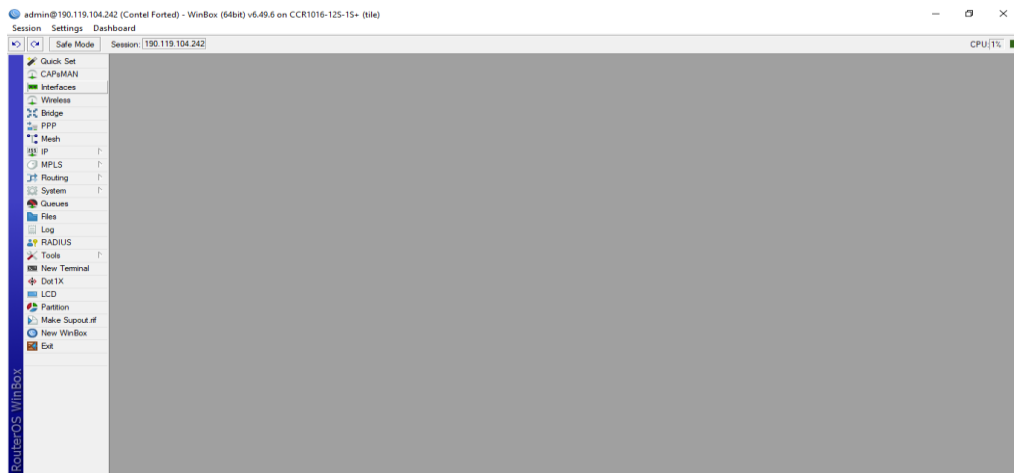


Nota: Elaboración propia

Para poder acceder al equipo o interfaz de mikrotik se debe colocar el usuario y contraseña del equipo, donde: el usuario es “admin” y sin contraseña, así presionar en donde indica connect, y así se logra ingresar al interfaz del equipo mikrotik como se muestra en la figura 46.

Figura 46

Interfaz gráfica del equipo Mikrotik



Nota: Elaboración Propia

3.7.3. Configuración De Mikrotik y Conexión a Internet

3.7.3.1. Configuración De La Red WAN

Para la configuración de red WAN, se usó el interfaz sfp12 como se muestra en la figura 47.

Figura 47

sfp 12 entrada de internet WAN

| Interface | Name | Type | Actual MTU | L2 MTU | Tx | Rx | Tx | Rx |
|-----------|------------------------------|----------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------|-------|
| R | wan102-claro-30 Mbps | Ethernet | 1500 | 1500 | 0 bps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| R | sfp12 | Ethernet | 1500 | 1500 | 1896.3 kbps | 42.0 Mbps | 0 bps | 0 bps |
| R | sfp11 | Ethernet | 1500 | 1500 | 0 bps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| R | sfp10 | Ethernet | 1500 | 1500 | 0 bps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| R | sfp9 | Ethernet | 1500 | 1500 | 0 bps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| R | sfp8 | Ethernet | 1500 | 1500 | 0 bps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| R | sfp7 | Ethernet | 1500 | 1500 | 0 bps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| R | sfp6 | Ethernet | 1500 | 1500 | 0 bps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| R | sfp5 | Ethernet | 1500 | 1500 | 0 bps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| R | sfp4 | Ethernet | 1500 | 1500 | 0 bps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| R | sfp3 | Ethernet | 1500 | 1500 | 0 bps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| R | VLAN_300 | VLAN | 1500 | 1576 | 0 bps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| R | LAN - OLT | Ethernet | 1500 | 1500 | 39.7 Mbps | 1728.6 kbps | 0 bps | 0 bps |
| R | vlan25-Administracion | VLAN | 1500 | 1576 | 2.7 kbps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| R | VLAN_100 | VLAN | 1500 | 1576 | 39.6 Mbps | 1675.1 kbps | 0 bps | 0 bps |
| DR | <<<pppoe-YonRonaldMamaniTto> | PPPoE Server Binding | 1480 | 1024 | 0 bps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| DR | <<<pppoe-Wilsterman> | PPPoE Server Binding | 1480 | 3.6 Mbps | 200.4 kbps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |
| DR | <<<pppoe-WilsonFlores> | PPPoE Server Binding | 1480 | 722.9 kbps | 132.6 kbps | 0 bps | 0 bps | 0 bps |

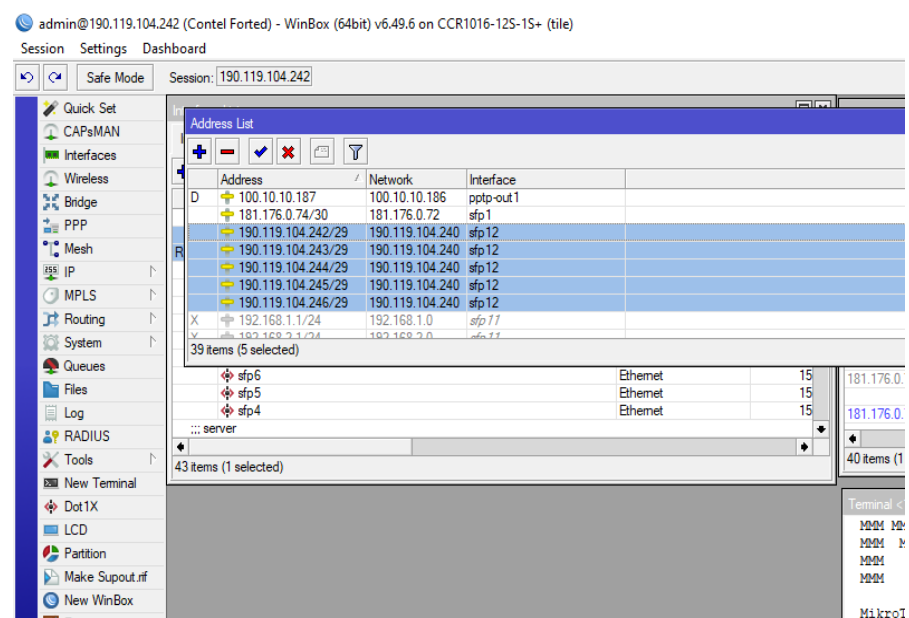
Nota: Elaboración propia

En el interfaz IP se realizó las configuraciones de Red “firewall”, “enmascaramiento”, entre otros.

En IP ADDRESSES se configura el enrutador o IP STATIC, que se nos asignó la empresa proveedora, en este caso las IP PUBLICAS que nos asignó CLARO, como se muestra en la figura 48.

Figura 48

Configuración de IP publicas

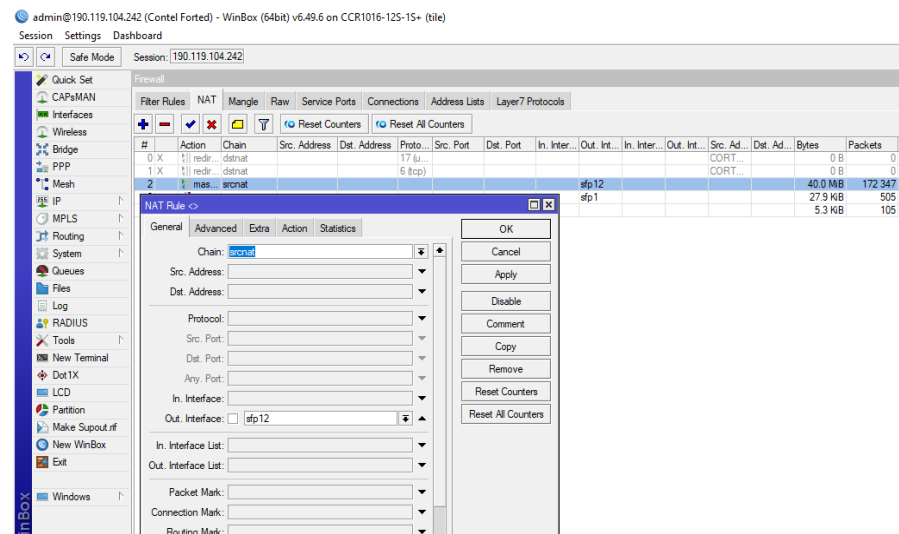


Nota: Elaboración Propia

En IP FIREWAL, se hace el Nteo NAT (Network Address translator) de la IP STATIC o la WAN que se asignó, así como se muestra en la figura 49.

Figura 49

Configuración de NAT

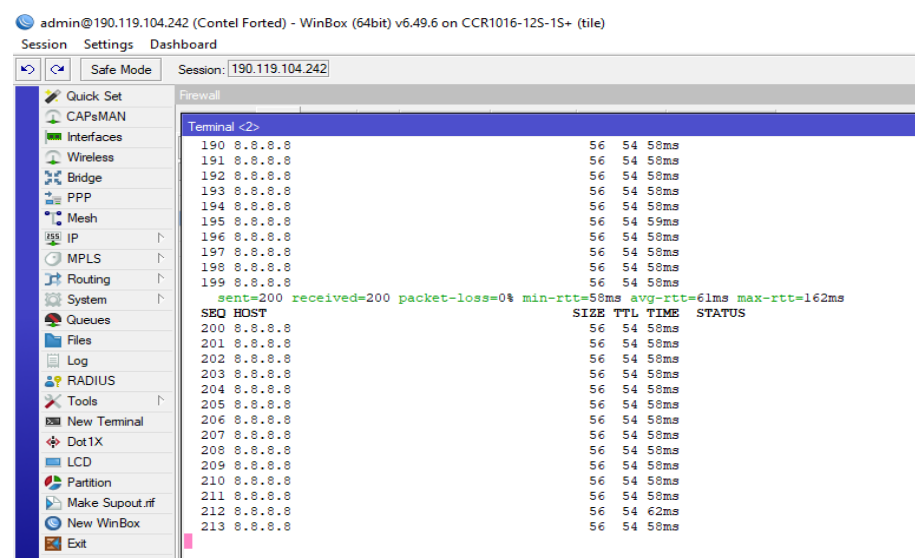


Nota: Elaboración Propia

En NEW TERMINAL, hacemos la prueba de internet haciendo ping al DNS de Google, la DNS de Google es 8.8.8.8 o 8.8.4.4. así como se muestra en la figura 50.

