

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS GEOLOGÍA Y CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**



**TESIS:**

**Red de fibra óptica a domicilio para el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray,  
Huamanga, 2023**

**Para optar el título profesional de:  
INGENIERO DE SISTEMAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Elmer GARCIA ALLCCA HUAMAN**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. Manuel Avelino LAGOS BARZOLA**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2024**

### **Dedicatoria**

Dedico a mis queridos padres, hermanos, mi hijo y a mi pareja; por ser ellos mis motivadores y mis motores, para hacer la realidad el presente trabajo de investigación.

## **Agradecimiento**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por ser mi alma máter y a los docentes que impartieron sus enseñanzas y sus sabidurías, en los salones.

A mi asesor por el apoyo, comprensión e insistencia para lograr terminar mi trabajo de investigación.

A mi querida familia, por el apoyo y motivación para hacer realidad mi trabajo.

A la empresa Plasmatronics Corporations S.A.C, por la oportunidad y confianza que dieron en mi capacidad y así poder ampliar mis conocimientos.

## Resumen

El presente trabajo consiste en el diseño y la implementación de una red de fibra óptica a hogar más conocido en mundo de redes, como Fiber to the Home cuya sigla FTTH, utilizando el estándar Red Óptica Pasiva Gigabit más conocido por su sigla como GPON; para brindar servicio de internet a los abonados del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray; en el distrito mencionado se observa actualmente proveedores de servicios de internet (ISP) con fibra óptica y radioenlaces, prestando un servicio con intermitencias, lentitud constante, con ancho de banda muy limitado. El objetivo de la presente investigación es diseñar e implementar la red de fibra hasta el hogar.

Para la implementación de la arquitectura de la red usaremos la topología de árbol y anillo, aplicando la metodología de Cisco PPDIOO la cual cuenta con 6 fases: preparación, planeación, diseño, implementación, operación y optimización. En el capítulo de Resultados describiremos las configuraciones del Mikrotik Cloud Core Router 1036, OLT ZTE C320, ONU; también explicaremos el sistema de administración de usuarios (Wishub) y el sistema de administración de los ONUs (AdminOLT) en la nube.

El proyecto se diseñó y se implementó para empresa Comunicaciones Uno E.I.R.L teniendo como cabecera central en el sector de Santa Elena y se desplegó la red por todas las calles y cuadras aledañas; desde donde a futuro expandirá a todo el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y la provincia de Huamanga.

**Palabras clave:** Fibra óptica hasta el hogar (FTTH), Red Óptica Pasiva Gigabit (GPON), Proveedor de servicio de internet (ISP), Cloud Core Router (CCR), Terminal línea óptico (OLT), Unidad de fibra óptica (ONU), Abonados, banda ancha.



## **Abstract**

The present work consists of the design and implementation of a fiber optic network to the home, better known in the world of networks, such as Fiber to the Home, whose acronym FTTH, using the Gigabit Passive Optical Network standard, better known by its acronym as GPON; to provide internet service to subscribers of the Andrés Avelino Cáceres Dorregaray district; In the aforementioned district, internet service providers (ISP) with fiber optics and radio links are currently observed, providing a service with intermittent, constant slowness, with very limited bandwidth; Seeing the current situation such as demand and population growth, it was decided to carry out this project.

For the implementation of the network architecture we will use the tree and ring topology, applying the Cisco PPDIIO methodology which has 6 phases: preparation, planning, design, implementation, operation and optimization. In the Results chapter we will describe the configurations of the Mikrotik Cloud Core Router 1036, OLT ZTE C320, ONU; We will also explain the user management system (Wishub) and the ONU management system (AdminOLT) in the cloud.

The project was designed and implemented for the company Comunicaciones Uno E.I.R.L, with the Santa Elena sector as its central hub and the network was deployed throughout all the surrounding streets and blocks; from where in the future it will expand to the entire district of Andrés Avelino Cáceres Dorregaray and the province of Huamanga.

Keywords: Fiber to the Home (FTTH), Gigabit Passive Optical Network (GPON), Internet Service Provider (ISP), Cloud Core Router (CCR), Optical Line Terminal (OLT), Fiber Optic Unit (ONU), Subscribers, broadband.

## INDICE

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Dedicatoria .....     | ii   |
| Agradecimiento .....  | iii  |
| Resumen .....         | iv   |
| Abstract .....        | v    |
| Lista de Tablas ..... | x    |
| Lista de Figuras..... | xi   |
| Introducción .....    | xiii |

## CAPITULO I

### Planteamiento del problema

|        |                                                       |    |
|--------|-------------------------------------------------------|----|
| 1.1.   | Diagnóstico y enunciado del problema .....            | 14 |
| 1.2.   | Formulación del problema .....                        | 17 |
| 1.2.1. | Problema General .....                                | 17 |
| 1.2.2. | Problemas específicos.....                            | 17 |
| 1.3.   | Objetivos de la investigación .....                   | 18 |
| 1.3.1. | Objetivo general .....                                | 18 |
| 1.3.2. | Objetivos específicos .....                           | 18 |
| 1.4.   | Hipótesis de investigación .....                      | 18 |
| 1.5.   | Justificación y delimitación de la investigación..... | 18 |
| 1.5.1. | Importancia del tema .....                            | 18 |
| 1.5.2. | Justificación de la investigación .....               | 19 |
| 1.5.3. | Plan del proyecto .....                               | 19 |
| 1.5.4. | Delimitación de la investigación.....                 | 19 |

## CAPITULO II

### Marco teórico

|      |                                        |    |
|------|----------------------------------------|----|
| 2.1. | Antecedentes de la investigación ..... | 20 |
|------|----------------------------------------|----|

|          |                                                                        |    |
|----------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.1.   | Antecedentes nacionales .....                                          | 20 |
| 2.1.2.   | Antecedentes internacionales .....                                     | 21 |
| 2.2.     | Marco teórico .....                                                    | 22 |
| 2.2.1.   | Tecnologías PON (Passive Optical Network) .....                        | 22 |
| 2.2.2.   | Tipos de tecnología de redes PON .....                                 | 22 |
| 2.2.3.   | Arquitectura de red GPON .....                                         | 24 |
| 2.2.4.   | Componentes de Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (GPON) ..... | 25 |
| 2.2.5.   | Tecnología FFTX .....                                                  | 27 |
| 2.2.6.   | Fibra óptica.....                                                      | 27 |
| 2.2.7.   | Metodología de Cisco PPDIOO .....                                      | 29 |
| 2.2.7.1. | Preparar .....                                                         | 31 |
| 2.2.7.2. | Planear.....                                                           | 31 |
| 2.2.7.3. | Diseñar .....                                                          | 32 |
| 2.2.7.4. | Implementar.....                                                       | 32 |
| 2.2.7.5. | Operar .....                                                           | 33 |
| 2.2.7.6. | Optimizar .....                                                        | 33 |

## CAPITULO III

### Metodología de Investigación

|       |                                                       |    |
|-------|-------------------------------------------------------|----|
| 3.1   | Diseño metodológico.....                              | 35 |
| 3.1.1 | Tipo de investigación .....                           | 35 |
| 3.1.2 | Nivel de investigación .....                          | 35 |
| 3.1.3 | Diseño de investigación .....                         | 36 |
| 3.2   | Población y muestra .....                             | 36 |
| 3.3   | Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 36 |
| 3.4   | Variables e indicadores.....                          | 36 |
| 3.4.1 | Definición conceptual de las variables.....           | 36 |
| 3.4.2 | Definición operacional de las variables .....         | 37 |

|     |                                                               |    |
|-----|---------------------------------------------------------------|----|
| 3.5 | Herramientas para el tratamiento de datos e información ..... | 38 |
|-----|---------------------------------------------------------------|----|

## CAPITULO IV

### Resultados

|          |                                                                                |    |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.     | Resultados.....                                                                | 39 |
| 4.1.1.   | Fase preparación .....                                                         | 39 |
| 4.1.1.1. | <i>Establecer los requisitos organizacionales de negocio.</i> .....            | 39 |
| 4.1.1.2. | <i>Desarrollar una estrategia de red</i> .....                                 | 42 |
| 4.1.1.3. | <i>Proponer una arquitectura conceptual de alto nivel</i> .....                | 43 |
| 4.1.1.4. | <i>Identificar tecnologías que puedan soportar mejor la arquitectura</i> ..... | 44 |
| 4.1.1.5. | <i>La justificación financiera de la estrategia de la red.</i> .....           | 51 |
| 4.1.2.   | Fase planeación .....                                                          | 58 |
| 4.1.2.1. | <i>Identificar los requisitos de la red.</i> .....                             | 58 |
| 4.1.2.2. | <i>Evaluar los sectores donde se instalará la red</i> .....                    | 60 |
| 4.1.2.3. | <i>Analizar las brechas</i> .....                                              | 62 |
| 4.1.2.4. | <i>Plan de proyecto</i> .....                                                  | 62 |
| 4.1.3.   | Fase diseño.....                                                               | 64 |
| 4.1.3.1. | <i>Diseño físico de la red</i> .....                                           | 64 |
| 4.1.3.2. | <i>Diseño lógico de la red.</i> .....                                          | 67 |
| 4.1.3.3. | <i>Especificación del diseño de la red</i> .....                               | 67 |
| 4.1.4.   | Fase implementación.....                                                       | 70 |
| 4.1.4.1. | <i>Instalación de equipos en la cabecera.</i> .....                            | 70 |
| 4.1.4.2. | <i>Instalación de la red en planta externa.</i> .....                          | 73 |
| 4.1.5.   | Fase operar .....                                                              | 92 |
| 4.1.5.1. | <i>Validar las fusiones de la fibra óptica.</i> .....                          | 92 |
| 4.1.5.2. | <i>Detectar fallas y corrección.</i> .....                                     | 95 |
| 4.1.5.3. | <i>Monitoreo del rendimiento de la red.</i> .....                              | 95 |
| 4.1.1.   | Fase optimización .....                                                        | 96 |

## **CAPITULO V**

### **Conclusiones y recomendaciones**

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>5.1. Conclusiones .....</b>    | <b>97</b> |
| <b>5.2. Recomendaciones .....</b> | <b>98</b> |
| <b>Bibliografía.....</b>          | <b>99</b> |

## **ANEXOS**

|                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Anexo A: Matriz de operacionalización de variables .....</b> | <b>102</b> |
| <b>Anexo B: Guía de entrevista .....</b>                        | <b>104</b> |
| <b>Anexo C: Ficha de análisis documental.....</b>               | <b>106</b> |
| <b>Anexo D: Ficha de observación.....</b>                       | <b>108</b> |

## Lista de Tablas

|                |    |
|----------------|----|
| TABLA 1 .....  | 19 |
| TABLA 2 .....  | 38 |
| TABLA 3 .....  | 41 |
| TABLA 4 .....  | 42 |
| TABLA 5 .....  | 45 |
| TABLA 6 .....  | 47 |
| TABLA 7 .....  | 51 |
| TABLA 8 .....  | 51 |
| TABLA 9 .....  | 52 |
| TABLA 10 ..... | 52 |
| TABLA 11 ..... | 53 |
| TABLA 12 ..... | 53 |
| TABLA 13 ..... | 54 |
| TABLA 14 ..... | 54 |
| TABLA 15 ..... | 54 |
| TABLA 16 ..... | 55 |
| TABLA 17 ..... | 55 |
| TABLA 18 ..... | 56 |
| TABLA 19 ..... | 56 |
| TABLA 20 ..... | 57 |
| TABLA 21 ..... | 57 |
| TABLA 22 ..... | 59 |
| TABLA 23 ..... | 63 |

## Lista de Figuras

|                |    |
|----------------|----|
| FIGURA 1.....  | 15 |
| FIGURA 2.....  | 15 |
| FIGURA 3.....  | 16 |
| FIGURA 4.....  | 16 |
| FIGURA 5.....  | 25 |
| FIGURA 6.....  | 28 |
| FIGURA 7.....  | 29 |
| FIGURA 8.....  | 30 |
| FIGURA 9.....  | 43 |
| FIGURA 10..... | 44 |
| FIGURA 11..... | 46 |
| FIGURA 12..... | 48 |
| FIGURA 13..... | 48 |
| FIGURA 14..... | 49 |
| FIGURA 15..... | 50 |
| FIGURA 16..... | 50 |
| FIGURA 17..... | 58 |
| FIGURA 18..... | 60 |
| FIGURA 19..... | 61 |
| FIGURA 20..... | 61 |
| FIGURA 21..... | 64 |
| FIGURA 22..... | 65 |
| FIGURA 23..... | 66 |
| FIGURA 24..... | 67 |
| FIGURA 25..... | 68 |
| FIGURA 26..... | 69 |
| FIGURA 27..... | 69 |
| FIGURA 28..... | 70 |
| FIGURA 29..... | 71 |
| FIGURA 30..... | 71 |
| FIGURA 31..... | 72 |
| FIGURA 32..... | 72 |
| FIGURA 33..... | 73 |
| FIGURA 34..... | 74 |
| FIGURA 35..... | 74 |
| FIGURA 36..... | 75 |
| FIGURA 37..... | 75 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| FIGURA 38.....        | 76 |
| FIGURA 39.....        | 76 |
| FIGURA 40.....        | 77 |
| FIGURA 41.....        | 78 |
| FIGURA 42.....        | 78 |
| FIGURA 43.....        | 79 |
| FIGURA 44.....        | 79 |
| FIGURA 45.....        | 80 |
| FIGURA 46.....        | 80 |
| FIGURA 47.....        | 81 |
| FIGURA 48.....        | 81 |
| FIGURA 49.....        | 82 |
| FIGURA 50.....        | 82 |
| FIGURA 51.....        | 83 |
| FIGURA 52.....        | 84 |
| <i>FIGURA 53.....</i> | 84 |
| FIGURA 54.....        | 85 |
| FIGURA 55.....        | 85 |
| FIGURA 56.....        | 86 |
| FIGURA 57.....        | 87 |
| FIGURA 58.....        | 88 |
| FIGURA 59.....        | 88 |
| FIGURA 60.....        | 89 |
| FIGURA 61.....        | 90 |
| FIGURA 62.....        | 90 |
| FIGURA 63.....        | 91 |
| FIGURA 64.....        | 91 |
| FIGURA 65.....        | 92 |
| FIGURA 66.....        | 93 |
| FIGURA 67.....        | 93 |
| FIGURA 68.....        | 94 |
| FIGURA 69.....        | 94 |
| FIGURA 70.....        | 95 |
| FIGURA 71.....        | 95 |
| FIGURA 72.....        | 96 |



## **Introducción**

En estos días el mundo contemporáneo necesita estar más interconectado, por ende, la demanda de información crece y van de mano con la evolución de las tecnologías de información y comunicación. Por tanto, el servicio de internet es indispensable en cada hogar donde sus integrantes son estudiantes, trabajadores del estado o de entidad privada, aunque es algo increíble que todo el mundo usa el aplicativo WhatsApp para mensajes instantáneos, llamadas o videollamadas y también el más usado es Facebook; para que usen los aplicativos, correos, etc. siempre necesitan tener acceso a internet ya sea por datos móviles o por internet fijo en casa. En ese sentido la demanda del servicio de internet en todas las partes de Ayacucho y del Perú, como no decir del mundo; siempre va estar creciendo como también la densidad de población va creciendo cada año; pero cabe mencionar que existen también proveedores de servicio de internet (ISP), que brindan un buen servicio o un pésimo servicio; como sucede en el Distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray; donde se observan en las casas las antenas de radioenlaces, en los postes cables coaxial HFC, proveedores informales sin permisos ante los Municipios y Ministerio de Transportes y Comunicaciones quiénes también dañan el mercado ofreciendo servicios pésimo a bajo costo.

Para la situación mencionada se propone diseñar e implementar una red fibra hasta el hogar (FTTH) aplicando la estándar red óptica pasiva con capacidad de gigabit (GPON) y siguiendo las fases de la metodología de Cisco PPDIIOO (preparación, planeación, diseño, implementación, operación y optimización).

El diseño y la implementación de la red, se desarrolla para brindar servicio de internet en el sector de Santa Elena del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y cumpliendo las expectativas de los abonados.