Figura 50

Prueba de Internet GOOGLE

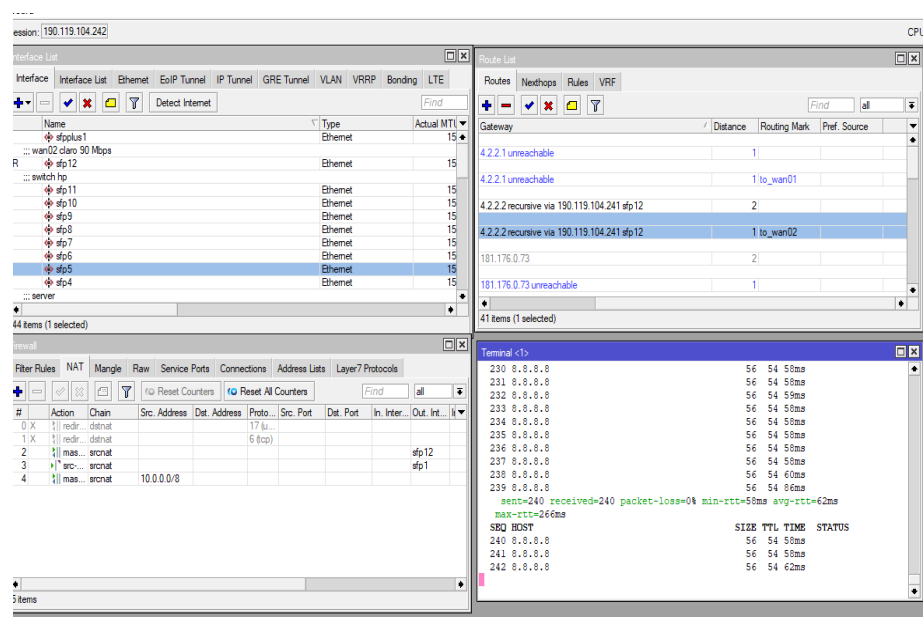


Nota: Elaboración Propia

Las configuraciones que se realizó para obtener internet en el equipo mikrotik como se muestra en la figura 51, para así poder empezar a configurar los planes a crear para diferentes usuarios, y poder distribuir internet ancho de banda al usuario de la empresa CONTEL FORTED del distrito de Macusani.

Figura 51

Configuraciones Realizados – WAN



Nota: Elaboración propia

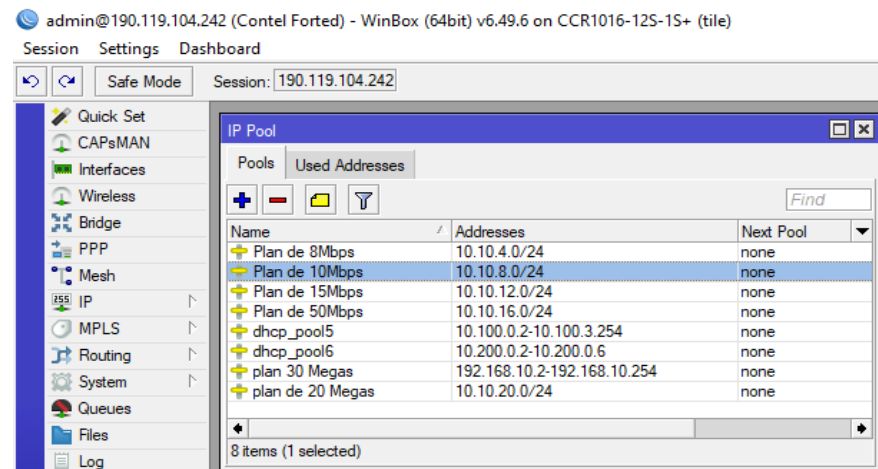
3.7.4. configuración De IP Privadas

3.7.4.1. Generación de IP Pool Privadas

La empresa CONTEL FORTED al ser un WISP tiene diferentes planes o paquetes de ancho de banda, para la prestación de servicio, es por ello que se realiza la configuración de generación de IP POOL privadas, así como se muestra en la figura 52.

Figura 52

Asignación de IP privadas



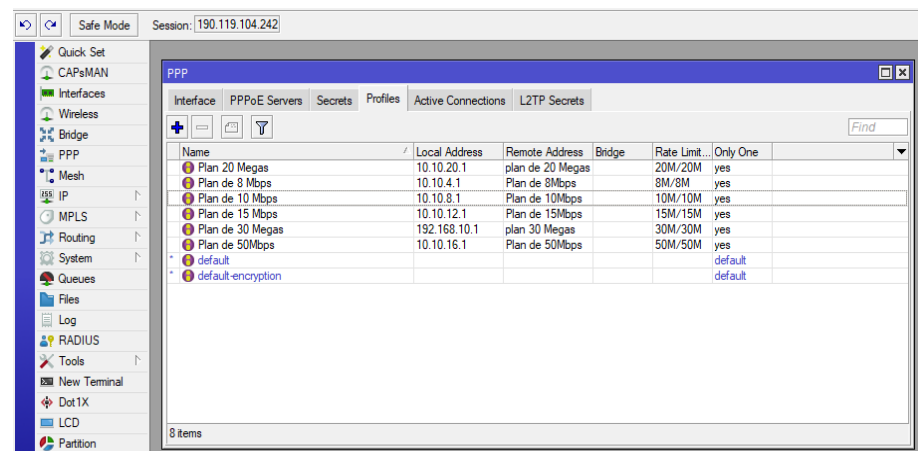
Fuente: Elaboración Propia

3.7.4.2. Asignación De IP Profile

Ya tenemos creado la asignación de IP POOL, ahora toca asignar cada IP pool a un profile o perfil creado, en cada perfil se crea los planes de ancho de banda como: 8 MB, 10 MB, 15 MB, 20 MB, 30 MB y 50 MB, como se muestra en la figura 53.

Figura 53

Creación de Planes de Ancho de Banda



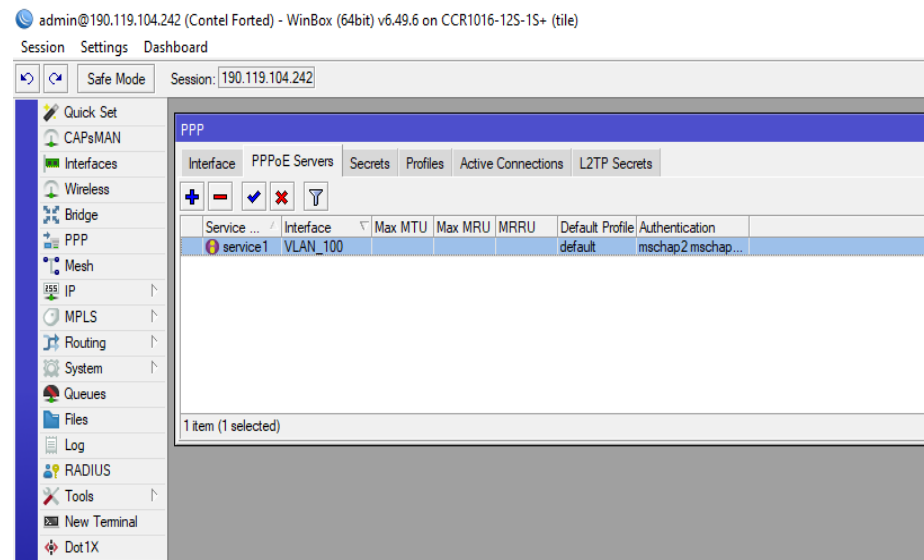
Nota: Elaboración Propia

3.7.4.3. Configuración De PPPoE Server

Para empezar a distribuir internet se necesita autenticar clientes, entonces se configura PPPoE SERVERS. Para la RED LAN o salida de internet se crea una VLAN_100 en la salida de SFP 2 del Mikrotik, así como se muestra en la figura 54.

Figura 54

Configuración De PPPoE Servers VLAN_100



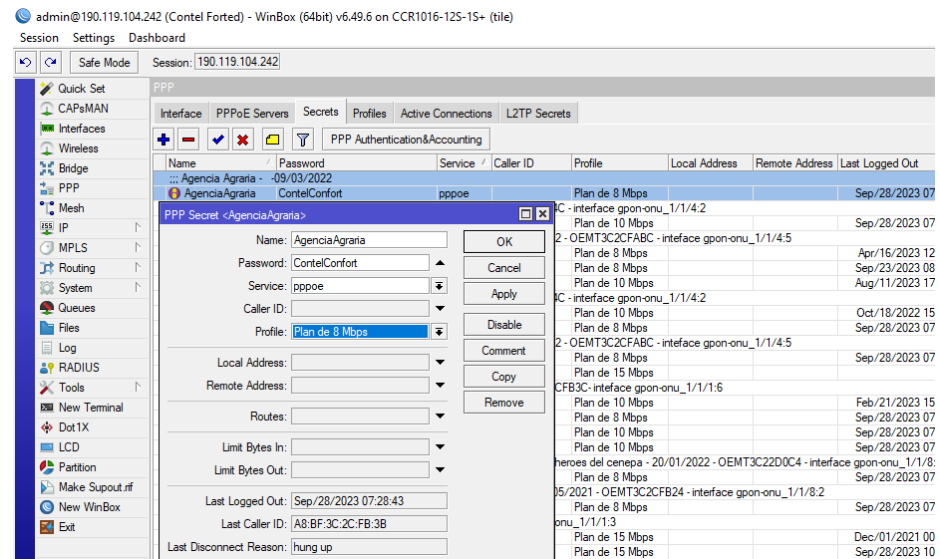
Nota: Elaboración Propia

3.7.4.4. Creación De Usuarios PPPOE

Es el último paso de la configuración donde se crea un camino para la comunicación entre la ONU y el Mikrotik principal de la empresa, a este se le llama servidor PPPoE que sirve como autenticación de cada usuario que desee conectarse a esta red, o usuario que desee conectarse a servicio de internet, como se muestra en la figura 55.

Figura 55

Creación de Usuario PPPoE



Nota: Elaboración Propia

3.8. OPTIMIZACIÓN Y PRUEBAS DE RED FTTH/GPON

3.8.1. Pruebas De Red FTTH/GPON

Para realizar las pruebas correctas de la red FTTH/GPON, se despliega los mismos equipos a usar, pero a menor escala donde se realizó en el laboratorio, haciendo las pruebas y funcionamiento correcto de la red a implementar.

3.8.2. Prueba De Equipos OLT-MIKROTIK

Se realiza la conexión del Equipo Olt y el equipo Mikrotik, de tal manera que los usuarios registrados en la ONU tengan conexión al equipo Mikrotik, y también probar el ancho de banda asignada a cada cliente, para realizar la conexión del equipo Mikrotik y OLT se usa cable de red como se muestra en la figura 56.

Figura 56

Conexión de Equipo Mikrotik-OLT



Nota: Elaboración propia

3.8.3. Desarrollo De La Red De Distribución Primer Nivel

Para hacer la prueba de la red de primer nivel, se conecta con un pachtcord de fibra óptica a la OLT y enseguida a un splitter 1*8 de primer nivel, con el Equipo POWER METER se hace la medición de potencia. Teniendo en cuenta que la OLT manda una potencia de salida de +8 dB, y el splitter 1*8 tiene una atenuación de 9.7 dB como se muestra en la figura 57.

Figura 57

Prueba de Potencia Splitter De Primer Nivel



Nota: Elaboración Propia

3.8.4. Desarrollo de la red de distribución de segundo nivel

Para realizar la prueba de red de segundo nivel, paso a conectarse con un patchcord de fibra óptica desde la salida de la splitter 1*8 de primer nivel hacia el splitter 1*8 de segundo nivel, así como se muestra en la figura 58.

Figura 58

Prueba de Splitter De Segundo Nivel



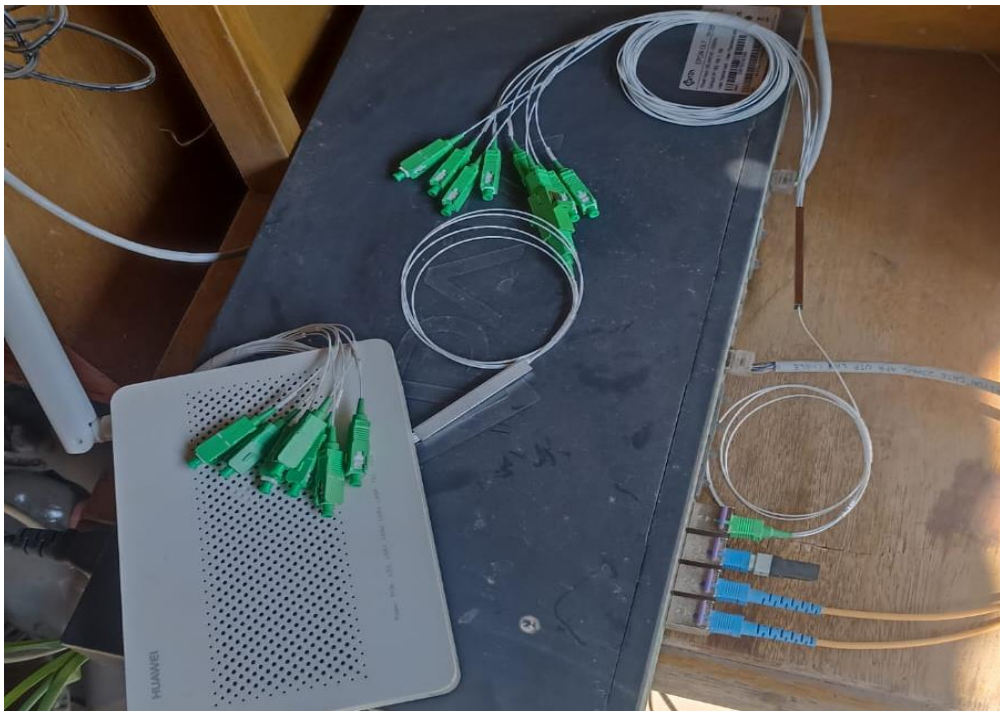
Nota: Elaboración Propia

3.8.5. Desarrollo De Red De Acceso

Para realizar las pruebas de la red ya construida se conecta un patchcord SC/APC desde la salida del splitter 1*16 y al otro extremo se realiza la conexión equipo ONU, en donde ya puede realizar las pruebas de acceso a internet y la cantidad de ancho de banda, como se muestra en la figura 59.

Figura 59

Prueba de Conexión de la ONU y la OLT



Nota: Elaboración Propia

3.8.6. Prueba De Comunicación y Acceso a Internet Equipo ONU, OLT Y MIKROTIK

Después de realizar todas las conexiones, incluyendo splitter de primer nivel y segundo nivel, al final el equipo ONU, se pasa a hacer la prueba de comunicación o conexión entre los equipos ONU, OLT y MIKROTIK, así como se muestra en la figura 60.

Figura 60

Prueba de Comunicación Entre equipo ONU, OLT y MIKROTIK



Nota: Elaboración Propia

Como se puede observar en la figura 60, hay comunicación entre los tres equipos ONU, OLT y MIKROTIK, el laboratorio que se realizó se dio como se planteó al inicio, en ese entender ya se puede empezar a realizar la implementación de red FTTH con Estándar GPON.

3.9. IMPLEMENTACIÓN DE LA RED

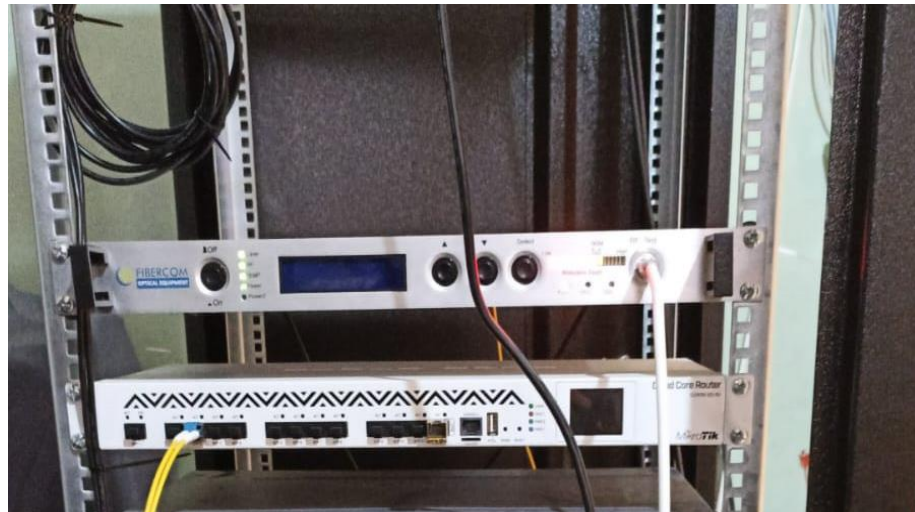
3.9.1. Planta Interna

3.9.1.1. Instalación De Equipo MIKROTIK

Después de a ver realizado el laboratorio correspondiente se empieza a la instalación de equipo Mikrotik ccr1016-12s-1s+ en el gabinete principal de la cabecera o DataCenter, como se muestra en la figura 61.

Figura 61

Instalación Del Equipo Mikrotik En El Gabinete



Nota: Elaboración Propia

3.9.1.2. Instalación De La OLT

Se procede la instalación de la OLT - ZTE con tecnología GPON de 16 puertos de salida, cada puerto de salida esta con su respectivo transceiver, que es el encargado de conectar OLT y el patchcord SC/UPC con una salida de +6dB, para hacer la conexión al equipo ODF, como se muestra en la figura 62.

Figura 62

Instalación de equipo OLT



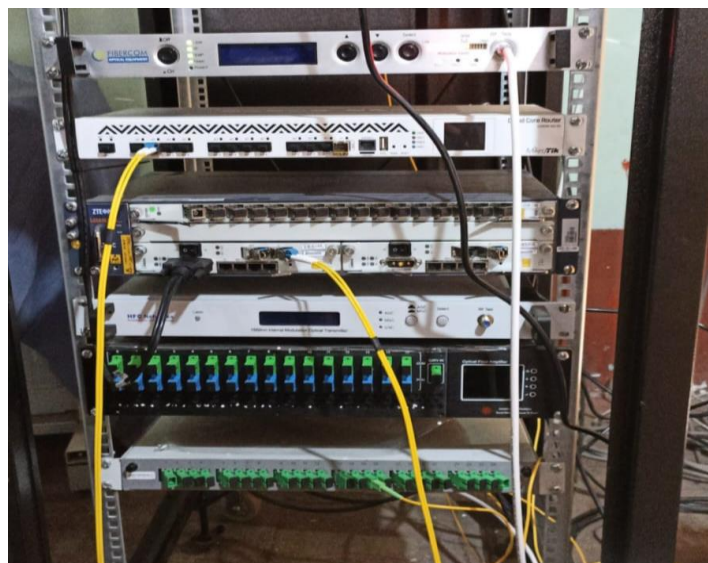
Nota: Elaboración propia

3.9.1.3. Instalación Del ODF

Posteriormente de la alimentación del OLT pasa a conectarse al equipo ODF, con pachtcord SC/SPC, para así mandar potencia de la OLT a red principal de fibra óptica, como se muestra en la figura 63.