## **CAPITULO I**

### **Planteamiento del problema**

#### **1.1. Diagnóstico y enunciado del problema**

En el mundo actual la tecnología sigue avanzando a pasos agigantados, cada año evolucionan nuevos productos tecnológicos; como también la revolución del internet no se queda atrás, porque cada día la sociedad demanda el servicio; como, por ejemplo, en la pandemia del COVID-19 del año 2020, el internet ha tenido una demanda inmensa por cada hogar de nuestra región, en donde los integrantes del hogar fueron estudiantes, empresarios, trabajadores de entidades públicas o privadas, etc. En vista de que en el país hubo crisis por pandemia y el gobierno peruano dictaminó la cuarentena donde nadie podía salir de su casa y las clases se han vuelto virtuales.

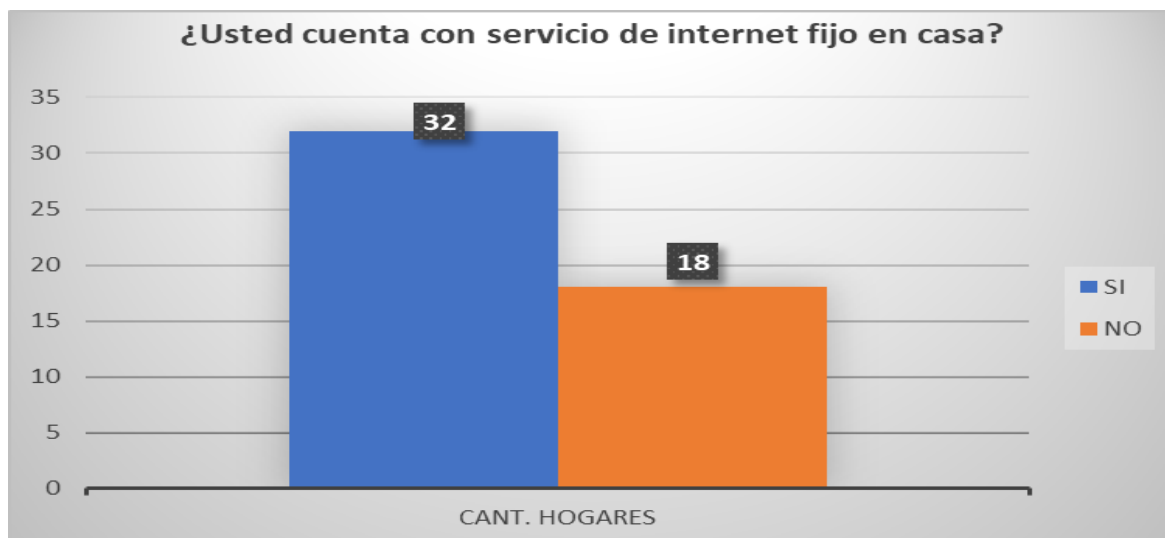
El internet cada día se vuelve muy importante y necesario para la sociedad; también el ancho de banda del internet va de mano, a mayor demanda se necesita mayor ancho de banda del servicio y para garantizar el servicio se requiere un ancho de banda de internet con conexión segura, estable y más rápida, para cubrir las expectativas de los abonados; en este se va implementar la red fibra óptica hasta el hogar (FTTH) usando el estándar GPON, en la actualidad la fibra óptica es el único medio de transporte de datos más rápido en el mundo.

La población también cada año crece o se expande, la provincia de Huamanga tiene 282194 habitantes, mientras el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray cuenta con 23706 habitantes, según el último censo 2017, realizado por INEI. Como la población crece amerita, también que algunos domicilios demanden el servicio de internet.

Según la entrevista realizada a 50 hogares en los sectores del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, se obtuvo que 32 hogares cuentan con servicio de internet y 18 hogares no cuentan con servicio de internet ver figura 1 y Anexo C.

**Figura 1**

*Hogares con servicio de internet*



*Nota.* En la figura muestra que el 32 de hogares tienen servicio de internet y 18 no tienen internet en su hogar, Elaboración propia.

Según la entrevista realizada; de los 32 hogares que tienen acceso al servicio de internet; 11 hogares tienen conexión con fibra óptica, 7 hogares con radioenlace, 2 hogar cuenta con ADSL, 3 cuentan con internet móvil y 9 hogares no saben qué tipo de servicio tienen contratado en su hogar, como se muestra en la figura 2.

**Figura 2**

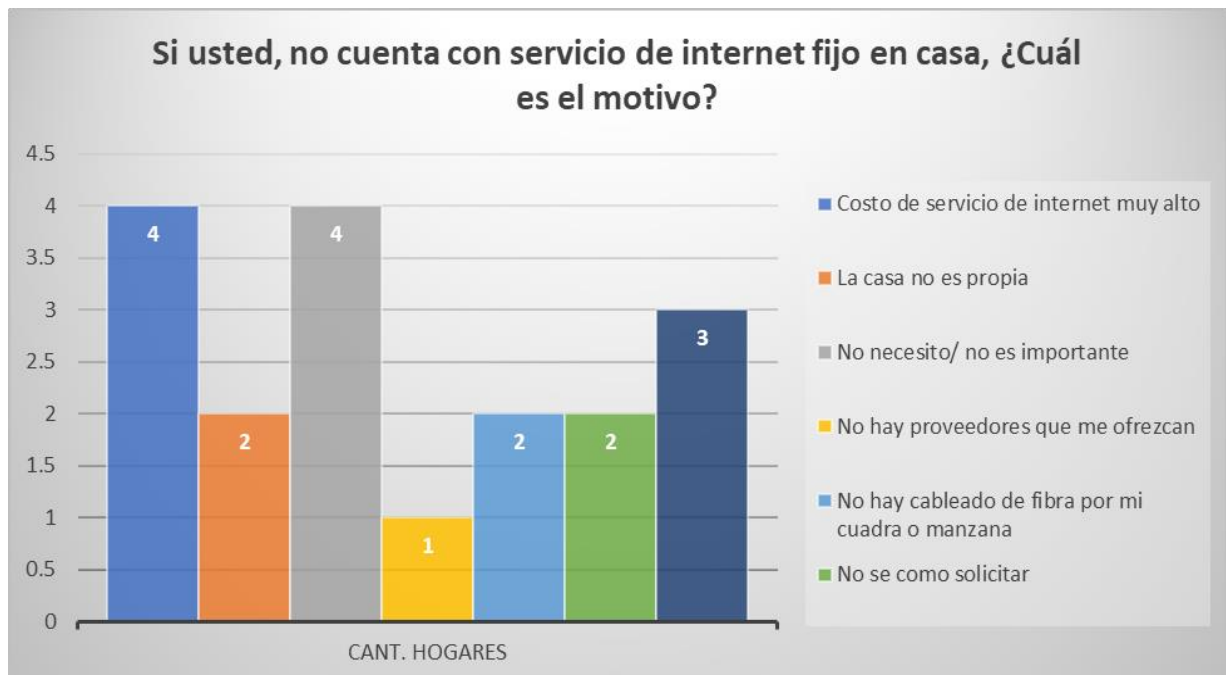
*Tipo de servicios contratado por hogar*



*Nota.* En la figura muestra los tipos de servicio contratado por hogar. Elaboración propia.

**Figura 3**

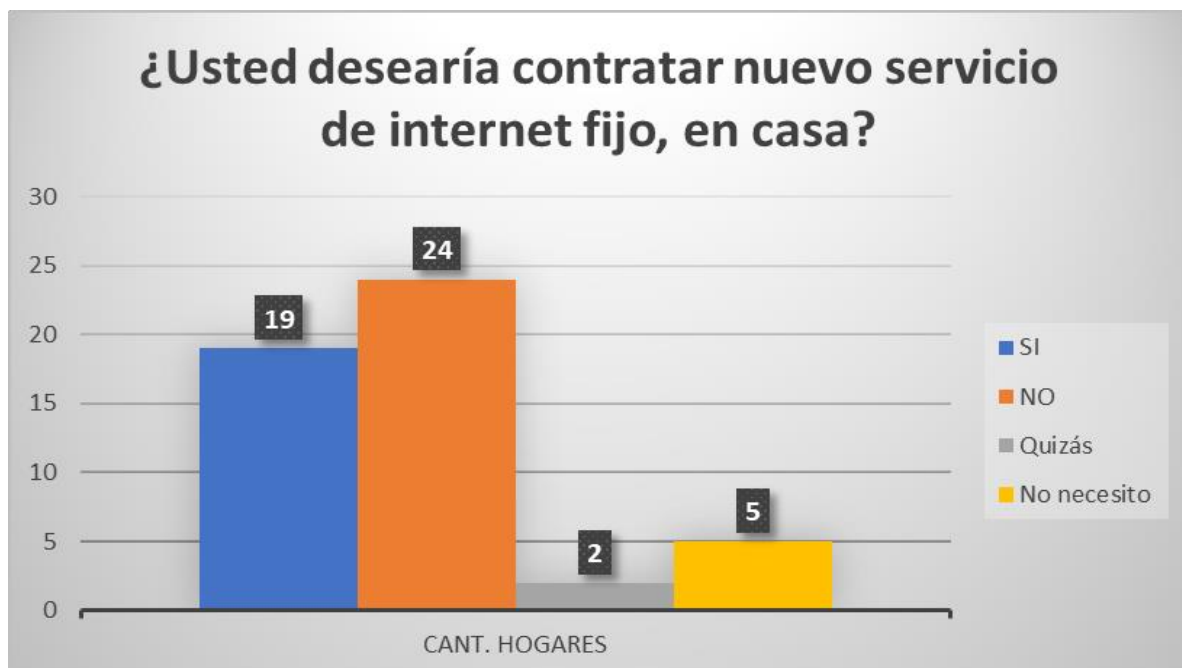
*Hogares sin servicio de internet*



Nota. En la figura muestra a los hogares que no tienen servicio de internet y sus respectivos motivos. Elaboración propia.

**Figura 4**

*Hogares que desean contratar servicio de internet*



Nota. En la figura muestra los hogares que desean contratar servicio de internet.

Según la entrevista que hice a los hogares, obtuve las siguientes informaciones: precios elevados, constantes cortes, no contestan las llamadas al abonado y la mala calidad de servicio que ofrecen los proveedores de servicio de internet (ISP) y los proveedores de servicios de Internet inalámbrico (WISP), por ende los 19 abonados desean cambiarse del proveedor y contratar un nuevo servicio y de otra parte también, obtuve en la entrevista que los abonados desconocen la existencia de nuevas tecnologías de transmisión de datos. En conclusión, brindar una mala calidad de servicio de internet hace que el abonado esté insatisfecho y no quiera pagar los precios del servicio ofrecido.

Se evidencia una mejorable calidad en el servicio de internet brindado por otros operadores, en este sentido existe una oportunidad de ofrecer un nuevo servicio de internet en el distrito evaluado, considerando una red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH); en este sentido nos preguntamos ¿Cuáles serían los resultados de la implementación de un proyecto de red de fibra óptica hasta el hogar para en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray?

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuáles son los resultados de la implementación de un proyecto de red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga 2023?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cuáles son los resultados de la fase de preparación, en la implementación de red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga 2023?
- b. ¿Cuáles son los resultados de la fase de planeación, en la implementación de red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga 2023?
- c. ¿Cómo aplicar la fase de diseño, para la implementación de red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga 2023?
- d. ¿Cómo aplicar la fase de implementación de red de fibra óptica (FTTH), en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga 2023?
- e. ¿Cómo demostrar los resultados de la fase de operación, en la implementación de red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga 2023?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Implementar la infraestructura de red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH) con el estándar GPON, usando la metodología de Cisco PPDIOO; con el propósito de brindar y mejorar el acceso al servicio de internet de los hogares del Distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga, 2023.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a. Desarrollar la fase de preparación para la red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga 2023.
- b. Desarrollar la fase de planeación para la red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga 2023.
- c. Desarrollar la fase de diseño para la red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga 2023.
- d. Desarrollar la fase de implementación para la red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga 2023.
- e. Desarrollar la fase operación para la red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH), en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga 2023.

### **1.4. Hipótesis de investigación**

Según Supo (2014) considera que “no todos los estudios tienen hipótesis, pero si fuera el caso, lo primero tenemos que identificar si el estudio lo amerita y luego plantear y desarrollar el contraste de hipótesis” (p.129).

Considerando su enunciado del doctor José Supo, mi presente proyecto no tiene un enunciado de proposición, tampoco pretende pronosticar y/o hallar la verdad o falsedad; por lo que no se formuló una hipótesis.

### **1.5. Justificación y delimitación de la investigación**

#### **1.5.1. Importancia del tema**

El diseño y la implementación de la fibra óptica hacia el hogar (FTTH), en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, es importante en vista que con la fibra óptica la capacidad de transferencia de datos y los accesos de parte de los abanados a sus servicios será mucho más rápida y eficiente.

### 1.5.2. Justificación de la investigación

Hoy en día debido la evolución y desarrollo de las nuevas aplicaciones y plataformas, los abonados demandan una tecnología de acceso a internet estable, eficiente y seguro. Con la implementación de red de fibra óptica hacia el hogar (FTTH) cumplimos las expectativas de los abonados. Por ello con la presente investigación se busca aprovechar los beneficios y el valor que tiene implementar esta tecnología.

### 1.5.3. Plan del proyecto

Para la realización del proyecto se plasmó un cronograma de actividades.

**Tabla 1**

*Cronograma de actividades*

| ACTIVIDAD                               | 2023        |    |    |    |         |    |    |    |                 |    |    |    |                 |    |    |    |
|-----------------------------------------|-------------|----|----|----|---------|----|----|----|-----------------|----|----|----|-----------------|----|----|----|
|                                         | MARZO-ABRIL |    |    |    | MAY-JUN |    |    |    | JUL-AGO-SEP-OCT |    |    |    | NOV-DIC-ENE-FEB |    |    |    |
|                                         | S1          | S2 | S3 | S4 | S1      | S2 | S3 | S4 | S1              | S2 | S3 | S4 | S1              | S2 | S3 | S4 |
| Planteamiento de la investigación       | X           |    |    |    |         |    |    |    |                 |    |    |    |                 |    |    |    |
| Elaboración de los objetivos            |             | X  | X  |    |         |    |    |    |                 |    |    |    |                 |    |    |    |
| Metodología de la investigación         |             |    |    | X  | X       | X  | X  |    |                 |    |    |    |                 |    |    |    |
| Elaboración de marco teórico            |             |    |    |    |         |    |    | X  | X               | X  | X  | X  | X               | X  |    |    |
| Análisis e interpretación de resultados |             |    |    |    |         |    |    |    |                 |    |    |    |                 |    | X  | X  |

Nota: En esta tabla muestra el cronograma de actividades. *Fuente:* Elaboración propia.

### 1.5.4. Delimitación de la investigación

La presente investigación se desarrolló en el sector de Santa Elena, distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray; se consideró solo el sector de Santa Elena, por factores presupuestales de la empresa donde se va aplicar. Los otros limitantes son los trámites documentarios ante los entes pertinentes para sacar los permisos, licencias y alquileres de postes.

## **CAPITULO II**

### **Marco teórico**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Según las investigaciones realizadas no se han encontrado proyectos ni investigaciones a nivel regional, por ende, consideraré en mi proyecto las investigaciones nacionales e internacionales.

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

Arribasplata (2021), en su tesis titulada “Diseño de una red FTTH aplicado el estándar GPON en el distrito de Santiago de Surco”, explora que mediante el tendido de la fibra óptica hasta el hogar se puede garantizar las expectativas de conexión al servicio del abonado en el distrito Santiago de Surco, provincia Lima, Perú. En una de sus conclusiones de su investigación menciona que debería de haber más tendidos de fibra óptica hasta el hogar para que el Perú no esté en la última posición con el promedio mundial de velocidad de banda ancha fija de descarga y carga; y para su muestra en su investigación consideró un hogar y la población 411 hogares beneficiados.

Ordinola (2021), en su tesis titulado “Diseño de una red de FTTH utilizando tecnología GPON para el acceso de banda ancha en el distrito de Morropón”; su conclusión menciona que analizó la demanda potencial teniendo el resultado favorable, su objetivo de su investigación fue Diseñar una red FTTH para que accedan los 857 abonados en el distrito de Morropón, de la región Piura; para recoger datos para la información usó técnicas de muestreo simple, lo cual lo logró en su proyecto.