Figura 63

Instalación del ODF



Nota: Elaboración propia

3.9.1.4. Fusión En El ODF Principal

Para iniciar con el tendido de fibra óptica se realiza 16 fusiones en el ODF principal. Así como se muestra en la figura 64.

Figura 64

Fusión en el ODF Principal



Nota: Elaboración Propia

3.9.2. Planta Externa

3.9.2.1. Equipo De Protección Personal (EPP)

Para dar el inicio de tendido de fibra óptica se recomienda usar los elementos de protección personal. En los trabajos de altura es obligatorio contar con equipos de protección, ya que pueden ocasionar accidente como: caídas, descargas eléctricas, etc. Por lo tanto es necesario contar en estos equipos.

- Casco Dieléctrico
- Cinturón de seguridad



- Guantes
- Calzados Dieléctricos
- Arnés

3.9.2.2. Herramientas De Trabajo Para El Tendido De Fibra Óptica

- **Maquina Bandy**

La máquina bandy es una herramienta que sirve para ajustar y cortar la cinta bandy en el poste.

- **Escalera Telescópica**

La escalera nos sirve para subir al poste y facilitarnos el trabajo que se va realizar en el poste.

- **Martillo**

El martillo nos sirve para asegurar o golpear la hebilla y así segura la ferretería en el poste.

3.9.2.3. Tendido De Fibra Óptica

El tendido de fibra óptica se da el inicio desde el gabinete (ODF) posteriormente a poste de luz eléctrica.

- **Instalación De Ferretería**

Se realiza la instalación de dos clevis en cada poste de ambos extremos. Para sujetar el clevis, se usa un fleje de cinta bandy con su respectivo seguro (hebilla), así como se muestra en la figura 65-66.

Figura 65

Instalación de ferretería en cada poste



Nota: Elaboración propia

Figura 66

Ajuste de los clevis con la maquina bandy



Nota: Elaboración Propia

- ***Instalación de Crucetas***

La instalación de la cruceta se realizó para dejar las reservas de fibra óptica y también para realizar uniones de fibra óptica (mufas-fusión), así como se muestra en la figura 67.

Figura 67

Instalación de las Crucetas



Nota: Elaboración Propia

- ***Tendido De Fibra Óptica***

El tendido de fibra óptica se optó en dos tipos de fibra óptica, fibra de 24 hilos y fibra de 8 hilos. La fibra de 24 hilos se optó para el despliegue de la red troncal o red principal, y la fibra de 8 hilos se optó para el despliegue de la red de distribución o red secundario como se muestra en la figura 68-69.

Figura 68

Fibra Óptica de 24 Hilos y 8 Hilos



Nota: Elaboración propia

Figura 69

Tendido De Fibra Óptica Red Troncal



Fuente: Elaboración Propia

- ***Preformado De Fibra Óptica En El Poste***

El ajuste de fibra óptica en cada poste se realiza enrollando con los preformados alrededor de la fibra óptica, así como se muestra en la figura 70.

Figura 70

Preformado de la Fibra Óptica en el Poste



Fuente: Elaboración Propia

- ***Instalación de reservas***

Las reservas se instalan cada 300 metros para tener soporte cuando pueda pasar alguna avería o ruptura de fibra óptica, la instalación se realiza en el poste de energía eléctrica así como se muestra en la figura 71-72.

Figura 71

Instalación de reserva de fibra óptica



Fuente: Elaboración Propia

Figura 72

Reserva Instalada



Fuente: Elaboración Propia

3.9.2.4. Instalación De Cajas NAP o Cajas De Distribución

- *Preparado de las Cajas NAP*

Para la instalación de las cajas NAP en los postes primero se realizó el preparado de las cajas NAP, donde consta de colocar los enfrentadores y los splitter 1*8 en la caja NAP como se muestran en la figura 73-74.

Figura 73

*Caja De Distribución 1*8 con sus respectivos Enfrentadores*



Nota: Elaboración Propia

Figura 74

*Caja De Distribución 1*8 Con su respectivo Splitter 1*8*



Fuente: Elaboracion Propia

- ***Instalación De Las Cajas De Distribución***

La instalación de las cajas de distribución se realizó en los postes de energía eléctrica sujetándolos con la cinta bandy, así como se muestra en a la figura 75-76.

Figura 75

Instalado De La Caja NAP



Nota: Elaboración Propia

Figura 76

Caja NAP Instalado En El Poste Eléctrico



Nota: Elaboración Propia

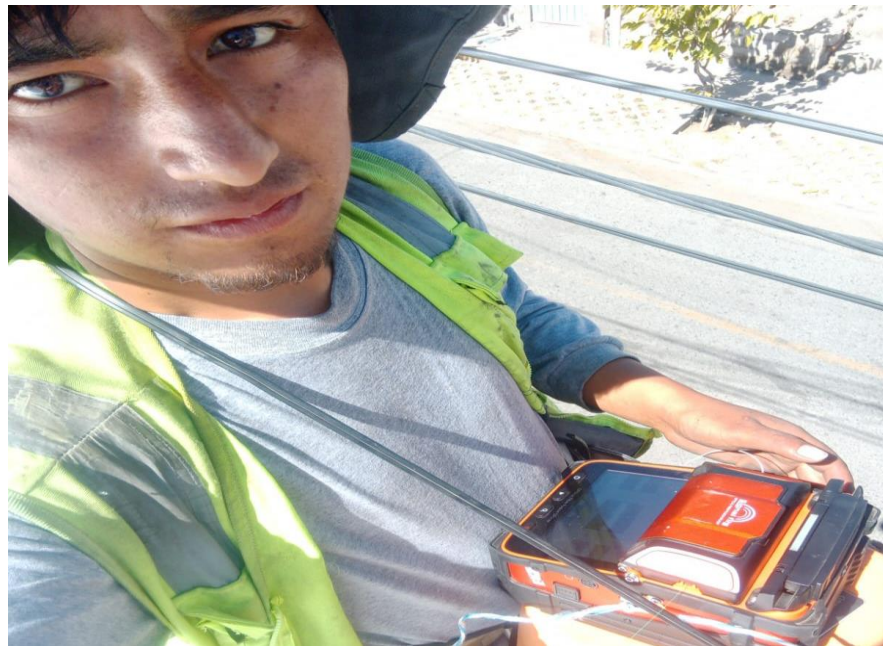
3.9.2.5. Fusiones o Empalmes De Fibra Óptica

- *Fusión En Las Cajas NAP*

En esta actividad se realizó las fusiones en las cajas NAP, para realizar las fusiones se usó la maquina “FUSIONADORA”. Las fusiones que se realizaron son, un extremo del spliter 1*8 y la fibra óptica de 8 hilos según el orden de colores de fibra óptica, el valor aceptable de las fusiones es de 0.01 dB de pérdida, así como se muestra en la figura 77-78.

Figura 77

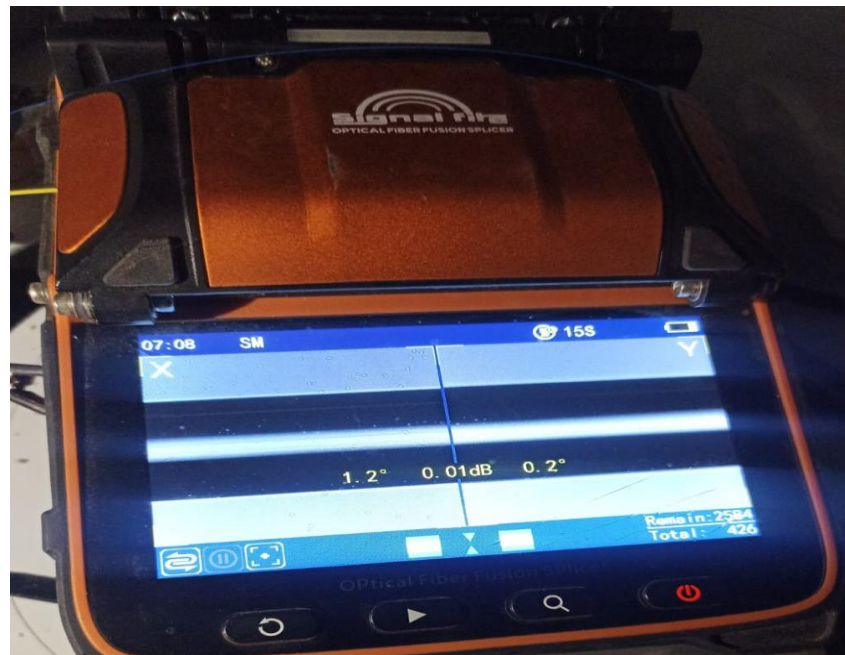
Realizando la Fusión En la Caja NAP



Nota: Elaboración Propia

Figura 78

Valor de la Fusión 0.01 dB



Nota: Elaboración Propia

- ***Fusión En Las Mufas***

En esta actividad realizaremos la fusión en las mufas de la red troncal y red de distribución en cada punto donde se encuentra las mufas de acuerdo a al diseño, así como se muestra en la figura 79-80-81-82.

Figura 79

Preparado De Las Mufas



Nota: Elaboración Propia

Figura 80

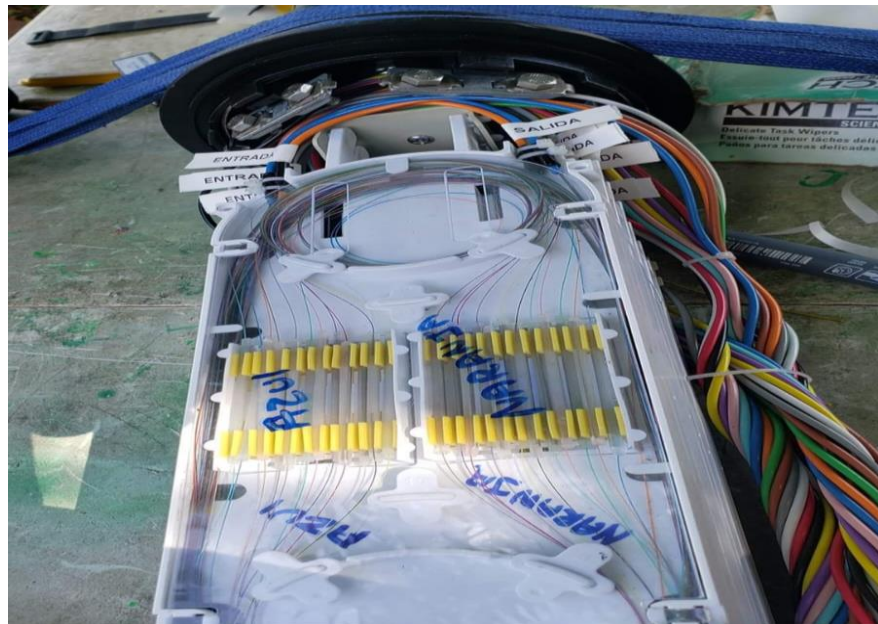
Realizando la fusión En las Mufas



Nota: Elaboración Propia

Figura 81

Guardado de las fusiones 24 hilos Red Troncal



Nota: Elaboración Propia

Figura 82

Mufa Instalada



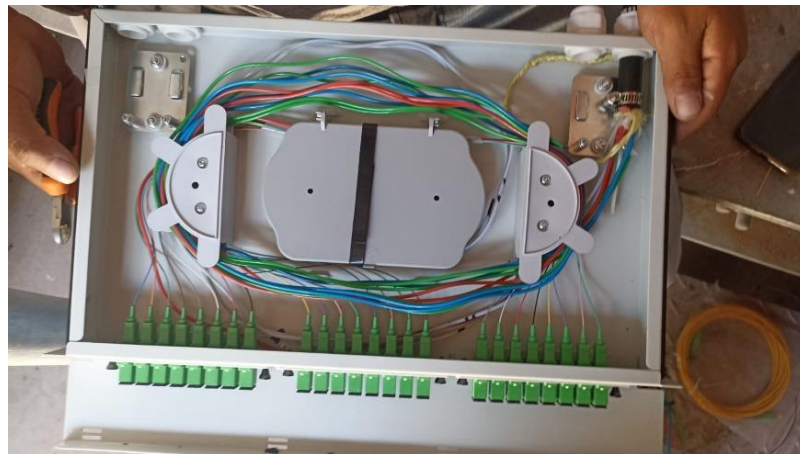
Nota: Elaboración Propia

3.9.2.6. Fusión En La Caja De Distribución Principal ODF

Para realizar todas las pruebas de Potencia, se realiza los Empalmes en la caja principal de distribución ODF, así poder dar señal o potencia a toda la red primaria y también red secundaria, como se muestra en la figura 83-84-85.

Figura 83

Preparado de la Fibra Óptica para iniciar los empalmes



Nota: Elaboración Propia

Figura 84

Realizando Las Fusiones De la fibra Óptica



Nota: Elaboración Propia

Figura 85

Valor de las Fusiones 0.01 dB



Nota: Elaboración Propia

En la figura 86, se muestra el diseño de código de colores de las Fusiones de fibra óptica en el ODF. También la distribución de la fibra Óptica a cada zona de las cajas NAP, como se puede mostrar en la figura tenemos 8 zonas habilitadas.

Figura 86

Código de Colores De Fibra Óptica que se Habilito en el ODF

| | | | | |
|----|----------|------------|---|------------|
| 1 | [Blue] | | I | Habilitado |
| 2 | [Orange] | | A | Habilitado |
| 3 | [Green] | Bafer | B | Habilitado |
| 4 | [Brown] | Zona Tupac | | |
| 5 | [Grey] | | | |
| 6 | [Grey] | | | |
| 7 | [Red] | | | |
| 8 | [Black] | | | |
| 9 | [Yellow] | Bafer | | |
| 10 | [Purple] | | | |
| 11 | [Grey] | | | |
| 12 | [Blue] | | | |
| 13 | [Orange] | | H | Habilitado |
| 14 | [Green] | | G | Habilitado |
| 15 | [Brown] | Bafer | E | Habilitado |
| 16 | [Brown] | Zona Simon | D | Habilitado |
| 17 | [Grey] | Bolivar | C | Habilitado |
| 18 | [Red] | | | |
| 19 | [Black] | | | |
| 20 | [Yellow] | | | |
| 21 | [Purple] | | | |
| 22 | [Orange] | Tv | | |
| 23 | [Grey] | | | |
| 24 | [Brown] | | | |

Nota: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRUEBA Y MEDICIÓN DE LA RED FTTH

Al terminar la implementación de la red FTTH se tiene que comprobar las mediciones de niveles potencia de la red implementada, para realizar las mediciones de niveles se usó el equipo electrónico POWER METER con señal activa; lo cual nos proporcionara el nivel de potencia de los dos niveles de Spliteo que se realizó (1*8, 1*8), nos mostrara un valor de potencia y perdida de potencia en cada una de las cajas NAP de la red implementada.

4.1.1. Medición De Potencia En Las Cajas NAP

Las mediciones se realizaron en cada punto de las cajas NAP donde se obtuvieron datos favorables como se propuso el inicio de la implementación, así como se muestran en la figura 87-88. Y también como se muestra en la tabla 5-6.

Figura 87

Medida de potencia -15.97



Nota: Elaboración Propia

Figura 88

Medida de potencia -16.96 dB



Nota: Elaboración Propia

Tabla 5

Resultado de potencia Zona A, B, C, D

| Cajas Nap Zona A | Potencia | | Cajas Nap Zona C | Potencia |
|-------------------------|-----------------|--|-------------------------|-----------------|
| A1 | 17.56 dBm | | C1 | 17.02 dBm |
| A2 | 16.96 dBm | | C2 | 18.23 dBm |
| A3 | 17.45 dBm | | C3 | 17.56 dBm |
| A4 | 17.56 dBm | | C4 | 18.01 dBm |
| A5 | 18.02 dBm | | C5 | 17.32 dBm |
| A6 | 16.58 dBm | | C6 | 16.01 dBm |
| A7 | 16.25 dBm | | C7 | 17.54 dBm |
| A8 | 17.21 dBm | | C8 | 17.58 dBm |
| Cajas Nap Zona B | | | Cajas Nap Zona D | Potencia |
| B1 | 16.45 dBm | | D1 | 16.94 dBm |
| B2 | 16.87 dBm | | D2 | 16.58 dBm |
| B3 | 17.01 dBm | | D3 | 17.24 dBm |
| B4 | 17.56 dBm | | D4 | 17.26 dBm |
| B5 | 16.36 dBm | | D5 | 18.04 dBm |
| B6 | 18.03 dBm | | D6 | 17.93 dBm |
| B7 | 17.26 dBm | | D7 | 17.38 dBm |
| B8 | 17.27 dBm | | D8 | 16.98 dBm |

Nota: Elaboración Propia

Tabla 6

Resultado de Potencia Zona E, F, G, H

| Cajas Nap Zona E | Potencia | | Cajas Nap Zona G | Potencia |
|------------------|-----------|--|------------------|-----------|
| E1 | 17.95 dBm | | G1 | 17.97 dBm |
| E2 | 18.05 dBm | | G2 | 17.56 dBm |
| E3 | 18.59 dBm | | G3 | 18.22 dBm |
| E4 | 19.02 dBm | | G4 | 17.65 dBm |
| E5 | 18.87 dBm | | G5 | 18.89 dBm |
| E6 | 18.24 dBm | | G6 | 17.54 dBm |
| E7 | 17.99 dBm | | G7 | 18.01 dBm |
| E8 | 17.94 dBm | | G8 | 18.58 dBm |
| Cajas Nap Zona F | Potencia | | Cajas Nap Zona H | Potencia |
| F1 | 19.22 dBm | | H1 | 18.02 dBm |
| F2 | 16.87 dBm | | H2 | 19.01 dBm |
| F3 | 18.98 dBm | | H3 | 18.56 dBm |
| F4 | 18.78 dBm | | H4 | 18.98 dBm |
| F5 | 17.59 dBm | | H5 | 17.99 dBm |
| F6 | 18.22 dBm | | H6 | 18.53 dBm |
| F7 | 18.95 dBm | | H7 | 18.96 dBm |
| F8 | 17.98 dBm | | H8 | 18.23 dBm |

Nota: Elaboración Propia

4.1.2. Resultado De Conexión y Acceso a Internet

Para realizar la prueba de acceso a internet mediante le red implementada se instaló a un primer cliente.

Para realizar la instalación se realiza con cable drop y realizar conectores mecánicos, el tendido de fibra drop va desde la caja NAP hasta la vivienda del cliente y conectar al equipo ONU.