Chambergo (2021), en su trabajo de tesis denominado “Sistema de red FTTH utilizando la tecnología GPON para mejorar la calidad de servicio de internet en los clientes con red EOC de la empresa Cablered Perú, 2021”, la investigación se desarrolló en los lugares aledaños de la provincia de Huancayo; en su objetivo propone determinar la forma como influye la implementación de la red FTTH en la mejora de la calidad de servicio de internet en los abonados de la empresa Cablered Perú. Su investigación se desarrolló en una población de 800 abonados y como muestra a un abonado, y concluye que la implementación de una red FTTH utilizando GPON influye positivamente en la satisfacción de los abonados en la calidad del servicio de internet.



### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Sánchez (2021), en su trabajo de tesis titulado “Desarrollo de la red FTTH con tecnología GPON de la empresa ALFATEL para la ciudad El Ángel provincia del Carchi”; en su trabajo propone lo siguiente:

Desarrollar la red de FTTH basándose en el estándar GPON para la empresa ALFATEL, para luego proveer servicios de Internet en toda la ciudad El Ángel provincia del Carchi. El Ángel es una ciudad de la Provincia del Carchi, ubicado en la Cordillera de los Andes del país vecino Ecuador. En su tesis concluye con el diseño e implementación del proyecto basándose en el despliegue de una red GPON sobre los seis distritos, a cada distrito se aplicaron un conjunto de pruebas de desempeño, cuyo resultado obteniendo favorable y dentro de los parámetros permitidos, que consideró conveniente.

Mejía (2015) en su tesis titulado “Estudio y Diseño de una Red con Tecnología GPON para servicio Triple Play (Datos, Video y Voz) en La Ciudadela “Punta Carnero” del cantón Salinas, Provincia de Santa Elena”, del país vecino Ecuador; en su objetivo propone analizar y diseñar la red usando la tecnología GPON para ofrecer servicio denominado triple Play (datos, video y voz). Para los 273 abonados según la encuesta y las entrevistas que lo realizó, también mencionar que su mercado es potencialmente provechoso para el negocio, ya que existe la demanda del servicio y con poca competencia. Concluye que debido al aumento de las tecnologías se optó realizar el diseño de la red con tecnología Gpon y la arquitectura FTTH; la tecnología GPON permite el uso de componentes pasivos, lo que reduce los costos para los suscriptores y requiere un bajo mantenimiento de la red.

Calderón (2021), en su trabajo de tesis titulado “Diseño, construcción, instalación y entrega de servicios de la red FTTH fibra óptica hogar, empresas y negocios. Ciudad Neiva (RED CLARO)”; propone el diseño e implementación de una red que utiliza tecnología GPON para brindar un buen servicio de Internet, proporcionada por TELCOS INGENIERIA S.A. en la ciudad de Neiva Huila en Bogotá, Colombia. En el resumen menciona que tuvo problemas con el servicio de Internet con la red HFC, lo que provocó la pérdida de paquetes de datos de sus clientes. Para solucionar el problema, decidió utilizar fibras de vidrio. También menciona que la topología de árbol ayuda bastante en diseñar la infraestructura optimizada de red fibra FTTH, utilizando tecnología GPON.

## 2.2. Marco teórico

En esta sección describiremos, las principales definiciones y conceptos, para entender mejor el desarrollo del proyecto.

### 2.2.1. *Tecnologías PON (Passive Optical Network)*

Red Óptica Pasiva, es la arquitectura de red con fibra óptica que utiliza la topología de punto a multipunto en su despliegue; se puede mencionar del término “pasivo” a la no intervención de la fuente de energía, en la fibra óptica y splitters los cuales son los componentes intermediarios durante el despliegue de la red; solo únicamente se necesita energía en los puntos de envío y de recepción óptico.

### 2.2.2. *Tipos de tecnología de redes PON*

**APON O ATM-PON (Redes Ópticas Pasivas ATM).** Definida según el estándar ITU-T G.983, considerándose como primer estándar para la red PON, desarrollado por el comité FSAN (Full Service Access Network); esta tecnología APON en su estructura utiliza el protocolo las celdas de ATM (Asynchronous Transfer Mode) para su transmisión en la capa 2 (capa de enlace de datos) y también se considera flexible porque se puede adecuar a varias tecnologías de redes de acceso como FTTH, FTTC y FTTB. La transmisión de datos en descendente se realiza en ráfagas, con un tamaño máximo de 53 bytes, a una velocidad de ancho de banda de 155.52 Mbps, que pueden ser repartidos entre todos los abonados conectados al nodo; los 3 bytes son para identificar los terminales de los abonados nos referimos al componente ONU (Optical Network Unit).

(Arribasplata Terrones, 2021) menciona algunas desventajas como “la imposibilidad de transmitir videos debido a que no cuenta con una longitud de onda determinada para este servicio y el otro inconveniente fue la velocidad de transmisión del canal descendente que no superaba la tasa de 155 Mbps”.

**BPON (Broadband Passive Optical Network).** Denominado en español como la Red óptica pasiva de Banda Ancha; se presentó en el año 2002 basándose en la arquitectura del APON, logrando algunas mejoras que pueden soportar otros estándares de banda ancha como la distribución de video y Multiplexaje por División de Longitud de onda o Wavelength Division Multiplexing (WDM).

Mirano (2019; p.18) en su artículo menciona que:

Con esta estándar lograron transmitir en asimétrico hasta 622Mbps de descarga

y 155Mbps de carga, mientras para simétrico 622Mbps de descarga y carga. Otras características que se mencionó de esta tecnología es que tiene un alcance de 20 Km de distancia y puede soportar 64 abonados como máximo por cada puerto BPON.

**EPON (Ethernet Passive Optical Network).** Denominado también como la Red óptica Pasiva Ethernet, surge en el año 2004 con el grupo EFM (Ethernet First Mille) de IEEE, como la evolución de PON.

Arribasplata (2019) “EPON surgió bajo la norma IEEE 802.3ah; con características de transferencia de información simétrica tanto descendente y ascendente a una velocidad máxima de 1.25 Gbps, para un alcance máximo de red de 20 km de distancia y un máximo de 32 abonados por cada puerto PON” (p. 22).

Osorio (2016), menciona que “la principal característica es que transporta tráfico nativo de red Ethernet en lugar del clásico tráfico ATM (multiplexación por división de longitud de onda)” (p. 37).

**GEAPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network).** Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit traducido en español, ésta estándar combina las tecnologías Gigabit Ethernet y Passive Optical Network (PON). Este estándar combina tecnologías Gigabit Ethernet y red óptica pasiva (PON). Este sistema facilita mucho el acceso a la fibra óptica a los abonados, ya que los dispositivos que acceden a ella son más cómodos al utilizar interfaces Ethernet.

Mientras Escalante (2007) afirma lo siguiente:

En el año 2004, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) recomendó el estándar GE\_PON, como la tecnología Ethernet para ser utilizada en las líneas de acceso, y fue nombrada como IEEE 802.3ah. Fue anunciada junio del mismo año en Japón, como un sistema de acceso óptico de alta velocidad. La recomendación de la ITU la identificó como un sistema “EPON”, pero con el objetivo de ser aceptada en el mundo como Gigabit, entonces se creó una nueva estándar llamada GE-PON (p.20).

Según Escalante (2007) las características de GE\_PON pueden ser “es una topología PON”, “tiene velocidad de transmisión de 1 Gbps gracias a Gigabit Ethernet”, “las señales que son enviadas y recibidas, utilizan tramas Ethernet”.

**GPON Gigabit-capable Passive Optical Network.** (Gaona y Santillán 2013 como se citó en Castro, 2019) menciona lo siguiente:

GPON es considerado como la tercera generación de protocolo PON, y la segunda generación desarrollado por el consorcio FSAN. GPON y sus protocolos están especificadas en el ITU-T G984 serie. GPON se desarrolló para soportar mayores velocidades de datos que fueron cambiando a través de los avances tecnológicos (p. 15).

GPON es una red óptica pasiva de punto-multipunto, cuya estructura es basada en fibra óptica; es una solución de bajo costo para los abonados finales, en el despliegue usan divisores ópticos denominados Splitter, también están los acopladores y atenuadores, cabe mencionar también que la capacidad de transmisión por cada pon 2.5 gigabits; la distancia máxima que alcanza es de 20km desde el OLT hasta al ONU del abonado y proporcionar servicio a 64 abonados. Utiliza datos ascendentes y descendentes mediante multiplexación por división de longitud de onda óptica (WDM).

En esta investigación nos centraremos en estándar GPON, veremos de muy cerca su arquitectura y los componentes que se encuentran en funcionamiento. Según esta estándar diseñaremos e implementaremos la red.

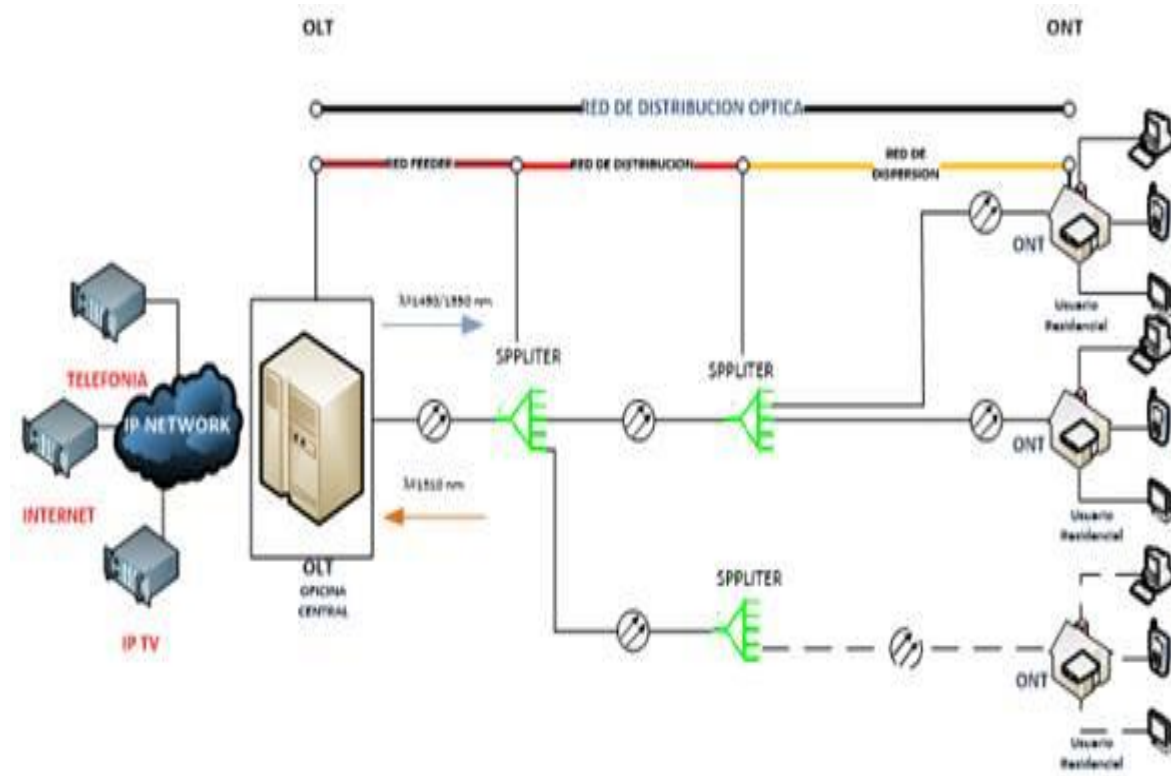
Algunas características mencionadas por (Calderón, 2021, p. 18) en su tesis “la velocidad de descarga es 2,4 Gbps (Downstream) y de carga es 1,2 Gbps (Upstream), escalable a XGPON”, “la distancia máxima (lógica) es 60 km”, “la distancia máxima (física) es 20 km”, “la seguridad intrínseca en la red a nivel de protocolo de encriptación cifrada es 128 bits AES”, “no necesita equipos activos en toda la extensión de planta externa de la red”, “facilidad de instalación y bajo costo de mantenimiento”, “más calidad y estabilidad en la transmisión de informaciones”, “Medio físico (fibra) inmune a interferencias externas”, “Topologías por fusión”, “funcionan con fibras conectorizadas y preconectorizadas (Giné, 2018)”.

### **2.2.3. Arquitectura de red GPON**

El estándar GPON tiene una topología de árbol y con ello maximiza las coberturas desplegadas, existe una terminal de línea óptica (OLT) en la oficina central del proveedor ISP, así como los divisores ópticos (SPL) o la red de distribución óptica (ODN) en el despliegue y por el ultimo están las unidades de red óptica (ONU) o terminales de red óptica (ONT) al lado de los abonados.

**Figura 5**

*Arquitectura de red GPON*



*Nota:* La figura muestra los elementos que forman la arquitectura de una red FTTH GPON. Tomado de *Universidad Tecnológica Equinoccial*, por Quisnancela y Espinosa, 2016.

#### **2.2.4. Componentes de Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit (GPON)**

##### **OLT (Optical Line Termination o Terminal de línea óptica)**

Según el autor el OLT es el primer elemento de una red óptica pasiva que se conecta a un conmutador central mediante cables Ethernet y fibra óptica. La función principal de OLT es convertir, enmarcar y transmitir señales para redes PON y regular la multiplexación de terminales de redes ópticas para compartir transmisiones ascendentes. OLT incluye protección de redundancia CSM (módulo de control y conmutación), ELM (módulo de enlace EPON, placa PON), módulos de alimentación de -48 V CC o módulo de CA y ventiladores 110/220 C. Aquí, la placa PON y la fuente de alimentación admiten el intercambio en caliente, mientras que otro módulo está integrado en el interior. OLT tiene dos direcciones de flujo: ascendente y descendente, y realiza la distribución de varios tipos de tráfico, como datos, vídeo y voz desde el

abonado (Sheldon, 2021).

***ODN: Red de distribución óptica (optical distribution network)***

Es una parte integral del sistema PON y proporciona un medio de transmisión óptica para la conexión física de unidades ONU a OLT con un alcance de al menos 20 km. En el ODN trabajan juntos cables de fibra óptica, conectores de fibra óptica, divisores ópticos pasivos y componentes adicionales. Específicamente, ODN consta de cinco segmentos: fibra alimentadora, punto de distribución óptica, fibra de distribución, punto de acceso óptico y fibra descendente. La fibra de alimentación se origina en un marco de distribución óptica (ODF) en la sala de telecomunicaciones de la oficina central y termina en un punto de distribución óptica que proporciona cobertura de larga distancia. La distribución de fibra óptica desde el punto de distribución óptica hasta el punto de acceso óptico distribuye fibra óptica a áreas a lo largo del punto de acceso óptico. El enlace descendente de fibra óptica conecta un punto de acceso óptico al equipo final (ONT), proporcionando así un enlace descendente de fibra óptica a los hogares de los suscriptores. Además, ODN es la principal ruta de transmisión de datos de PON y su calidad afecta directamente el rendimiento y la confiabilidad (Sheldon, 2021).

***ONU: Unidad de red óptica / ONT: Terminal de nodo óptico***

Este componente convierte las señales ópticas transmitidas a través de fibras ópticas en señales eléctricas. Estas señales eléctricas luego se envían a suscriptores individuales. Los componentes ONUs pueden enviar, agregar y preparar diferentes tipos de datos procedentes de los abonados finales y enviarlos aguas arriba hacia el OLT. El proceso de preparación optimiza y reorganiza el flujo de datos para que la entrega sea más eficiente. También el OLT acepta la asignación de la capacidad de ancho de banda que el proveedor permite que la entrega al abonado. La ONU cuenta con varias entradas para cable de cobre de par trenzado, cable coaxial, fibra óptica o Wi-Fi. (Sheldon, 2021).

Los dispositivos de los abonados finales son denominados como terminal de red óptica pasiva (ONT). En realidad, ONT es lo mismo que ONU en esencia. ONT es un término del ITU-T, mientras que ONU es un término del IEEE. Pertenecen a diferentes cuerpos de normalización, ambos se refieren al equipo del lado del abonado en el sistema GEPON. Pero en la práctica, hay una pequeña diferencia entre ONT y ONU según su ubicación (Sheldon, 2021).