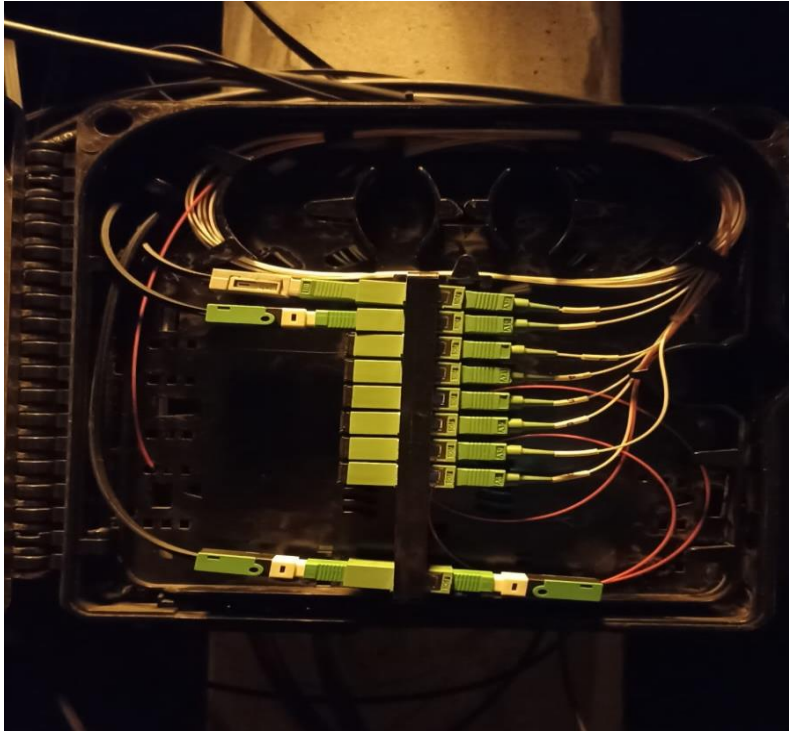
4.1.3. Preparado De Conector Mecánico

Para realizar el preparado de conector mecánico y la fibra óptica drop, se ha usado el kit de herramientas de fibra óptica: cortadora de fibra, peladora de fibra, guía de conector, etc. Así como se muestra en figura 89-90.

4.1.4. Se Realiza La Conexión Del Conector Mecánico Preparado a La Caja NAP

Figura 91

Conector Mecánico Conectado a la caja NAP



Nota: Elaboración Propia

4.1.5. Instalación Del Equipo ONU En El Cliente

Después de la conexión de conector mecánico a la caja NAP, se tiende la fibra hasta el hogar del cliente.

Como se muestra en la figura 92 se realiza la conexión al equipo ONU, para realizar la prueba de acceso a internet y probar que todo lo ejecutado de la implementación FTTH este en perfectas condiciones.

Figura 92

Conexión De Fibra Óptica al Equipo ONU



Nota: Elaboración Propia

Como se puede observar en figura 85, las luces verdes nos indican que todo está perfecto, y ya se puede iniciar a realizar las configuraciones correspondientes en el equipo ONU, para tener una comunicación con el equipo principal OLT, MIKROTIK.

4.1.6. Configuración De Equipo ONU

Primero se accede al equipo ONU con la IP que tiene cada equipo (192.168.2.1)

Ya estando dentro se va a la parte donde indica NETWORK o WAN.

Como se muestra en la figura 93, realiza la configuración de PPPoE y crear usuario y contraseña del cliente.

Figura 93

Configuración De PPPoE en el Equipo ONU

The screenshot shows the Mikrotik WinBox interface for configuring PPPoE on a PON WAN interface. The top navigation bar includes 'Status', 'LAN', 'WLAN', 'WAN', 'Services', 'Advance', 'Diagnostics', 'Admin', and 'Statistics'. The 'WAN' section is active, showing 'PON WAN' configuration. The 'PPP Settings' section is expanded, showing fields for Username (MegaCenterYandel), Password (masked), Type (Continuous), Idle Time (sec), Authentication Method (AUTO), AC-Name, and Service-Name. The 'Port Mapping' section shows checkboxes for LAN_1, LAN_2, LAN_3, LAN_4, WLAN, and WLAN-AP1 through WLAN-AP4. The 'Apply Changes' and 'Delete' buttons are visible at the bottom.

Nota: Elaboración Propia

Se tiene mucho en cuenta de realizar las configuraciones de acuerdo a lo que se ha configurado la OLT y el MIKROTIK, como se puede observar en la figura 86.

4.1.7. Configuración De Equipo OLT Para Activar El Equipo ONU

Para acceder al equipo OLT mediante TERMINAL de WINBOX se tiene que ingresar la IP (10.0.0.2) mediante el protocolo ordenador TELNET (Protocolo de Red de teletipo), los comandos “**system telnet address=10.0.0.2**”, así como se muestra en la figura 94.

Figura 94

TELNET – OLT

```
RouterOS WinBox
Exit
Windows
a second [tab] gives possible options
/
..
/command Use command at the base level
[admin@Contel Forted] > system telnet address=10.0.0.2
Connecting to 10.0.0.2
Connected to 10.0.0.2
*****
Welcome to ZXAN product C320 of ZTE Corporation
*****
Username:zte
Password:
ZXAN#
```

Nota: Elaboración Propia

Como se muestra en la figura 95. Son los comandos a digitar el en el equipo OLT para poder sincronizar OLT la ONU.

Figura 95

Comandos de OLT para activar Equipo ONU

```
Usuario del Router Mikrotik
admin
Contel

#####3
conectandose a la olt zte:

system telnet address=10.0.0.2

user:zte
password:zte

verficar si existe alguna onu para registrar

show gpon onu uncfg (VERIFICAR ONU CONECTADAS POR LA FIBRA)
show gpon onu state (VER ONUS CONECTADOS)

config t
interface gpon-olt_1/1/1
onu 1 type ZTE-F625 sn OEMT3C22D084
exit
config t
interface gpon-onu_1/1/1:1
name ROBERT_CUNO_MALAGA
tcont 1 profile FTTH
gempport 1 unicast tcont 1
switchport mode hybrid vport 1
service-port 1 vport 1 user-vlan 100 vlan 100
exit
pon-onu-mng gpon-onu_1/1/1:1
service HSI gempport 1 vlan 100
end
```

Nota: Elaboración Propia

4.1.8. Sincronización de Equipo ONU Y MIKROTIK

Ya configurado el equipo OLT nos dirigimos al equipo principal de toda la red “MIKROTIK”, ahí se crea el usuario PPPoE, creado por en el equipo ONU, se verifica la conexión, así como se muestra en la figura 96.

Figura 96

Usuario Conectado a MIKROTIK

The screenshot shows the Mikrotik WinBox interface. The top bar indicates 'Safe Mode' and 'Session: 190.119.104.242'. The left sidebar contains various configuration menus like 'Quick Set', 'Interfaces', 'Routing', etc. The main window is divided into two panes. The top pane shows a 'Log' window with a table of system messages. The bottom pane shows a table of active PPPoE server bindings.

| # | Time | Buffer | Topics | Message |
|-----|----------------------|--------|--------------------------|--|
| 466 | Nov/22/2023 16:56:44 | memory | pppoe, ppp, info | <pppoe-AgustinaCheca>: connected |
| 467 | Nov/22/2023 16:56:45 | memory | pppoe, ppp, info | <pppoe-RadioAlincapacc>: terminating... - peer is not responding |
| 468 | Nov/22/2023 16:56:45 | memory | pppoe, ppp, info, acc... | RadioAlincapacc logged out, 49295 8804374326 7233273456 90284... |
| 469 | Nov/22/2023 16:56:45 | memory | pppoe, ppp, info | <pppoe-RadioAlincapacc>: disconnected |
| 470 | Nov/22/2023 16:56:50 | memory | interface, info | <pppoe-AgustinaCheca> detect WAN |
| 471 | Nov/22/2023 16:56:53 | memory | pppoe, info | PPPoE connection established from A8:BF:3C:22:D0:9B |
| 472 | Nov/22/2023 16:56:53 | memory | pppoe, info | PPPoE connection from A8:BF:3C:22:D0:9B was already active - closin... |
| 473 | Nov/22/2023 16:56:53 | memory | pppoe, ppp, info | <pppoe-MercedesNavarro>: terminating... - disconnected |
| 474 | Nov/22/2023 16:56:53 | memory | pppoe, ppp, info, acc... | MercedesNavarro logged out, 74504 696847453 11294857705 37933... |
| 475 | Nov/22/2023 16:56:53 | memory | pppoe, ppp, info | <pppoe-MercedesNavarro>: disconnected |
| 476 | Nov/22/2023 16:56:56 | memory | interface, info | <pppoe-MercedesNavarro> detect UNKNOWN |
| 477 | Nov/22/2023 16:56:56 | memory | pppoe, ppp, info, acc... | MercedesNavarro logged in, 10.10.4.244 from A8:BF:3C:22:D0:9B |
| 478 | Nov/22/2023 16:56:56 | memory | pppoe, ppp, info | <pppoe-MercedesNavarro>: authenticated |
| 479 | Nov/22/2023 16:56:56 | memory | pppoe, ppp, info | <pppoe-MercedesNavarro>: connected |
| 480 | Nov/22/2023 16:57:02 | memory | interface, info | <pppoe-MercedesNavarro> detect WAN |

| DR | PPPoE Server Binding | 1480 | 4.3 mdps |
|----------------------------------|----------------------|------|------------|
| <> <pppoe-WilliamValeriano> | PPPoE Server Binding | 1480 | 2.9 kbps |
| <> <pppoe-UrielMollocondo> | PPPoE Server Binding | 1480 | 2.5 kbps |
| <> <pppoe-ReneAlvares> | PPPoE Server Binding | 1480 | 1024 bps |
| <> <pppoe-Parroquia> | PPPoE Server Binding | 1480 | 162.5 kbps |
| <> <pppoe-Multimarket> | PPPoE Server Binding | 1480 | 1024 bps |
| <> <pppoe-MinisterioAgricultura> | PPPoE Server Binding | 1480 | 36.7 kbps |
| <> <pppoe-MercedesNavarro> | PPPoE Server Binding | 1480 | 9.9 Mbps |
| <> <pppoe-MarlenCuno> | PPPoE Server Binding | 1480 | 1024 bps |
| <> <pppoe-KevinCano> | PPPoE Server Binding | 1480 | 63.7 kbps |
| <> <pppoe-GriselArequipa> | PPPoE Server Binding | 1480 | 12.1 Mbps |
| <> <pppoe-GrifoSanMiguel> | PPPoE Server Binding | 1480 | 94.8 kbps |

Nota: Elaboración Propia

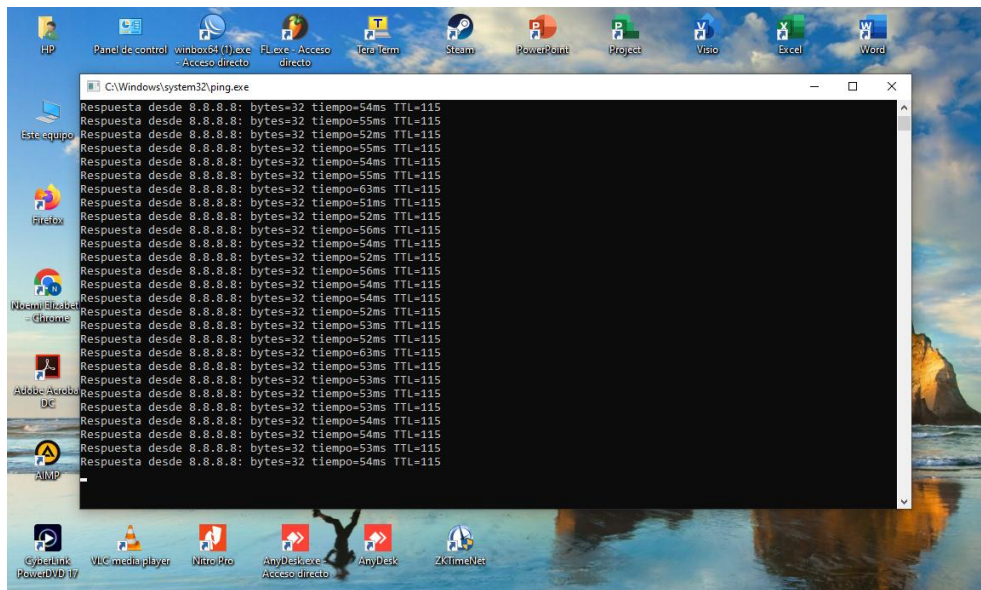
4.1.9. Prueba De Ancho De Banda o Acceso a Internet

Para realizar la prueba de ancho de banda se debe conectar a la red local del cliente, ya sea por wifi o cable de red.

Como se muestra en la figura 97-98-99. Son los resultados satisfechos del primer cliente conectado a la red implementada.

Figura 97

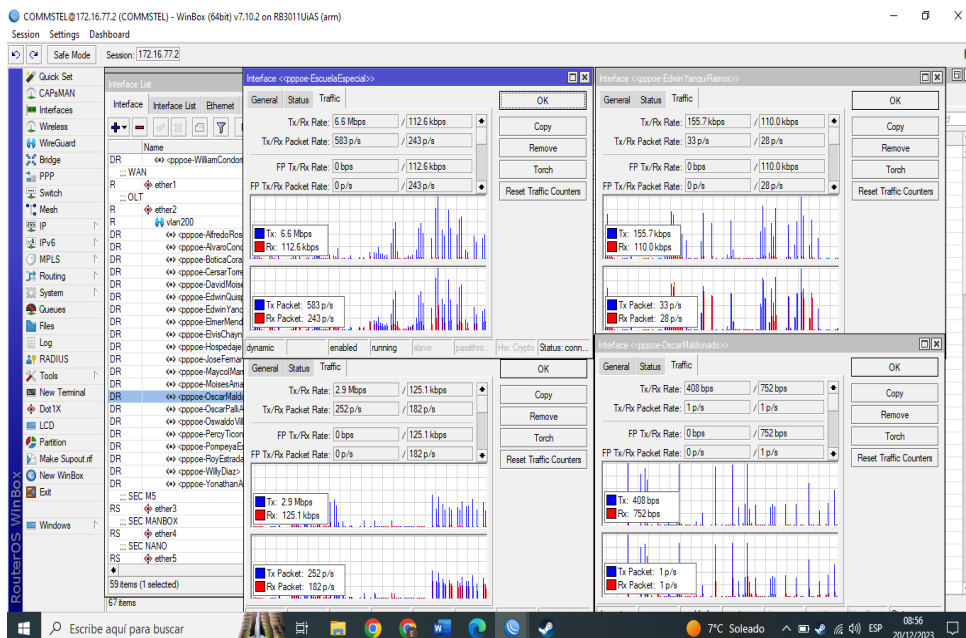
Prueba de Conexión a GOOGLE



Nota: Elaboración Propia

Figura 98

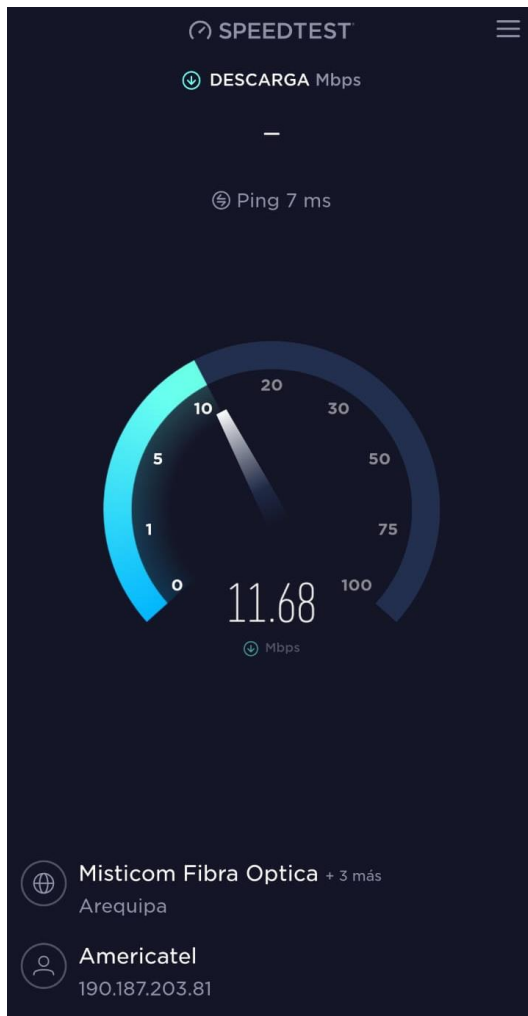
Trafico de Usuarios PPPoE



Nota: Elaboración Propia

Figura 99

Prueba de Velocidad de Internet – SPEEDTEST



Nota: elaboración Propia

Con las pruebas realizadas, el cliente quedo satisfecho hasta la actualidad no tiene inconvenientes con servicio de internet brindado.

4.2. DISCUSIÓN

Con respecto al diseño e implementación de la red FTTH/GPON se demostró que la calidad de conexión de acceso a internet mejoro demasiado asi como: el ancho de banda, velocidad, capacidad y seguridad de la conexión a internet.

Hasta la fecha actual ya se logró conectar más de 20 clientes, quedando los clientes satisfecho con la calidad de servicio que brinda la empresa CONTEL FORTED asi como se muestra en la figura 100.

Figura 100

Mas de 20 Clientes Conectados

| Interface | Interface List | Ethernet | EsIP Tunnel | IP Tunnel | GRE Tunnel | VLAN | VXLAN | VRRP | VEHT | MACsec | Bonding | LTE |
|-----------|-------------------------------------|----------------------|-------------|-----------|------------|------|-------|------|------|--------|---------|-----|
| DR | <<> <pppoe-TomasGuspe@> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-UbaldoVilca> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-Vidalove@> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-WilliamCondori@> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| ... | WAN ether1 | Ethernet | | | | | | | | | | |
| ... | OLT ether2 | Ethernet | | | | | | | | | | |
| R | vlan200 | VLAN | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-AfredoRosello> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-AvaroCondoriCondori> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-BolcalCorazon> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-CesarTomeRosello@> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-DavidMoisesRamosChambi> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-EdwinYanquiRamos> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-ElmerMendoza> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-ElvisChayna@> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-HospedajeFununaPacha> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-JoseFernandoCondoriSoto> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-MaycolMamaniCalizaya> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-MosesAmanqui@> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-OscarMaldonado> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-OscarPalliAyamamani> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-OswaldoVillanueva> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-PericyTicona> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-RomayEscalanteTerrazas> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-ReynaldoMachacaYto> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-RonaldinhoMamaniMamani> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-RoyEstradaGuspe> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-WillyDiaz> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-YamirCondoriGuspe> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| DR | <<> <pppoe-YonathanAlmonteChambi> | PPPoE Server Binding | | | | | | | | | | |
| RS | SEC M5 ether3 | Ethernet | | | | | | | | | | |

Nota: Elaboración Propia

Con toda la investigación que se realizó se puede decir que la red FTTH/GPON es recomendable para la transmisión de datos de corto o largo alcance. Recomendable para las empresas y también para los usuarios de las empresas.