### **2.2.5. Tecnología FTTX**

Es una tecnología de telecomunicaciones, FTTx (Fiber to the X) es una expresión genérica para designar cualquier acceso de banda ancha sobre fibra óptica que sustituya total o parcialmente al cobre del bucle de acceso se origina como generalización de las distintas configuraciones desplegadas (FTTN, FTTC, FTTB, FTTH), diferenciándose por la última letra que denota los distintos destinos de la fibra (González Cedeño & Becerra Estupiñán, 2016, p.13).

FTTX se puede clasificar según el lugar del abonado entre las diferentes arquitecturas se encuentran que enseguida lo menciono:

- Fibra hasta el nodo (FTTN).
- Fibra hasta el último amplificador (FTTLA).
- Fibra hasta acera (FTTC).
- Fibra hasta las instalaciones (FTTP).
- Fibra hasta el hogar (FTTH).
- Fibra hasta el edificio (FTTB).

Para nuestro estudio nos enfocaremos en el estudio de la tecnología fibra hasta el hogar FTTH.

**FTTH (Fiber To The Home).** La topología fibra hasta los locales, es una de las formas modernas de entregar los servicios de comunicaciones mediante la fibra óptica, desde la oficina central hasta el abonado final.

“En español llamado Fibra hasta el hogar, el cable de fibra óptica se encuentra tendida desde la oficina central hasta el hogar del abonado final, donde existe el equipo terminal ONU, que es el encargado de convertir las señales ópticas en señales eléctricas para la transmisión de datos” (Castro Mandujano, 2019, p. 30).

### **2.2.6. Fibra óptica**

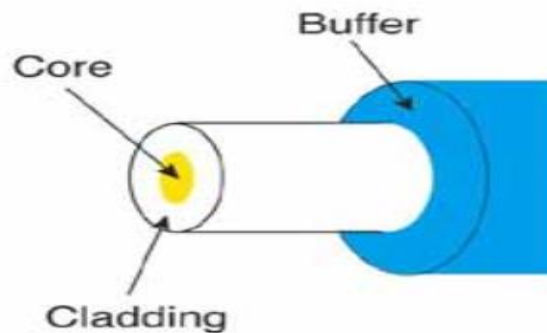
En su tesis Calderón (2021) lo define como “un medio físico conformado por filamentos plásticos o de vidrio contenido en un cable, a través de los cuales viaja la información transmitida mediante la luz led o láser” (p. 19).

La fibra óptica es un medio de comunicación que funciona mediante el envío de señales

ópticos a través de hilos delgados de fibra de vidrio o plástico. La luz es guiada por el centro de la fibra llamada “núcleo”. El núcleo está rodeado por un material llamado revestimiento, que se encarga de atrapar la luz en el núcleo utilizando una técnica óptica llamada “reflexión interna total”. (Hayes, 2018).

## Figura 6

### *Partes de la fibra óptica*



*Nota:* En el núcleo y el revestimiento de las fibras llevan el vidrio ultrapuro, aunque algunas fibras son todas de plástico o tienen un núcleo de vidrio y un revestimiento de plástico. Tomado de *FOA Online Reference Guide*, 2019. The Fiber Optic Association.

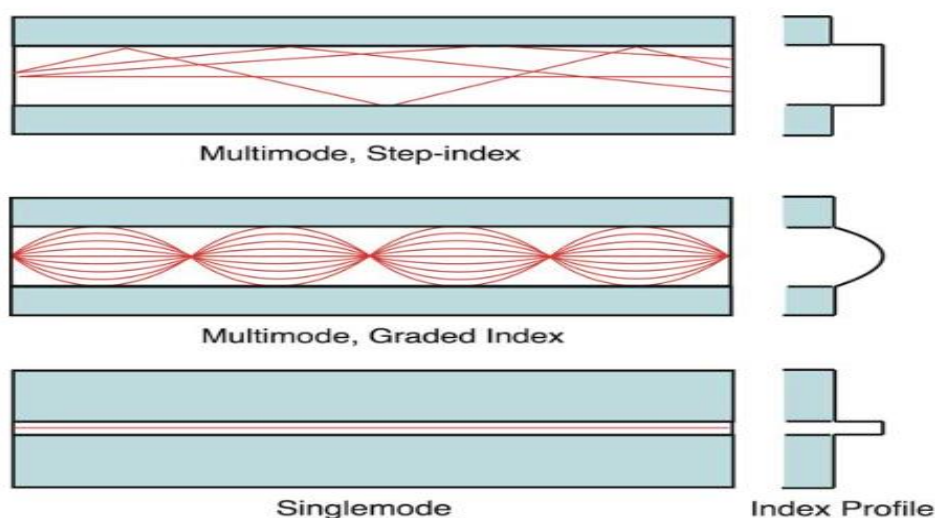
### ***Tipos de fibra óptica***

Actualmente existen dos tipos de fibras ópticas: fibras monomodo y multimodo, que dependen del modo de propagación, “un modo es la ruta que sigue un rayo de luz a medida que viaja a lo largo de una fibra óptica. La fibra Multimodo permite que la luz viaje a lo largo de muchas rutas diferentes a lo largo del núcleo de la fibra. La fibra monomodo, es utilizada en todas las líneas de larga distancia y las implementaciones FTTH actuales, solo tiene un modo” (Vázquez, como se citó en COMMScope, 2018).



**Figura 7**

*Tipos de fibra óptica*



*Nota:* Tipos de fibra óptica. Tomado de *FOA Online Reference Guide*, 2019. The Fiber Optic Association.

### **2.2.7. Metodología de Cisco PPDIOO**

Debido a la complejidad de las tecnologías y redes, la metodología de Cisco se centra principalmente en las medidas mínimas necesarias que nos permitan brindar a nuestros clientes el mejor asesoramiento posible e instalar y utilizar con éxito las tecnologías de Cisco. También logramos optimizar el rendimiento durante todo el ciclo de vida de su red (*Metodología PPDIOO*, s. f.).

“Se trata de un ciclo de vida que Cisco usa para administración de redes. Su uso ayuda a aumentar la disponibilidad de la red y mejora la agilidad para realizar cambios en la misma” ( Guerra, p. 18).

Se habla de un ciclo de vida porque se trata de un proceso continuo, en el que se empieza desde el diseño de una red, monitoreo constante y luego se vuelve al principio con el pasar del tiempo; ya que el avance tecnológico evoluciona cada mes o año.

Está compuesta por seis fases:

**P: Preparación.** El principal propósito de esta fase es justificar la implantación o

actualización de la red.

**P: Planeación.** Es la fase en la que se identifica lo que la red necesite.

**D: Diseño.** Su objetivo es la elección de la solución óptima.

**I: Implementación.** En esta etapa se crea la red propiamente dicha

**O: Operación.** En esta fase se prueba el funcionamiento de la red

**O: Optimización.** Aquí se identifican problemas y mejora el rendimiento de la red.

**Figura 8**

*Ciclo de vida de la Metodología PPDIOO*



*Nota.* En la figura muestra el Ciclo de vida de la Metodología PPDIOO, tomado de [http://redplataformabibliotecakatherinebrech.blogspot.com/2012/10/normal-0-21-false-false-false-es-xnone\\_27.html](http://redplataformabibliotecakatherinebrech.blogspot.com/2012/10/normal-0-21-false-false-false-es-xnone_27.html).

#### **2.2.7.1. Preparar**

Esta fase incluye definir los requisitos organizacionales (negocios), desarrollar una estrategia de red, proponer una arquitectura conceptual de alto nivel e identificar las tecnologías que mejor respaldan esta arquitectura. La justificación financiera de una estrategia de red se determina evaluando el caso de negocio de la arquitectura propuesta (Wilkins, p.62).

En esta fase, se crea un caso de negocio para determinar la justificación financiera de la estrategia de red. En él se establecen las directrices generales del proyecto y su impacto en la empresa. Normalmente, el caso de negocio que se implementará aborda múltiples problemas, vulnerabilidades o brechas reportadas por los suscriptores, definidos como requisitos del cliente final o del suscriptor. Cuando se trata de estrategia de red, se define en función de los objetivos comerciales. Por último, se examinan las tecnologías necesarias para cumplir los requisitos especificados (Guerra, p. 49).

Se presenta una descripción de las problemáticas bien detalladas y la propuesta del grupo de proyecto sobre cómo pueden trabajar contra la problemática, que se presenta la empresa. En esta fase se anticipa la visión general, los requisitos y las tecnologías necesarias para construir y mantener una ventaja competitiva.

#### **2.2.7.2. Planear**

Esta fase determina los requisitos de la red en función de los objetivos de la red, dónde se instalará la red, quién necesita qué servicios de red, etc. La fase de planificación también incluye la evaluación de las ubicaciones donde se instalará la red y las redes existentes, así como realizar un análisis de deficiencias para determinar si la infraestructura del sistema existente, las ubicaciones y el entorno operativo podrán soportar el sistema propuesto. Un plan de proyecto ayuda a gestionar las tareas, responsabilidades, pasos críticos y recursos necesarios para implementar cambios en la red. El plan del proyecto debe ser coherente con los parámetros de alcance, costo y recursos definidos en los requisitos comerciales originales. El resultado de esta fase es un conjunto de requisitos de red (Wilkins, p.62).

En esta fase se determinan los requisitos necesarios para la red, se realiza un análisis completo para obtener el resultado de una arquitectura adecuada, se crea y elabora un plan de proyecto que permita la gestión de tareas, responsabilidades, verificación de actividades y recursos. e implementación (González, p. 10).

#### **2.2.7.3. Diseñar**

Los requisitos iniciales identificados en la fase de planificación determinan la actividad de los expertos en diseño de redes. Quiénes diseñan la red en función de estos requisitos iniciales, teniendo en cuenta cualquier dato adicional recopilado durante el análisis y las pruebas de la red (al actualizar una red existente) y a través de entrevistas con administradores y usuarios de la red. La especificación de diseño de red desarrollada es un diseño integral y detallado que cumple con los requisitos técnicos y comerciales actuales e incluye especificaciones para garantizar disponibilidad, confiabilidad, seguridad, escalabilidad y rendimiento. Esta especificación de diseño constituye la base para las actividades de implementación (Wilkins, p.62).

Normalmente, comenzamos diseñando la red en base a la información obtenida en las fases anteriores. El plan del proyecto se actualiza con información más específica y detallada utilizada para la implementación. Un buen diseño debe combinar objetivos comerciales y requisitos técnicos. La mayor visibilidad resultante significa que sabemos qué es necesario cambiar, eliminar o agregar a la red existente para brindar un mejor servicio. La validación ahora comienza en un nivel alto de opciones de configuración (por ejemplo, selección de protocolos de red), los detalles de la documentación en este nivel son muy precisos (Guerra, 65).

#### **2.2.7.4. Implementar**

“Una vez aprobado el proyecto, comienza la implementación y las pruebas. La red y todos los complementos están diseñados con diseños específicos para integrar dispositivos sin interrumpir la red existente ni crear vulnerabilidades” (Wilkins, p.62).

En esta fase se instalan y configuran los dispositivos. Desde la perspectiva del

proyecto, el plan del proyecto debe ser implementado, acordado y aprobado por los miembros del equipo antes de que pueda comenzar la implementación. El alcance de la documentación obtenida debe contener información detallada sobre cada paso a dar y el tiempo necesario para completarlo, pero generalmente prever un plan de contingencia y su correspondiente cancelación en caso de fracaso total. El objetivo principal es implementar nuevos dispositivos sin afectar la disponibilidad de la red y establecer intervalos de mantenimiento en caso de fallo. Para lograr esto, debe poder crear prototipos o experimentar en un entorno paralelo (si existe un entorno de preproducción) o en un pequeño segmento de producción (*Guerra*, p. 66).

#### **2.2.7.5. Operar**

La operación es la prueba final de la adecuación de un proyecto. La fase de operaciones consiste en mantener la integridad de la red a través de operaciones diarias, que pueden incluir mantener una alta disponibilidad y reducir costos. Detectar y resolver errores y monitorear el desempeño a medida que ocurren en las operaciones diarias proporciona los datos iniciales para la fase de optimización del ciclo de vida de la red (Wilkins, p.62).

En esta fase se realizan actividades relacionadas con el seguimiento y gestión de la red. Los posibles problemas de rendimiento suelen identificarse aquí y deben identificarse, documentarse y resolverse. Esta fase es generalmente el paso final que completa el proyecto terminado. El objetivo principal es mantener un estado óptimo de la red para brindar un mejor servicio, reduciendo así las interrupciones y garantizando una mayor disponibilidad, confiabilidad y seguridad. Al mismo tiempo, debe ayudar a reducir sus costos y, cuando sea posible, planificar acciones preventivas y correctivas inmediatas que no reflejen la percepción del cliente final. Esta fase requiere la implementación de herramientas de monitoreo de red. Estas pueden ser las mismas herramientas que se utilizaron en la fase de planificación (*Guerra*, p. 66).

#### **2.2.7.6. Optimizar**

Esta fase se basa en una gestión proactiva de la red, cuyo objetivo es identificar

y resolver los problemas antes de que surjan y afecten a la organización. La detección y corrección reactiva de errores (depuración) es necesaria cuando la gestión proactiva no puede predecir ni mitigar los errores. En el proceso PPDIOO, la fase de optimización puede conducir a un rediseño de la red cuando ocurren demasiados problemas o errores de red, el rendimiento no cumple con las expectativas o cuando se identifican nuevas aplicaciones que cumplen con los requisitos técnicos y organizativos (Wilkins, p.62).

En esta fase, se toman medidas proactivas para resolver los problemas identificados durante la fase operativa. Si surgen demasiados problemas, puede ser necesario un cambio en el proyecto terminado o incluso comenzar fases anteriores. El objetivo principal es mejorar el rendimiento de la red sin interrumpir el trabajo y adaptándose a las necesidades diarias (*Guerra*, p. 67).

## **CAPITULO III**

### **Metodología de Investigación**

#### **3.1 Diseño metodológico**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

(Carrasco Díaz, 2005), “la investigación aplicada se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad” (p. 43).

Según Grebe (2018), la investigación aplicada “tiene como objetivo buscar la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos. Está estrechamente relacionada con la investigación básica, porque depende de los resultados y hallazgos. Cabe señalar que la investigación aplicada requiere de un marco teórico, se enriquece con avances y se caracteriza por el interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas del conocimiento. En resumen, busca conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar” (p. 40).

Según Manterola, C. & Otzen, T. (2014), los estudios observacionales “consisten en la observación y registro de acontecimientos sin interferir el curso natural de estos; pueden ser descriptivos, cuando lo que se pretende es describir y registrar el comportamiento de una o más variables en un grupo de sujetos en un determinado tiempo. Las mediciones de las variables, se pueden realizar a lo largo del tiempo (estudio longitudinal), o de forma prospectiva o retrospectiva; o de forma única (estudio transversal)”.

La presente investigación es aplicada en vista de que se tendrá propósitos y describir en un solo contexto en un tiempo único los eventos o incidencias. De acuerdo a lo mencionado la investigación es de tipo aplicada.

##### **3.1.2 Nivel de investigación**

Según (Carrasco Díaz, 2005) el nivel de investigación descriptiva “responde a las preguntas ¿Cómo son?, ¿dónde están?, ¿Cuántos son? Etc.; es decir nos dice y refiere sobre las características, cualidades internas y externas, propiedades y rasgos esenciales de los hechos y fenómenos de la realidad, en un momento y tiempo histórico concreto y determinado” (p. 41).

En la presente investigación vamos a describir todas las fases de la metodología aplicado en la implementación de la red de fibra hasta el hogar o fiber to the home en inglés cuya sigla (FTTH). Por esta razón considero que el nivel de investigación es descriptivo.

### **3.1.3 *Diseño de investigación***

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación no experimental es un “estudio que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (p. 152).

En el libro de Hernández, Fernández y Baptista (2014), menciona que “los diseños de investigación transeccional o transversal recopilan datos en un momento específico para describir variables y analizar su ocurrencia y sus interrelaciones en un momento específico” (p. 154).

En la presente investigación no se pretende manipular el variable, también investigaremos en un sector del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray en el año 2023. Por ello lo consideramos investigación no experimental y transversal descriptivo.

## **3.2 Población y muestra**

**Población.** Redes de fibra óptica hasta el hogar en general.

**Muestra.** En este caso la unidad de análisis sería la red de fibra óptica hasta el hogar del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, 2023.

## **3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de la información se usó la técnica de observación y la encuesta aplicada a la muestra.

**Técnicas.** Entrevista, Observación y análisis documental.

**Instrumentos.** Guía de entrevista, ficha de observación y ficha de análisis documental.

## **3.4 Variables e indicadores**

### **3.4.1 *Definición conceptual de las variables***

**Variable de estudio**

**Red de fibra óptica hasta el hogar:** es una red cableada con fibra óptica con componentes de por medio para la distribución óptica hasta el hogar del abonado.



### **Variables descriptivas**

**Fase de Preparación:** Donde se establece los requisitos de la empresa, las estrategias que va a tener la red, la propuesta de la arquitectura de la red, identificar las tecnologías que mejor soporte el proyecto y justificación financiera de la propuesta.

**Fase de Planeación:** Consiste en la identificación de los requisitos de la red, evaluar el entorno de los sectores a implementar y plasmar un plan de proyecto con tareas, responsabilidades, hitos críticos y recursos necesarios.

**Fase de Diseño:** Consiste en el diseño de la red físico y lógico, de acuerdo a los requisitos iniciales e incorporando cualquier dato adicional previo coordinación con el stakeholders de la empresa.

**Fase de Implementación:** Consiste en la implementación de la red de acuerdo a las especificaciones de diseño.

**Fase de Operación:** Consiste en probar la consistencia del diseño de la red y en esta fase se hace operaciones diarias para la detección y corrección de fallas; también mencionar que el desempeño de monitoreo brinda datos iniciales para la fase de optimización.

#### **3.4.2 Definición operacional de las variables**

##### **Variable de estudio**

X: Red de fibra óptica hasta el hogar

##### **Variables descriptivas**

X1: Fase de Preparación:

X2: Fase de Planeación

X3: Fase de Diseño

X4: Fase de Implementación

X5: Fase de Operación

La operacionalización de los variables le presentamos en el anexo A.

### 3.5 Herramientas para el tratamiento de datos e información

Mencionaremos las herramientas tecnológicas, con los cuales me apoyé para la elaboración mi trabajo de investigación.

**Tabla 2**

*Herramientas tecnológicas*

| Software              | Fabricante | Servicio                                                                                                        |
|-----------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Windows 10 pro        | Microsoft  | Es el sistema operativo de Microsoft para ordenadores personales.                                               |
| Microsoft Office 2019 | Microsoft  | Software que nos va permitir procesar textos, cuadros de cálculo, presentaciones, etc.                          |
| Google Earth Pro      | Google     | Software de información geográfica del planeta tierra, permite también dibujar, marcar y registrar coordenadas. |
| AutoCAD               | Autodesk   | Software para diseño de arquitecturas, planos, dibujos, modelar objetos en 2D y 3D.                             |

## CAPITULO IV

### Resultados

#### 4.1. Resultados

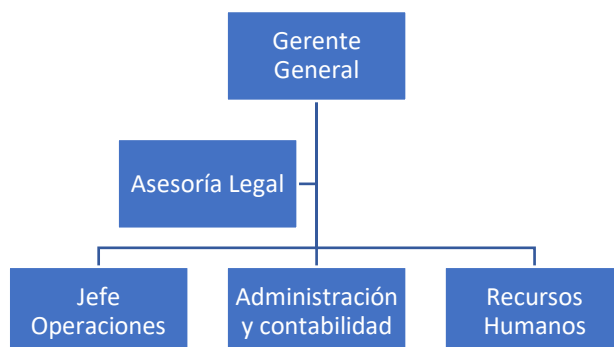
Para la implementación del proyecto de la red fibra óptica hasta el hogar, se apoyó de las fases de la metodología de PPDIOO de Cisco y aplicó a la empresa Comunicaciones Uno E.I.R.L.; la entidad es una empresa ayacuchana que va proveer el servicio de internet, en el distrito Andrés Avelino Cáceres y la provincia de Huamanga.

##### 4.1.1. Fase preparación

##### 4.1.1.1. *Establecer los requisitos organizacionales de negocio.*

En esta sección mencionamos los requisitos organizacionales de la empresa Comunicaciones Uno E.I.R.L.

##### Estructura organigrama



##### Misión:

Ofrecer soluciones tecnológicas y flexibles enfocadas en la satisfacción del cliente a través de un equipo humano altamente capacitado, con pasión e integridad obteniendo resultados que aportan valor a los diferentes grupos de interés manteniendo un alto sentido de responsabilidad corporativa.

##### Visión:

Ser el proveedor anfitrión en Ayacucho brindando soluciones de nueva generación para

voz, internet y canales de TV, en los mercados personales e institucionales satisfaciendo las expectativas de nuestros clientes en calidad de servicio y costo.

**Objetivos:**

- Brindar servicio de internet garantizado.
- Desplegar en los puntos estratégicos del distrito.
- Utilizar tecnologías escalables a futuro.
- Garantizar la seguridad de datos de los clientes.

**Limitaciones:**

- Competencias en el mercado
- Tecnologías limitadas para la distribución.
- Presupuesto limitado.
- Costos de las tecnologías de alta gama

**Estrategias de la empresa:**

- Hacer el marketing o publicidad mediante los últimos canales de comunicación tiktok, Facebook, WhatsApp.
- Desplegar en los sectores del distrito Andrés Avelino Cáceres, brindando un servicio de internet de calidad y garantizado.
- Capacitar a los abonados en las conexiones terminales, para detectar fallas y solucionar averías en menos tiempo posible.
- Contar con energía eléctrica de respaldo para dos días.
- Tener planes de internet al alcance del bolsillo del abonado.
- Dar soporte técnico 24 horas y 7 días de la semana.
- Contar con dos proveedores de servicio de internet, como mínimo.

Las aplicaciones que se utilizó en el proyecto, lo mencionamos en el siguiente cuadro.

**Tabla 3***Aplicaciones que se utilizó en el proyecto*

| <b>Tipo de aplicación</b>            | <b>Aplicación</b> | <b>Nivel de importancia</b> | <b>Comentarios</b>                                                                        |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Correo electrónico                   | Gmail             | Importante                  | Se usó para compartir avances, pedir cotizaciones realizar, gestiones con entidades, etc. |
|                                      | Hotmail           |                             |                                                                                           |
| Mensajería instantánea               | WhatsApp          | Importante                  | Se utilizó para intercambio de informaciones mediante mensajes instantáneos.              |
|                                      | Telegram          |                             |                                                                                           |
| Videoconferencia                     | Meet              | Importante                  | Usamos para reuniones virtuales y conferencias.                                           |
|                                      | Zoom              |                             |                                                                                           |
| Herramienta de búsqueda de ubicación | Google Maps       | Importante                  | Se utilizó para buscar y georreferenciar los lugares.                                     |
|                                      | Geo traker        |                             |                                                                                           |
| Software de diseño                   | Google Earth      | Importante                  | Con estas aplicaciones se diseñó la red y luego georreferenciar las coordenadas.          |
|                                      | Autocad           |                             |                                                                                           |
| Navegador                            | Google Chrome     | Importante                  | Aplicación para búsquedas de información y extraer.                                       |
|                                      | Firefox Mozilla   |                             |                                                                                           |
| Almacenamiento de datos              | Drive             | Importante                  | Necesitamos para almacenar los registros los comprobantes, materiales, documentos, etc.   |
|                                      | Excel             |                             |                                                                                           |

A continuación, mencionamos los servicios de infraestructura de red planificado.

**Tabla 4**

*Servicios de infraestructura planificada*

| Servicio          | Comentarios                                                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Seguridad         | Tener seguridad y responsabilidad al acceder a las informaciones. |
| Acceso a internet | Contar con servicio de internet para conexiones remotas.          |

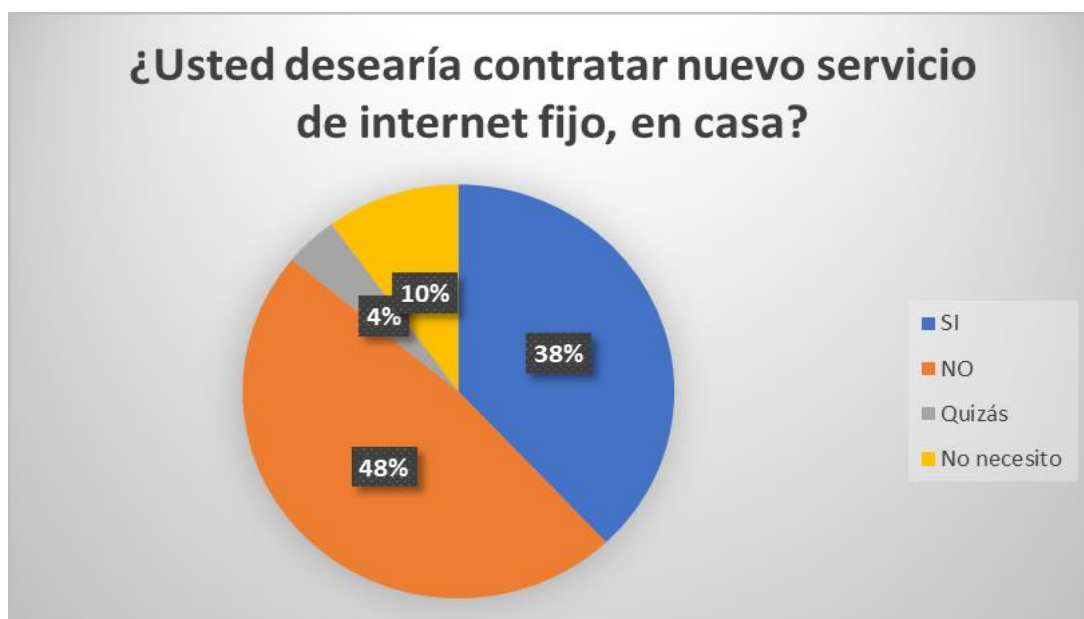
**4.1.1.2.      *Desarrollar una estrategia de red***

La identificación de la estrategia va consistir en tres factores primordiales:

**Demanda de la población:** según nuestra entrevista recogida en el sector de Santa Elena, de los 50 hogares entrevistados que vendría a hacer el 100%, el 48% de los hogares no desean cambiarse del servicio, mientras que el 38% de hogares desean contratar nuevo servicio, el 10% no necesitan el acceso a internet y el 4% de población están en duda, Ver la figura 9.

**Figura 9**

*Hogares que desean contratar nuevo servicio*



Nota. En la figura se muestra el porcentaje de hogares que desean contratar nuevo servicio.

**Topografía de población:** según el plano de geográfico del sector, se observa que es accesible por tener calles y cuadras ordenados, los postes de alumbrado en cada calle y el tránsito no se observa con en el centro de la ciudad con bastante tráfico vehicular.

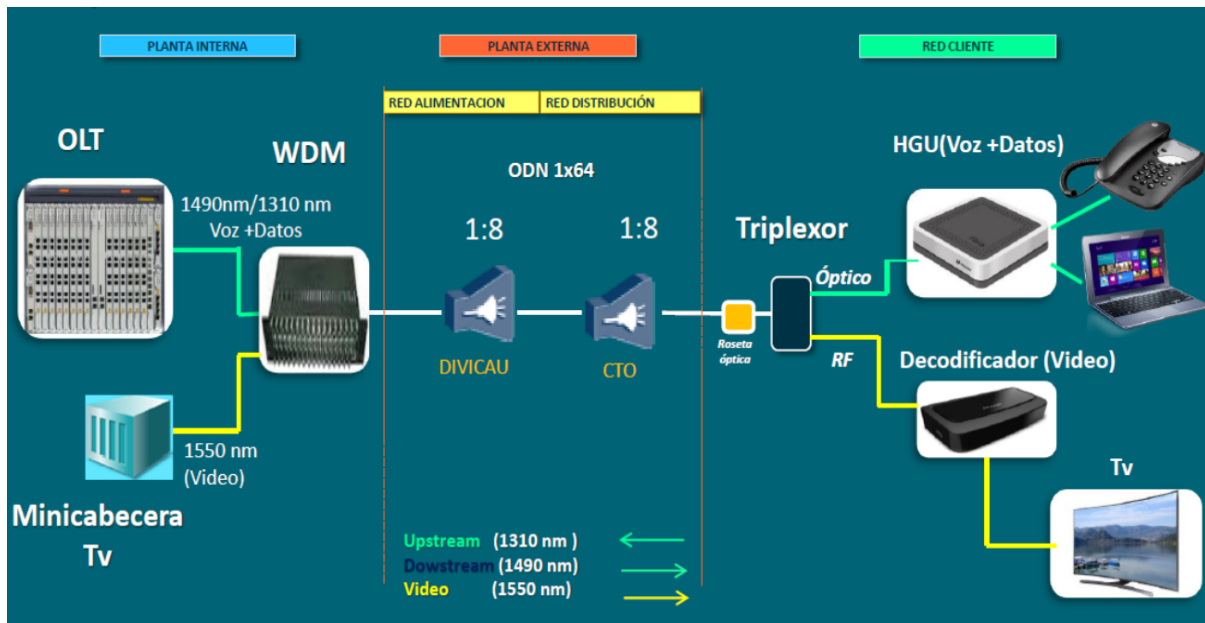
**Densidad de la población:** según el informe del INEI (2018), del censo del 2017 y 2017 la tasa de crecimiento poblacional promedio anual en Ayacucho es de 2.2%, mientras que en la provincia de Huamanga la tasa es de 2.5% (p. 24). Se puede decir entonces al aumento del crecimiento poblacional el despliegue de la red ser más eficiente.

#### **4.1.1.3. Proponer una arquitectura conceptual de alto nivel**

Para el proyecto se propone diseñar y se implementar la arquitectura de red fibra óptica hasta el hogar aplicando el estándar GPON, escalable a futuro.

**Figura 10**

*Arquitectura de fibra óptica hasta el hogar y estándar GPON*



*Nota.* Adaptado de Arquitectura FTTH – GPON, de Rosas Leiva, 2018, tesis.

#### **4.1.1.4. Identificar tecnologías que puedan soportar mejor la arquitectura**

Para identificar las tecnologías es necesario saber el número de abonados a albergar en el equipo y el tráfico promedio del ancho de banda a transferir cada segundo; para lo cual tenemos que saber las características y las especificaciones de las tecnologías a seleccionar, como por ejemplo su procesador, tarjeta de red, almacenamiento, etc.

El trabajo tendrá una proyección para promedio de 1200 abonados en 5 años; considerando un promedio de 20 instalaciones por mes y el tráfico promedio de datos en 5 años será de 1000Mbps, siempre escalable a futuro. Teniendo presente nuestras expectativas a cubrir enseguida identificaremos los equipos y las tecnologías que soporten el proyecto.

**MIKROTIK CCR1036 (Cloud Core Router):** Es un enrutador de grado industrial, lo cual usaremos para gestionar y administrar toda la red, seleccionamos el router mikrotik por el precio, por que soporta el tráfico de 1500 abonados y porque tenemos conocimientos previos para la configuración y administración; en la tabla 6 detallo las especificaciones y características del equipo.



**Tabla 5****Especificaciones y características de Mikrotik CCR1036**

|                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Código de producto            | CCR1036-12G-4S-EM                   |
| Arquitectura                  | TILE                                |
| CPU                           | TLR4-03680                          |
| Número de núcleos de CPU      | 36 núcleos                          |
| CPU frecuencia nominal        | 1.2 GHz                             |
| Dimensiones                   | 443 x 193 x 44 mm                   |
| Licencia de RouterOS          | 6                                   |
| Sistema operativo             | RouterOS                            |
| Tamaño de RAM                 | 8 GB                                |
| Tamaño de almacenamiento      | 1 GB                                |
| Tipo de almacenamiento        | NAND                                |
| MTBF                          | Aproximadamente 200'000 horas a 25C |
| Temperatura ambiente probada  | -20°C a 60°C                        |
| Aceleración de hardware IPsec | Si                                  |
| Precio sugerido               | S/.8200.00                          |
| <b>Fuente de Alimentación</b> |                                     |
| Número de entradas de CA      | 2                                   |
| Rango de entrada de CA        | 100V-240V                           |
| Consumo máximo de energía     | 60 vatios                           |
| Tipo de refrigeración         | 2 ventiladores                      |
| <b>Ethernet</b>               |                                     |
| Puertos Ethernet 10/100/1000  | 12                                  |
| <b>Fibra</b>                  |                                     |
| SFP DDMI                      | Sí                                  |

|                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| Puertos SFP                           | 4             |
| <b>Periféricos</b>                    |               |
| Puerto serie de consola               | RJ45          |
| Número de puertos USB                 | 1             |
| Restablecimiento de alimentación USB  | Sí            |
| Tipo de ranura USB                    | USB tipo A    |
| Corriente USB máxima (A)              | 1             |
| Número de ranuras M.2                 | 1             |
| <b>Otro</b>                           |               |
| Monitor de temperatura de la CPU      | Sí            |
| Monitor de temperatura de PCB         | Sí            |
| Monitor de voltaje                    | Sí            |
| Botón de modo                         | Sí            |
| Localizador                           | Sí            |
| <b>Certificaciones y aprobaciones</b> |               |
| Certificación                         | CE, CAO, ROHS |
| IP                                    | IP20          |

**Figura 11**

*Mikrotik CCR1036*



**Nota:** Cloud Core Router CCR1036-12G-4S-EM, tomado de <https://mikrotik.com/product/CCR1036-12G-4S-EM#fndtn-gallery>.

**OLT GPON ZTE C320 (Optical Line Terminal):** Para nuestro proyecto lo requerimos un OLT mínimo de 8 puertos PON (equivalente a 512 abonados), lo optamos también porque este equipo es expandible a 16 puertos PON (equivalente a 1024 abonados), también es comercial en el mercado y la marca es garantizado, también existe en el mundo técnicos especialistas para las configuraciones y soporte ante cualquier evento que pudiera suceder; a continuación lo detallamos las especificaciones y las características en la tabla 7.

**Tabla 6**

*Atributos específicos de la industria*

| <b>Atributos específicos de la industria</b> |                                                                                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo                                         | Soluciones FTTx                                                                                           |
| Número de modelo                             | ZXA10 C320                                                                                                |
| Lugar de origen                              | Guangdong, China                                                                                          |
| Nombre del producto                          | Mini 16 puertos ZXA10 C320 GPON OLT                                                                       |
| Tarjeta de pellizco                          | UCDC1: 2 Proporciona un total de 16 puertos de enlace ascendente GE                                       |
| Nombre de la marca                           | ZXA10 C320                                                                                                |
| Quedan espacios de servicio                  | 2                                                                                                         |
| Modo de fuente de alimentación (W)           | Fuente de alimentación CC: -48 V+/-20 %, -60 V+/-20 %                                                     |
| Tipo de paquete:                             | Mini 16 Port ZXA10 C320 GPON OLT Equipo de acceso a red Zxa10 C320 Embalaje con caja de dibujos animados. |

**Figura 12**

*Terminal de línea óptica - OLT C320*

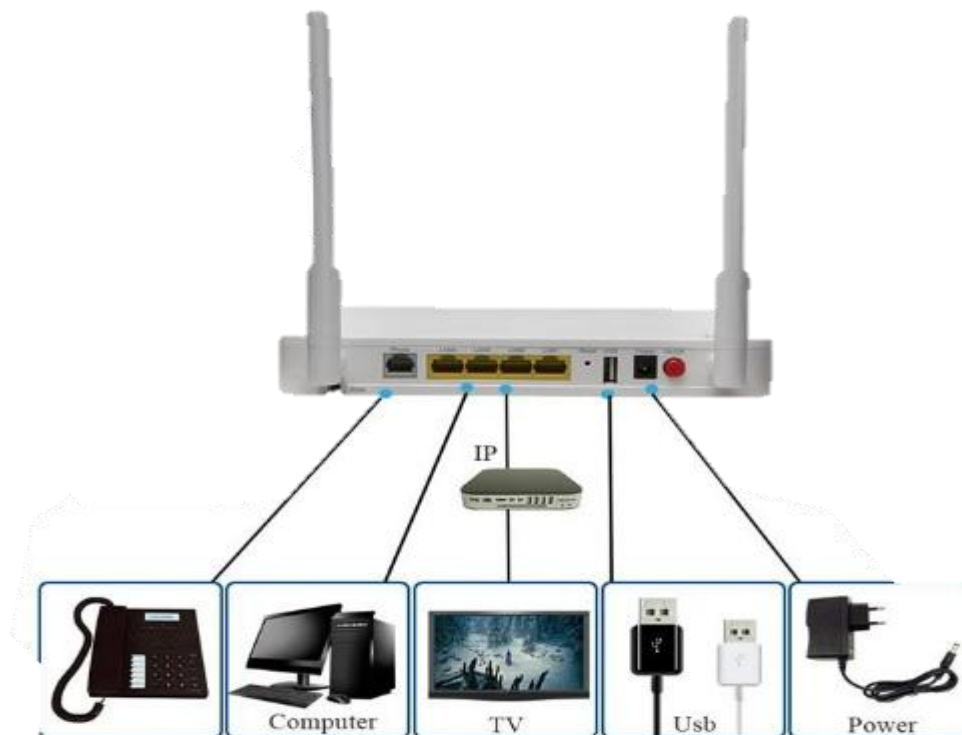


**Nota.** En la figura muestra Optical Line Terminal modelo Zte C320, tomado de Flickr ([https://www.alibaba.com/product-detail/Original-Or-Used-C320-OLT-FTTH\\_1600897772171.html?spm=a2700.7735675.0.0.1a77oyVwoyVwJR&s=p#](https://www.alibaba.com/product-detail/Original-Or-Used-C320-OLT-FTTH_1600897772171.html?spm=a2700.7735675.0.0.1a77oyVwoyVwJR&s=p#).)

**Unidad de Fibra Óptica (ONU).** Para las instalaciones del hogar de los abonados seleccionamos el Router XGPON de marca ZTE del modelo zte670L; lo optamos porque el router es comercial y también es de la misma fabricante que el OLT por lo que son compatibles.

**Figura 13**

*ONU (unidad de red óptica)*



**Nota:** Terminal de red óptica de modelo zte670L.

**Transeiver SFP monomodo BIDI 10KM.** Son dispositivos que se usan en los puertos SFP de los componentes activos como en Mikrotik y OLT, en este caso usamos para la conexión de internet del proveedor de servicio de internet (ISP) y nuestro Mikrotik CCR1036, optamos por este equipo por la transferencia garantizada de paquetes y por ser compatible con patchcord SC/APC.

#### **Figura 14**

*Transeiver SFP*

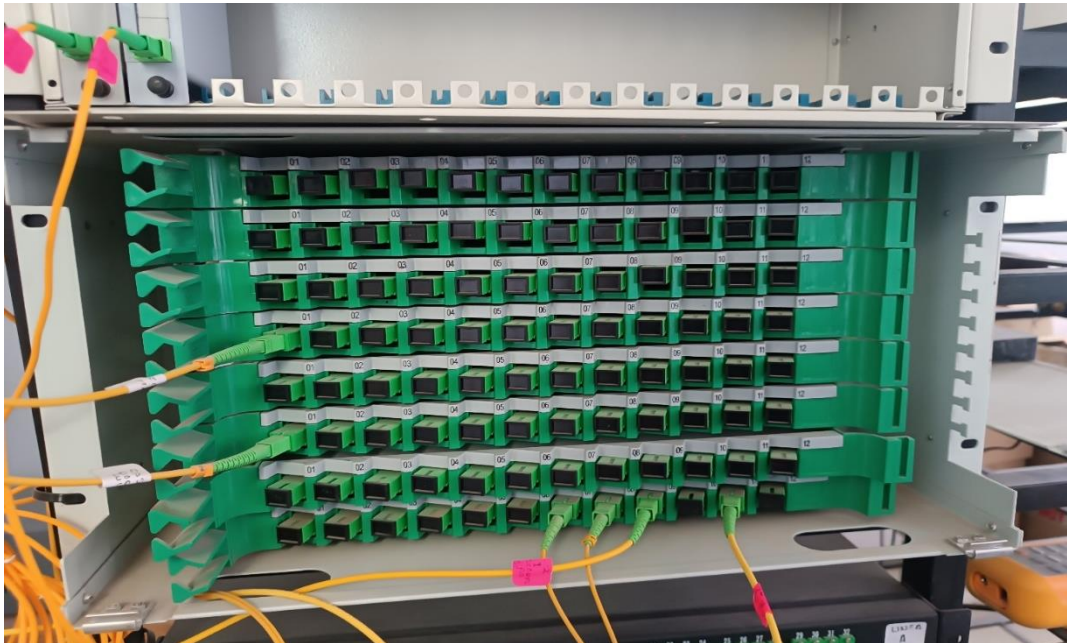


*Nota.* Adaptado de Módulo Transceptor SFP WDM Bidireccional Gigabit para Fibra Óptica, por Intellinet Network Solutions Flickr  
([https://es.intellinetnetwork.eu/cdn/shop/products/phpThumb\\_1b6aff90-5a8a-4a2a-bfa6-f1daac8072c8\\_1024x1024@2x.jpg?v=1641931146](https://es.intellinetnetwork.eu/cdn/shop/products/phpThumb_1b6aff90-5a8a-4a2a-bfa6-f1daac8072c8_1024x1024@2x.jpg?v=1641931146))

**Marco de distribución óptico.** Mas conocido como ODF (Optical Distribution frame), es una caja de distribución principal de las interconexiones de los hilos de la fibra óptica; utilizamos un ODF de 96 de hilos para ordenar y distribuir nuestros hilos de fibra.

**Figura 15**

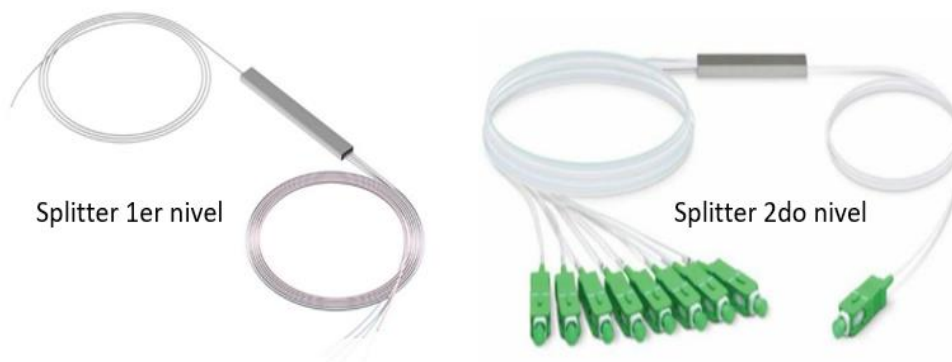
*Marco de distribución óptico (ODF) de 96 hilos*



**Splitter óptico.** Es un dispositivo y es uno de los componentes de los equipos pasivos, tiene la función de dividir una señal en varias señales, para entender mejor el splitter tiene una entrada de 1 hilo y sale 8 hilos; en primer nivel no tendrá acopladores en ambos extremos y para el segundo nivel si tendrá acoplador solo en el router terminal del abonado; para nuestro proyecto usamos un splitter de 1x8 para el primer nivel y segundo nivel.

**Figura 16**

*Splitter fibra óptica SC/APC 1x8*



*Nota.* En la figura muestra el splitter de primer nivel sin conector mientras el segundo nivel con conector, en primer nivel todos los hilos serán fusionados mientras en el segundo los

conectores usaremos para la instalación de los hogares desde la caja de distribución o CTO.  
Fuente. QueenTon <http://www.qftth.net/passive-fiber-optics/plc-splitter/micro-splitter-without-connector.html>

#### 4.1.1.5. *La justificación financiera de la estrategia de la red.*

Para la justificación financiera realizamos estimaciones hasta 5 años, en los cuales consideraremos todos los costos y gastos que va ocasionar, la ejecución del proyecto. Nuestro proyecto tendrá una envergadura para 1200 abonados en 5 años, considerando 20 instalaciones por mes y haremos el caso con el plan de 30mbps que tendrá el costo mensual de S/. 50.00 (cincuenta nuevos soles con/00).

**Tabla 7**

*Equipos activos y materiales para planta interna*

| Descripción                                          | Cant. | Unid Med | Precio Unid  | Precio Total |
|------------------------------------------------------|-------|----------|--------------|--------------|
| Router Mikrotik CCR1036                              | 1     | Unid     | S/ 8,300.00  | S/ 8,300.00  |
| OLT GPON ZTE ZXA10 C320                              | 1     | Unid     | S/ 15,500.00 | S/ 15,500.00 |
| ODF 96P SC/APC                                       | 1     | Unid     | S/ 520.00    | S/ 520.00    |
| Patch Cord SC/APC 3mm 3metros Fibra Óptica Monomodo  | 20    | Unid     | S/ 20.00     | S/ 400.00    |
| Patch Cord Jumper Fibra Óptica SC/APC A SC/ UPC 3mts | 20    | Unid     | S/ 18.00     | S/ 360.00    |
| Módulo SFP Tranceptor 1.25G bidireccional 10KM       | 2     | Par      | S/ 420.00    | S/ 840.00    |
| Crimper RJ45                                         | 2     | Unid     | S/ 80.00     | S/ 160.00    |
| Estructura rack para los equipos activos             | 1     | Global   | S/ 420.00    | S/ 420.00    |
| Patch cord de Cable de red cat6 satra, 3m            | 5     | Unid     | S/ 20.00     | S/ 100.00    |
| Batería GEL 200A                                     | 2     | Unid     | S/ 1,500.00  | S/ 3,000.00  |
| UPS 3kva - 3000w Monofásico 220vac/220vac            | 1     | Unid     | S/ 3,200.00  | S/ 3,200.00  |
| TOTAL (Incluye IGV)                                  |       |          |              | S/ 32,800.00 |

*Nota.* En la tabla se muestra los costos estimados de los equipos activos que vamos a utilizar en la cabecera o centro de datos; *Elaboración propia.*

**Tabla 8**

*Materiales y herramientas para el trabajo en planta externa*

| Descripción                                           | Cant. | Unid Med | Precio Unid  | Precio Total |
|-------------------------------------------------------|-------|----------|--------------|--------------|
| Cable De Fibra Óptica Monomodo Adss 48 H Span 100 5km | 1     | Unid     | S/ 22,150.00 | S/ 22,150.00 |
| Cable De Fibra Óptica Monomodo Adss 12h Span 100 5km  | 1     | Unid     | S/ 12,100.00 | S/ 12,100.00 |
| Cable Drop 2h Span 40 Monomodo 2km                    | 2     | Unid     | S/ 750.00    | S/ 1,500.00  |

|                                                   |     |      |    |        |    |                  |
|---------------------------------------------------|-----|------|----|--------|----|------------------|
| Mufa Tipo Domo 48h                                | 10  | Unid | S/ | 205.00 | S/ | 2,050.00         |
| Caja Nap o CTO 1x24h                              | 45  | Unid | S/ | 110.00 | S/ | 4,950.00         |
| Splitter Óptico 1x8                               | 50  | Unid | S/ | 45.00  | S/ | 2,250.00         |
| Cinta Bandit                                      | 4   | Unid | S/ | 220.00 | S/ | 880.00           |
| Hebilla Bandit 1/2"                               | 2   | Cja  | S/ | 140.00 | S/ | 280.00           |
| Hebilla Bandit 3/4"                               | 2   | Cja  | S/ | 140.00 | S/ | 280.00           |
| Aislador Tipo Carrete                             | 500 | Unid | S/ | 3.00   | S/ | 1,500.00         |
| Clevin Tipo D                                     | 500 | Unid | S/ | 2.00   | S/ | 1,000.00         |
| Chapa De Suspensión Adss                          | 50  | Unid | S/ | 12.00  | S/ | 600.00           |
| Preformado 48H, Span 100 M, Diámetros Φ 10-11 Mm  | 100 | Unid | S/ | 5.00   | S/ | 500.00           |
| Preformado 24H, Ø 7.5 - 8 mm para Fibra Mini-ADSS | 150 | Unid | S/ | 3.50   | S/ | 525.00           |
| Casco de Seguridad Con Suspensión color azul      | 5   | Unid | S/ | 30.00  | S/ | 150.00           |
| Chaleco                                           | 8   | Unid | S/ | 50.00  | S/ | 400.00           |
| Cinturón de seguridad                             | 2   | Unid | S/ | 180.00 | S/ | 360.00           |
| Guantes                                           | 10  | Unid | S/ | 18.00  | S/ | 180.00           |
| TOTAL (Incluye IGV)                               |     |      |    |        | S/ | <b>49,540.00</b> |

*Nota.* En la tabla se muestra los costos estimados de los materiales y herramientas que vamos a utilizar en la planta externa o calle; *Elaboración propia.*

**Tabla 9**

*Materiales para instalaciones en hogares de los abonados en un año*

| Descripción                     | Cant. | Unid Med | Precio Unid | Precio Total |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|--------------|
| ONU ZTE F670L                   | 240   | Unid     | S/ 160.00   | S/ 38,400.00 |
| Patch Cord Sc/Apc Duplex        | 240   | Unid     | S/ 15.00    | S/ 3,600.00  |
| Roseta                          | 240   | Unid     | S/ 4.00     | S/ 960.00    |
| Cable drop de 4 hilos de 2km    | 2     | Unid     | S/ 980.00   | S/ 1,960.00  |
| Cinta doble contacto 3m         | 2     | Unid     | S/ 40.00    | S/ 40.00     |
| Cable de red cat 5e satra cobre | 300   | Mts      | S/ 1.50     | S/ 450.00    |
| Total (incluido IGV)            |       |          |             | S/ 45,410.00 |

*Nota.* En la tabla se muestra los costos estimados de los equipos y materiales que vamos a utilizar en las instalaciones de los hogares, en un año; *Elaboración propia.*

**Tabla 10**

*Equipos e instrumentos para trabajos con fibra óptica*

| Descripción                             | Cant. | Unid Med | Precio Unid | Precio Total |
|-----------------------------------------|-------|----------|-------------|--------------|
| Empalmadora de fibra óptica marca F2H   | 1     | Unid     | S/ 8,800.00 | S/ 8,800.00  |
| Power Meter o medidor de potencia AUA-9 | 1     | Unid     | S/ 180.00   | S/ 180.00    |



|                                                               |   |      |    |          |    |           |
|---------------------------------------------------------------|---|------|----|----------|----|-----------|
| Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR) D Yedemc | 1 | Unid | S/ | 5,800.00 | S/ | 5,800.00  |
| Cortador de tubos de fibra óptica                             | 3 | Unid | S/ | 140.00   | S/ | 420.00    |
| Cortadora de precisión                                        | 1 | Unid | S/ | 600.00   | S/ | 600.00    |
| Peladora Miller Revestimiento                                 | 1 | Unid | S/ | 50.00    | S/ | 50.00     |
| Herramienta para sangrado cables fibra                        | 1 | Unid | S/ | 150.00   | S/ | 150.00    |
| Alcohol isopropílico botella de 500 ml                        | 1 | Lt   | S/ | 50.00    | S/ | 50.00     |
| Ferrequis                                                     |   |      |    |          |    |           |
| Paños para limpieza                                           | 1 | Unid | S/ | 1.50     | S/ | 1.50      |
| Alicate de corte                                              | 3 | Unid | S/ | 40.00    | S/ | 120.00    |
| Cintillos                                                     | 3 | Paq  | S/ | 15.00    | S/ | 45.00     |
| Enzunchadora para Fleje de 1/4" a 3/4" band-it                | 3 | Unid | S/ | 280.00   | S/ | 840.00    |
| One-click Cleaner Limpiador Fibra Óptica                      | 1 | Unid | S/ | 105.00   | S/ | 105.00    |
| Conectores Sc Fc St                                           |   |      |    |          |    |           |
| Manguitos De Empalme De Protección Fibra Óptica               | 5 | Paq  | S/ | 90.00    | S/ | 450.00    |
| Total (incluye IGV)                                           |   |      |    | S/       |    | 17,611.50 |

*Nota.* En la tabla se muestra los costos estimados de los equipos tecnológicos que vamos a utilizar en los trabajos con fibra óptica; *Elaboración propia.*

**Tabla 11**

*Estimación del salario del personal en primer año*

| Descripción                  | Cant. | Unid med. | Pago x día S/. | Pago x mes S/. | Pago año S/. |
|------------------------------|-------|-----------|----------------|----------------|--------------|
| Ingeniero de sistemas        | 1     | Persona   | 80.00          | 2,400.00       | 28,000.00    |
| Técnico liniero o instalador | 1     | Persona   | 65.00          | 1,950.00       | 23,400.00    |
| Ayudante                     | 1     | Persona   | 50.00          | 1,500.00       | 18,000.00    |
| Total (incluido IGV)         |       |           |                |                | 69,400.00    |

*Nota.* En la tabla muestra la estimación del salario del personal quiénes trabajarán durante toda la ejecución del proyecto. *Elaboración propia.*

**Tabla 12**

*Estimación del salario del personal por 6 meses*

| Descripción                  | Cant. | Unid med. | Pago x día S/. | Pago x mes S/. | Pago 6 meses S/. |
|------------------------------|-------|-----------|----------------|----------------|------------------|
| Técnico liniero o instalador | 1     | Personas  | 65.00          | 1,950.00       | 11,700.00        |
| Ayudante                     | 1     | Personas  | 50.00          | 1,500.00       | 9,000.00         |
| Total (incluido IGV)         |       |           |                |                | 20,700.00        |

*Nota.* En la tabla se muestra la estimación del salario del personal que va trabajar seis meses en la fase de implementación de la red. *Elaboración propia.*

**Tabla 13***Estimación de los gastos en servicios básicos en primer año*

| Descripción                        | Cant. | Unid Med | Costo x mes (S/.) | Costo x año (S/.) |
|------------------------------------|-------|----------|-------------------|-------------------|
| Pago de servicio de internet       | 200   | mbps     | 2,000.00          | 24,000.00         |
| Pago de energía eléctrica          | 1     | Glob     | 200.00            | 2,400.00          |
| Pago de servicios básicos agua     | 1     | Glob     | 30.00             | 360.00            |
| Alquiler de postes a Electrocentro | 106   | Postes   | 318.00            | 3,816.00          |
| Total (incluido IGV)               |       |          |                   | 30,576.00         |

*Nota.* En la tabla se muestra los gastos estimados de los servicios básicos durante el año;  
*Elaboración propia.*

**Tabla 14***Resumen de la estimación total de la inversión en un año*

| Descripción                                                 | Costo subtotal       |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|
| Equipos activos y materiales para planta interna            | S/ 32,800.00         |
| Materiales y herramientas para el trabajo en planta externa | S/ 49,540.00         |
| Materiales para instalaciones en hogares de los abonados    | S/ 45,410.00         |
| Equipos e instrumentos para trabajos con fibra óptica       | S/ 17,611.50         |
| Estimación del salario del personal en primer año           | S/ 69,400.00         |
| Estimación del salario del personal por 6 meses             | S/ 20,700.00         |
| Estimación de gastos en servicios básicos                   | S/ 30,576.00         |
| <b>TOTAL, DE INVERSION EN UN AÑO</b>                        | <b>S/ 266,037.50</b> |

*Fuente:* Elaboración propia

En las siguientes tablas hacemos una estimación de ingresos para cinco años de inversión, solo haciendo cálculos de las ganancias por venta del servicio del plan de 30Mbps y con S/.50.00 nuevos soles del precio mensual de venta de servicio de internet.

**Tabla 15***Estimación de ingreso para el primer año*

| Año | Mes       | 20 abonados instalados por mes | Plan de 30Mbps y de costo S/.50.00 mensual |
|-----|-----------|--------------------------------|--------------------------------------------|
|     | Diciembre | 20                             | S/ 1,000.00                                |
|     | Enero     | 40                             | S/ 2,000.00                                |
|     | Febrero   | 60                             | S/ 3,000.00                                |
|     | Marzo     | 80                             | S/ 4,000.00                                |
|     | Abril     | 100                            | S/ 5,000.00                                |

|              |           |     |           |                  |
|--------------|-----------|-----|-----------|------------------|
| AÑO 1        | Mayo      | 120 | S/        | 6,000.00         |
|              | Junio     | 140 | S/        | 7,000.00         |
|              | Julio     | 160 | S/        | 8,000.00         |
|              | Agosto    | 180 | S/        | 9,000.00         |
|              | Setiembre | 200 | S/        | 10,000.00        |
|              | Octubre   | 220 | S/        | 11,000.00        |
|              | Noviembre | 240 | S/        | 12,000.00        |
| <b>Total</b> |           |     | <b>S/</b> | <b>78,000.00</b> |

*Nota.* Esta tabla muestra la estimación del ingreso en el primer año, haciendo las instalaciones para 240 abonados en un año con el plan de 30Mbps y con el costo mensual de S/. 50.00 nuevos soles. *Fuente:* elaboración propia.

**Tabla 16**

*Estimación de ingreso para el segundo año*

| <b>Año</b>   | <b>Mes</b> | <b>20 abonados instalados<br/>por mes</b> | <b>Plan de 30Mbps y de costo<br/>S/.50.00 mensual</b> |                   |
|--------------|------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|
| AÑO 2        | Diciembre  | 260                                       | S/                                                    | 13,000.00         |
|              | Enero      | 280                                       | S/                                                    | 14,000.00         |
|              | Febrero    | 300                                       | S/                                                    | 15,000.00         |
|              | Marzo      | 320                                       | S/                                                    | 16,000.00         |
|              | Abril      | 340                                       | S/                                                    | 17,000.00         |
|              | Mayo       | 360                                       | S/                                                    | 18,000.00         |
|              | Junio      | 380                                       | S/                                                    | 19,000.00         |
|              | Julio      | 400                                       | S/                                                    | 20,000.00         |
|              | Agosto     | 420                                       | S/                                                    | 21,000.00         |
|              | Setiembre  | 440                                       | S/                                                    | 22,000.00         |
|              | Octubre    | 460                                       | S/                                                    | 23,000.00         |
|              | Noviembre  | 480                                       | S/                                                    | 24,000.00         |
| <b>Total</b> |            |                                           | <b>S/</b>                                             | <b>222,000.00</b> |

*Nota.* Esta tabla muestra la estimación del ingreso del segundo año de los 480 abonados, aplicando el plan de 30Mbps y con el costo mensual de S/. 50.00 nuevos soles. *Fuente:* elaboración propia. *Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 17**

*Estimación de ingreso para el tercer año*

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>20 abonados instalados<br/>por mes</b> | <b>Plan de 30Mbps y de costo<br/>S/.50.00 mensual</b> |           |
|------------|------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------|
|            | Diciembre  | 500                                       | S/                                                    | 25,000.00 |
|            | Enero      | 520                                       | S/                                                    | 26,000.00 |
|            | Febrero    | 540                                       | S/                                                    | 27,000.00 |

|              |           |     |                      |
|--------------|-----------|-----|----------------------|
| AÑO 3        | Marzo     | 560 | S/ 28,000.00         |
|              | Abril     | 580 | S/ 29,000.00         |
|              | Mayo      | 600 | S/ 30,000.00         |
|              | Junio     | 620 | S/ 31,000.00         |
|              | Julio     | 640 | S/ 32,000.00         |
|              | Agosto    | 660 | S/ 33,000.00         |
|              | Setiembre | 680 | S/ 34,000.00         |
|              | Octubre   | 700 | S/ 35,000.00         |
|              | Noviembre | 720 | S/ 36,000.00         |
| <b>Total</b> |           |     | <b>S/ 366,000.00</b> |

*Nota.* Esta tabla muestra la estimación del ingreso del tercer año de los 720 abonados, haciendo cálculo del plan de 30Mbps y con el costo mensual de S/. 50.00 nuevos soles. *Fuente:* elaboración propia. *Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 18**

*Estimación de ingreso para el cuarto año*

| <b>Año</b>   | <b>Mes</b> | <b>20 abonados instalados<br/>por mes</b> | <b>Plan de 30Mbps y de costo<br/>S/.50.00 mensual</b> |
|--------------|------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| AÑO 4        | Diciembre  | 740                                       | S/ 37,000.00                                          |
|              | Enero      | 760                                       | S/ 38,000.00                                          |
|              | Febrero    | 780                                       | S/ 39,000.00                                          |
|              | Marzo      | 800                                       | S/ 40,000.00                                          |
|              | Abril      | 820                                       | S/ 41,000.00                                          |
|              | Mayo       | 840                                       | S/ 42,000.00                                          |
|              | Junio      | 860                                       | S/ 43,000.00                                          |
|              | Julio      | 880                                       | S/ 44,000.00                                          |
|              | Agosto     | 900                                       | S/ 45,000.00                                          |
|              | Setiembre  | 920                                       | S/ 46,000.00                                          |
|              | Octubre    | 940                                       | S/ 47,000.00                                          |
|              | Noviembre  | 960                                       | S/ 48,000.00                                          |
| <b>Total</b> |            |                                           | <b>S/ 510,000.00</b>                                  |

*Nota.* Esta tabla muestra la estimación del ingreso del cuarto año de los 960 abonados, haciendo cálculo del plan de 30Mbps y con el costo mensual de S/. 50.00 nuevos soles. *Fuente:* elaboración propia. *Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 19**

*Estimación de ingreso para el quinto año*

| <b>Año</b> | <b>Mes</b> | <b>20 abonados instalados<br/>por mes</b> | <b>Plan de 30Mbps y de costo<br/>S/.50.00 mensual</b> |
|------------|------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|            | Diciembre  | 980                                       | S/ 49,000.00                                          |
|            | Enero      | 1000                                      | S/ 50,000.00                                          |
|            | Febrero    | 1020                                      | S/ 51,000.00                                          |

|              |           |      |                      |
|--------------|-----------|------|----------------------|
|              | Marzo     | 1040 | S/ 52,000.00         |
|              | Abril     | 1060 | S/ 53,000.00         |
|              | Mayo      | 1080 | S/ 54,000.00         |
| AÑO 5        | Junio     | 1100 | S/ 55,000.00         |
|              | Julio     | 1120 | S/ 56,000.00         |
|              | Agosto    | 1140 | S/ 57,000.00         |
|              | Setiembre | 1160 | S/ 58,000.00         |
|              | Octubre   | 1180 | S/ 59,000.00         |
|              | Noviembre | 1200 | S/ 60,000.00         |
| <b>Total</b> |           |      | <b>S/ 654,000.00</b> |

*Nota.* Esta tabla muestra la estimación del ingreso del quinto año de los 1200 abonados, haciendo cálculo del plan de 30Mbps y con el costo mensual de S/. 50.00 nuevos soles. *Fuente:* elaboración propia.

**Tabla 20**

*Resumen de estimación de ingreso por año*

| <b>Año</b>                         | <b>Ingreso</b>         |
|------------------------------------|------------------------|
| Ingreso en año 1                   | S/ 78,000.00           |
| Ingreso en año 2                   | S/ 222,000.00          |
| Ingreso en año 3                   | S/ 366,000.00          |
| Ingreso en año 4                   | S/ 510,000.00          |
| Ingreso en año 5                   | S/ 654,000.00          |
| <b>TOTAL, DE INGRESO EN 5 AÑOS</b> | <b>S/ 1,830,000.00</b> |

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 21**

*Cálculo de la ganancia en cinco años*

| <b>Concepto</b>                                                                                              | <b>Cálculo</b>       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Estimación total de ingreso en 5 años                                                                        | S/ 1,830,000.00      |
| Estimación de inversión en primer año, incluye materiales para las instalaciones en hogares de los abonados. | - S/ 266,037.50      |
| Materiales para instalaciones en hogares 2do año (Tabla 10).                                                 | - S/ 45,410.00       |
| Materiales para instalaciones en hogares 3er año (Tabla 10).                                                 | - S/ 45,410.00       |
| Materiales para instalaciones en hogares 4to año (Tabla 10).                                                 | - S/ 45,410.00       |
| Materiales para instalaciones en hogares 5to año (Tabla 10).                                                 | - S/ 45,410.00       |
| Estimación de los gastos en servicios básicos del 2do al 5to año (Tabla 14).                                 | - S/ 122,304.00      |
| Estimación del salario del personal del 2do al 5to año (Tabla 12).                                           | - S/ 277,600.00      |
| <b>GANANCIA EN 5 AÑOS (incluye IGV)</b>                                                                      | <b>S/ 982,418.50</b> |

*Nota.* Esta tabla muestra la estimación de la ganancia de S/ 982,418.50 en cinco años, de los 1200 abonados, considerando la venta del plan de 30Mbps a S/. 50.00 nuevos soles por mes.

*Fuente:* elaboración propia. *Fuente:* Elaboración propia

#### 4.1.2. Fase planeación

##### 4.1.2.1. Identificar los requisitos de la red.

En esta sección mencionamos los requisitos de la red a implementar.

**La ubicación geográfica del datacenter:** La ubicación central de la oficina será en Jr. Agustín Zea con Jr. Parinacochas, Urbanización Santa Elena, con la coordenada (-13.165302, -74.196805). Desde donde se operará, para toda la ciudad, lo optamos del local por ser la propiedad de uno de los socios.

**Figura 17**

*Ubicación geográfica de la data center*



*Nota.* En la figura muestra la ubicación de la cabecera desde donde operará la empresa. *Fuente:* Elaboración propia.

**Tipo de servicio y planes de servicio:** Contratamos un servicio de internet simétrico de 200Mbps (de descarga) y 200Mbps (de carga) a Optical Networks, con contención 1:1 con 2 IP públicas para la administración externa y contratamos también una línea de respaldo o

backup a Movistar. El servicio que le vamos a brindar a los hogares será simétrico 1:1, garantizado 40% de los planes contratados ver tabla 22, según los acuerdos establecido por OSIPTEL.

**Tabla 22**

***Planes de servicio de internet***

| <b>Plan de servicio</b> | <b>Precio mensual</b> | <b>Costo anual</b> |
|-------------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Descarga/Carga</b>   | <b>1 x mes</b>        | <b>x12 meses</b>   |
| 30Mbps/30Mbps           | S/.50.00              | S/. 600.00         |
| 50Mbps/50Mbps           | S/.70.00              | S/. 840.00         |
| 80Mbps/80Mbps           | S/.90.00              | S/. 1080.00        |
| 100Mbps/100Mbps         | S/.110.00             | S/. 1320.00        |
| 150Mbps/150Mbps         | S/.150.00             | S/. 1800.00        |
| 200Mbps/200Mbps         | S/.200.00             | S/. 2400.00        |

*Nota.* En la tabla muestra los planes de servicio de internet con sus respectivos precios mensuales. *Fuente:* Elaboración propia.

**Distribución de la red:** para nuestro proyecto consideramos división en dos niveles; primer nivel con splitter 1x8; también el segundo nivel tendrá splitter 1x8, haciendo en total 1x64; este tipo de división óptico es recomendable para proyectos escalables, porque más adelante brindará servicios de canales de TV y cámaras de videovigilancia para hogares.

**Topología de red:** La topología que usaremos es topología de árbol y estrella, en vista que tendremos una cabecera central desde dónde se desplegará el cable de fibra óptica troncal de 48 hilos, los ramales de cables de fibra óptica de 12 hilos vendrían ser las ramas del árbol y así continuamos hasta los hogares de los abonados.

**Gestión de permisos:** Se solicita a ELECTROCENTRO para usar los postes, para el despliegue correspondiente y la Municipalidad distrital de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray para trabajos de altura en vías públicas.

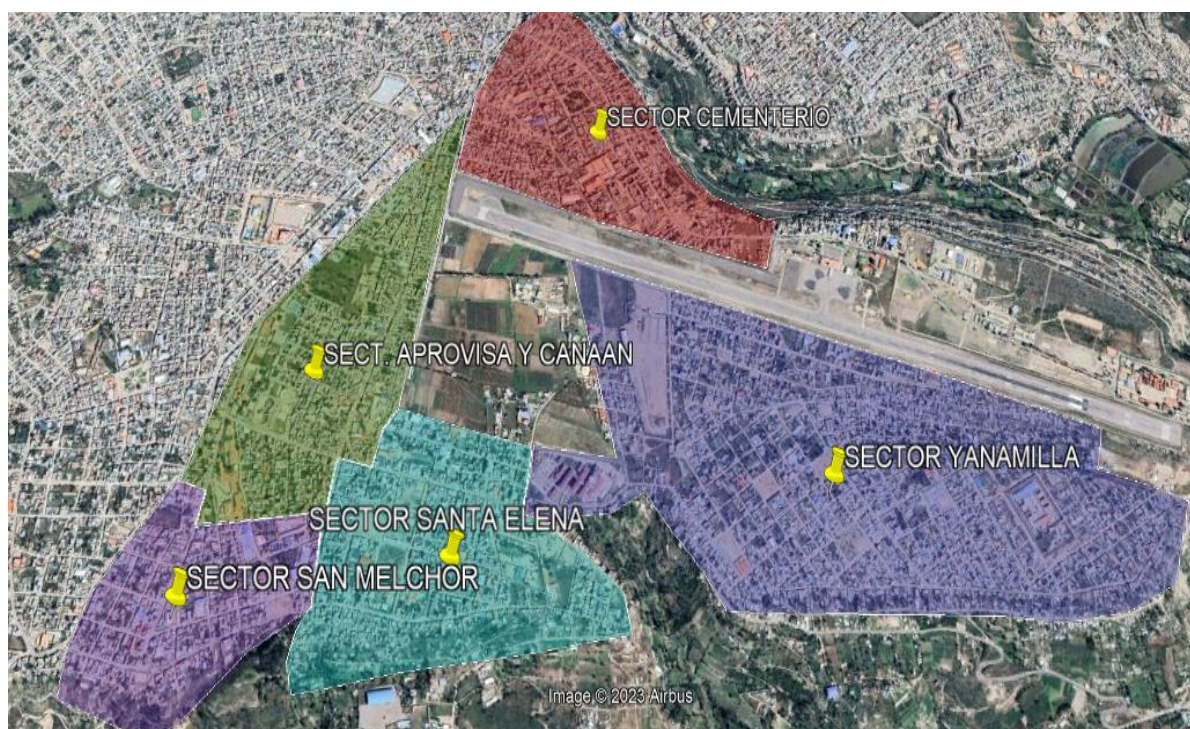


#### 4.1.2.2. *Evaluar los sectores donde se instalará la red*

El objetivo nuestro es tener cobertura en todos los sectores del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, para ello es evaluar el entorno de los sectores donde se desplegarán la red, para ello fuimos a verificar los postes que están en lugares accesibles para el tendido, las calles son anchas para trabajos de planta externa y el movimiento vehicular es poco fluido por lo que deja trabajar en las avenidas.

**Figura 18**

*Sectores del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray*



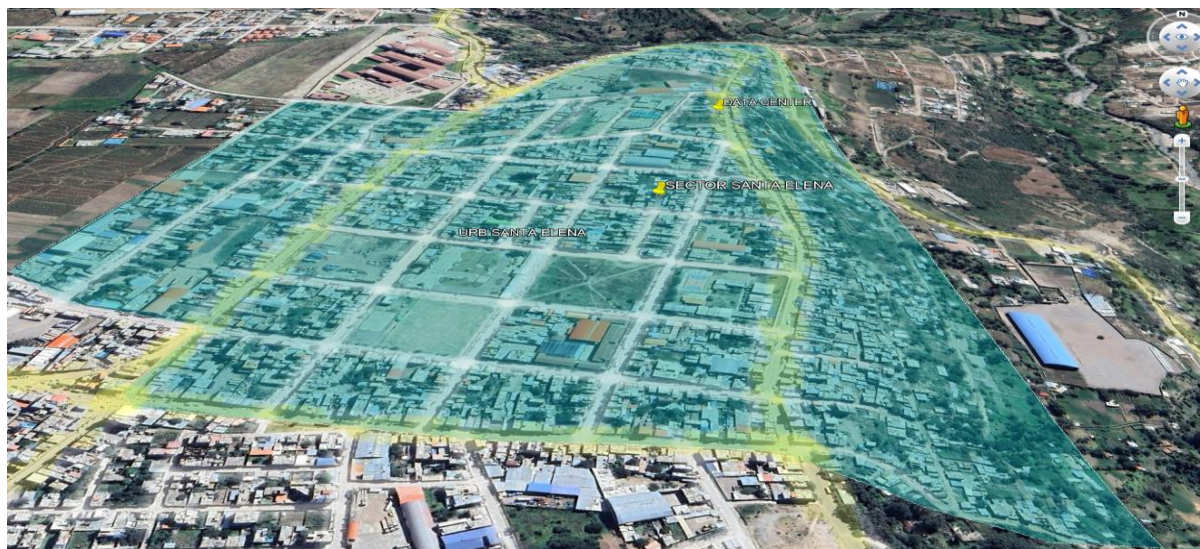
*Nota.* Según la figura nos enfocaremos en el Sector de Santa Elena, por razones de tiempo y presupuesto de la empresa. *Fuente:* Elaboración propia.

Por factores presupuestales de la empresa nos enfocamos con nuestro proyecto, solo en el sector de Santa Elena en vista de que hay demanda según nuestra encuesta levantada, también la población sigue aumentándose por el espacio de las calles libre tránsito y también por la cercanía al nuevo hospital.



**Figura 19**

*Sector de Santa Elena*



*Nota.* En la figura se muestra el mapeo del Sector de Santa Elena. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 20**

*Cantidad de hogares por cuadra o manzanas*



*Nota.* En el Sector de Santa Elena, se contabilizaron un promedio de 1150 casas, sin contar colegios, iglesias y el hospital. *Fuente:* Elaboración propia.

Según la figura 14; tenemos 1150 hogares, se puede decir también 1150 abonados, para calcular el número de cajas de distribución (CTO) a instalar, aplicaremos la siguiente fórmula.

**(Cantidad de abonados) / (Hilos de splitter de 2do nivel) = Cantidad de CTO**

$$1150 / 8 = 144$$

Para calcular la cantidad de splitter del primer nivel vamos a dividir la cantidad de cajas de distribución (CTO) entre el número de hilos del splitter.

**(Cantidad CTO) / (Número de hilos de splitter de 1er nivel) = Cantidad de splitter**

$$144 / 8 = 18$$

Según nuestro caso, para cubrir los 1150 abonados se requiere tener en stock, 144 cajas de distribución CTO o cajas NAP y para despliegue del primer nivel necesitamos 18 splitters de 1x8.

#### **4.1.2.3.      *Analizar las brechas***

Según la entrevista realizada a los hogares de sector de Santa Elena y las experiencias de los abonados, analizo que las brechas que favorece para el despliegue de la red son las pésimas calidades de servicio que brindan los proveedores de servicio de internet (ISP) y los cobros de reconexión con recargos. Son los motivos y experiencias de contratar nuevos servicios de internet.

#### **4.1.2.4.      *Plan de proyecto***

En la siguiente tabla se muestra el plan de trabajo para el respectivo diseño e implementación del proyecto.

**Tabla 23**

*Planificación de actividades y responsables*

| Fases                  | Actividad                                    | Responsable                             | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb |
|------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Fase de preparación    |                                              |                                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Requisitos organizacionales                  | Ingeniero de sistemas y Stakeholders    | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Desarrollar estrategia de red                | Ingeniero de sistemas                   | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Proponer una arquitectura conceptual         | Ingeniero de sistemas                   | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Identificar las tecnologías                  | Ingeniero de sistemas y Stakeholders    | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Justificación financiera                     | Ingeniero de sistemas y Stakeholders    | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Fase de planeación     |                                              |                                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Identificar los requisitos de la red.        | Ingeniero de sistemas                   |     | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Evaluar los sitios donde se instalará la red | Ingeniero de sistemas y Stakeholders    |     | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Realizar los análisis de brechas             | Ingeniero de sistemas y Stakeholders    |     | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Elaborar plan de proyecto                    | Ingeniero de sistemas                   |     | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Fase de diseño         |                                              |                                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Diseñar nivel lógico de la red               | Ingeniero de sistemas                   |     |     | X   | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Diseñar nivel físico de la red.              | Ingeniero de sistemas                   |     |     | X   | X   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Fase de implementación |                                              |                                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Implementación de la red                     | Técnico liniero y ayudantes             |     |     |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   |     |     |     |
|                        | Registro de implementación                   | Ingeniero de sistemas y técnico liniero |     |     |     |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   |     |     |
|                        | Verificación de la implementación            | Ingeniero de sistemas                   |     |     |     |     | X   | X   | X   | X   | X   | X   |     |     |
| Fase de operación      |                                              |                                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | Pruebas de funcionalidad.                    | Ingeniero de sistemas y técnico liniero |     |     |     |     |     |     |     |     |     | X   | X   | X   |
|                        | Detección y corrección de fallas             | Ingeniero de sistemas y técnico liniero |     |     |     |     |     |     |     |     |     | X   | X   | X   |
|                        | Monitoreo e informe de prueba                | Ingeniero de sistemas                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     | X   | X   | X   |
| Fase de optimización   |                                              |                                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

*Nota.* En la tabla muestra el plan de trabajo con las fases y sus respectivos actividades y responsabilidades del personal profesional. *Fuente:* Elaboración propia.



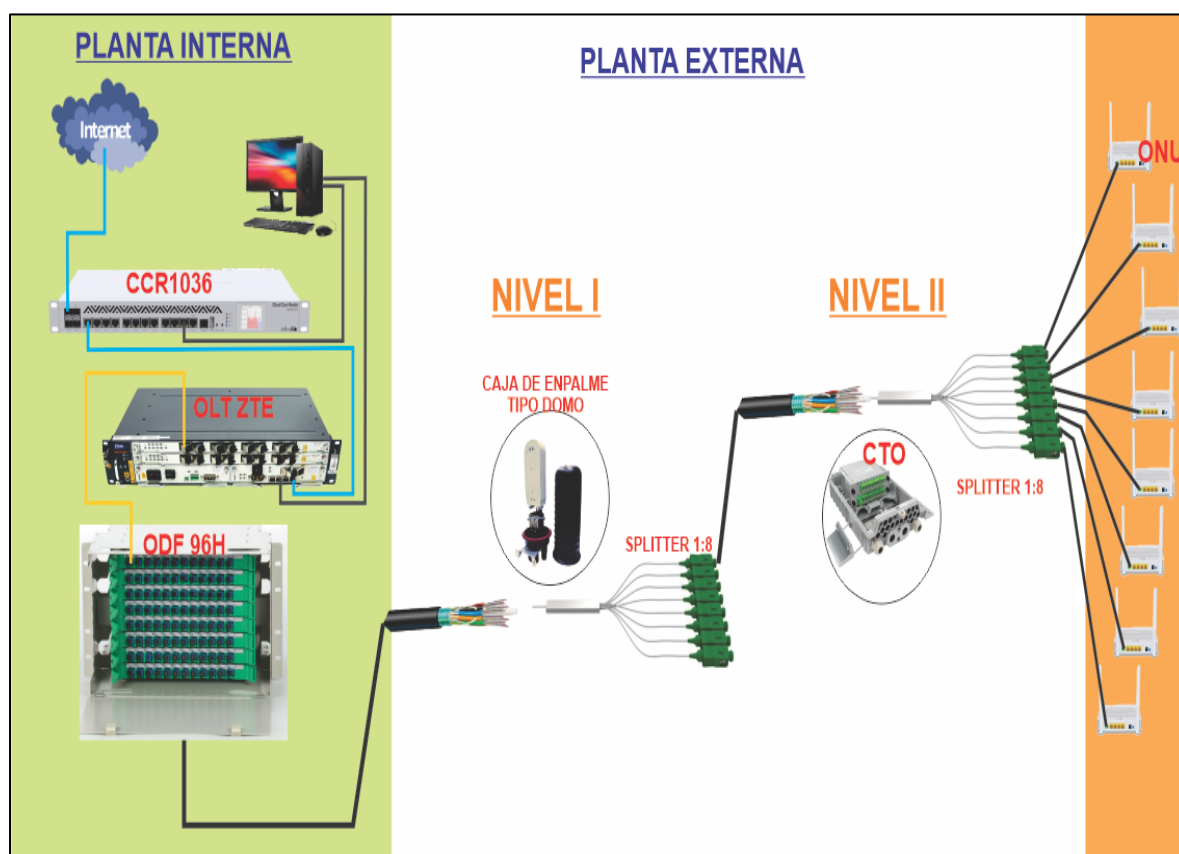
### 4.1.3. Fase diseño

#### 4.1