V. CONCLUSIONES

- Se logro realizar el diseño de la red, recabando toda la información con el apoyo de los libros, tesis, revistas, etc. Dichas informaciones nos proporcionaron el levantamiento del plano de los postes eléctricos, para poder llevar el trayecto del tendido de la fibra óptica, y poder colocar la ubicación de las cajas NAPs, de igual modo nos proporcionaron información para poder sacar el cálculo de valor óptico de cada PON establecido en el diseño, realizado el cálculo de valor óptico se obtuvieron los siguientes valores entre -15dBm a -20dBm, valores que están establecidos en estándar Gpon. Ya obtenido toda la información se procedió a pasarlo a un plano catastral CAD.
- Se desarrollo la implementación de la red FTTH/GPON, empezando desde Planta Interna que inicia desde el Cabecera FTTH principal, seguido planta Externa. En la cabecera FTTH principal se realizó la configuración de los equipos routers Mikrotik, Olt, y equipos ONU. En planta externa se realizó el tendido de fibra optica, instalación de cajas NAP, Mufas y las fusiones de fibra optica.
- En el equipo routers Mikrotik se creó diferentes perfiles de PPPoE, VLAN, USER y IP POOL, entre otras configuraciones de enlace entre OLT, ONU y el equipo router Mikrotik, para que tengan conectividad entre sí, para ello se realizó pruebas como el hacerle el ping a la IP de cada equipo y también hacerle test de velocidad.
- En la implementación de la planta externa, se tendió fibra Óptica de 24 hilos para la red trocal o red principal, para la red secundaria se tendió fibra óptica de 8 hilos, también se colocó las cajas NAP, MUFAS y Fusiones siguiendo el plano CAD diseñado.
- Se realizó las pruebas de validación de la red implementada como: prueba de potencia en cada puerto de las cajas NAP, dicha medición se realizó con el equipo



POWER METER. En la prueba final se realizó en el equipo ONU, creando un perfil en el routers mikrotik y también en el equipo ONU, la conexión entre ambos equipos salió exitoso y se pudo obtener acceso a internet en dicho ONU.



VI. RECOMENDACIÓN

- Se recomienda seguir los pasos e indicaciones tal como indica el diseño, para realizar una buena implementación de la Red, y no tener inconvenientes al momento de implementar la red FTTH.
- A mediano y corto plazo se recomienda migrar a todos los clientes que aún no cuentan con internet por fibra óptica, ya que la empresa cuenta con infraestructura FTTH/Gpon toda la zona del Distrito de Macusani. También se recomienda implementar la señal CATV así ofrecer servicios de Telecable e Internet, **y** ofrecer servicios empresariales, servicios de cámaras de seguridad, entre otro, por medio de la red FTTH.
- A largo plazo se recomienda continuar con la ampliación de la red FTTH a zonas aledañas, para así poder contar con mayor cobertura en beneficios de la empresa, ya que cuenta con servicio de internet dedicado.
- Se recomienda adquirir más equipos de mediciones ópticas, como el equipo OTDR (refractómetro óptico en el dominio del tiempo), microscopio óptico, para poder solucionar cualquier tipo de averías que se puedan presentar más adelante.
- Realizar capacitaciones constantes al personal técnicos que realicen las instalaciones de internet, soporte técnico entre otros, para así ellos poder indicar al usuario que pasos deben seguir y solucionar el problema.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Argüello Olmedo, P. E. (2016). *Diseño e Implementación De La Red FTTH En La Mitad Del Mundo*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13076>
- Arianna Veronica Pardo Rios, B. D. (2020). *Diseñar e implementar una red GPON y Arquitectura FTTH aplicando los estándares ANSI/TIA/EIA-568-B.3 y TIA 598-A*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5360>
- Boquera, M. C. (2005). *Comunicaciones Opticas*. Obtenido de Libros Edicion Diaz De Santos. S.A. Madrid/España:
<https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479786854.pdf>
- Cajas Nap para FTTH*. (30 de 10 de 2018). Obtenido de <https://www.fibraopticahoy.com/blog/cajas-nap-para-ftth/>
- Claudia Milena Serpa, N. D. (2011). *Guia Para El Diseño, Analisis e Instalacion De Redes De Fibra Optica*. Medellin: 1era Edicion. Obtenido de Libros Textos Academicos:
<https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/1775/Gu%C3%ADa%20para%20el%20dise%C3%B1o...Fibra%20optica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Conocimientos basicos del distribuidor de fibra optica*. (13 de 07 de 2021). Obtenido de <https://community.fs.com/es/blog/basic-of-optical-distribution-frame-odf.html>
- Edif. Professional Center, O. 5. (2023). *Capitulo 1.3 Que es ROUTERBOARD*. Obtenido de <https://abcxperts.com/docs/capitulo-1-3-que-es-routerboard/>
- En Que Consiste Una Red HFC*. (s.f.). Obtenido de <https://nagarnica8.wixsite.com/misitio/encontrar-talentos>
- Equipo editorial, E. D. (19 de 12 de 2023). *ADSL*. Obtenido de ADSL:
<https://concepto.de/adsl/>
- Forero, F. (03 de 2015). *HFC Red Troncal*. Obtenido de <https://hfcfredy.blogspot.com/p/red-troncal.html>



- Gimenez, J. C. (2017). *Acceso De Red Fija ADSL*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/10424400/>
- Huaranca, F. K. (2021). *Sistema De Red FTTH Utilizando La Tecnologia GPON*. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6751>
- Irving. (28 de 05 de 2021). *Epon vs Gpon*. Obtenido de <https://community.fs.com/es/article/comparison-of-epon-and-gpon.html>
- Parra, J. Y. (2015). *Ingenieria De Las Telecomunicaciones*.
- Parra, J. Y. (2015). *Redes Banda Ancha*. Obtenido de <https://jjorgepresigaingtelcomcolaborativo2.weebly.com/contenido.html>
- Quezada Alegria, H. E. (2021). *Diseño De Una Red FTTH Mediante El Estandar Gpon Para Mejora De La Calidad De Servicio De Internet En Los Hogares Del Distrito De Chorrillos*. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/6605>
- Quisnancela, E., & Espinosa, N. (2016). *Certificación de redes GPON, normativa ITU G.984.x. SCIELO*. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422016000400016&lang=es
- Ramírez Zapata, S. A. (2019). *Diseño De Una Red De FTTH Para El Acceso De Banda Ancha En El Condominio Galilea Usando Tecnologia GPON*. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1962>
- Redes FTTH*. (08 de 11 de 2022). Obtenido de <https://bandalibre.es/diferentes-tipos-de-redes-ftth/>
- Zouhira Abdellaoui, Y. D. (2021). *Diseño, implementación y evaluación de una red de acceso de Fibra Hasta el Hogar (FTTH) basada en una Red Óptica Giga Pasiva GPON*. ScienceDirect. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590005621000060>



ANEXOS

ANEXO 1

Comandos para Activar Clientes en OLT ZTE

IP 10.11.0.2

conectándose a la olt zte:

system telnet address=10.0.0.2

user:

password:

Para verificar si existe alguna onu para registrar

show gpon onu uncfg

#####Para ver estado de ONU

show gpon onu state

#####Para ver detalles de la ONU.

show gpon onu detail-info gpon-onu_1/13/13:15

Activar equipo ONU

config t

interface gpon-olt_1/1/1

onu 1 type ZTE-F625 sn OEMT3C22D084

exit

config t

interface gpon-onu_1/1/1:1

name ROBERT_CUNO_MALAGA

tcont 1 profile FTTH

gemport 1 unicast tcont 1



```
switchport mode hybrid vport 1  
  
service-port 1 vport 1 user-vlan 100 vlan 100  
  
exit  
  
pon-onu-mng gpon-onu_1/1/1:1  
  
service HSI gempport 1 vlan 100  
  
end  
  
##### Para guardar configuración  
  
write  
  
##### Para eliminar una onu  
  
config t  
  
interface gpon-olt_1/1/1  
  
no onu 3  
  
end
```

ANEXO 2

Usuarios Conectados a la Red Implementada

Tabla 7

Usuarios Conectados

| | Usuarios | Plan MB |
|----------|------------------------|----------------|
| 1 | Alfredo Rosello | 10M |
| 2 | Álvaro Condori | 10M |
| 3 | Botica Sagrado corazón | 20M |
| 4 | Cesar Torres Rosello | 20M |
| 5 | David Moisés Chambi | 15M |
| 6 | Edwin Quispe | 10M |



| | | |
|-----------|-----------------------|-----|
| 7 | Edwin Yanqui | 15M |
| 8 | Elmer Mendoza | 15M |
| 9 | Hospedaje Pununa | 15M |
| 10 | José Fernando Condori | 10M |
| 11 | Maycol Mamani | 15M |
| 12 | Moisés Amanqui | 15M |
| 13 | Oscar Maldonado | 10M |
| 14 | Oscar Palli | 15M |
| 15 | Oswaldo Villanueva | 15M |
| 16 | Percy Ticona | 10M |
| 17 | Pompeya Escalante | 15M |
| 18 | Reynaldo Machaca | 10M |
| 19 | Ronaldinho Mamani | 10M |
| 20 | Roy Estrada | 15M |
| 21 | Willy Diaz | 10M |
| 22 | Yammir Condori | 15M |
| 23 | Yonathan Almonte | 15M |
| 24 | Adrián Chura | 15M |

Nota: Elaboración Propia



ANEXO 3

Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo ELVIS VIDAL QUISPE PALLI, identificado con DNI 70810853 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, **Programa de Segunda Especialidad**, **Programa de Maestría o Doctorado**

informo que he elaborado el/la **Tesis** o **Trabajo de Investigación** denominada:

“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED FTTH/GPON PARA MEJORAR EL ACCESO A INTERNET DE BANDA ANCHA, PARA LOS CLIENTES DE LA EMPRESA CONTEL FORTED DEL DISTRITO DE MACUSANI 2022”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 21 de mayo del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 4

Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo ELVIS VIDAL QUISPE PALLI, identificado con DNI 70810853 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, **Programa de Segunda Especialidad**, **Programa de Maestría o Doctorado**

informo que he elaborado el/la **Tesis** o **Trabajo de Investigación** denominada:

“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA RED FTTH/GPON PARA MEJORAR EL ACCESO A INTERNET DE BANDA ANCHA, PARA LOS CLIENTES DE LA EMPRESA CONTEL FORTED DEL DISTRITO DE MACUSANI 2022”

para la obtención de **Grado**, **Título Profesional** o **Segunda Especialidad**.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.


En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 21 de mayo del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella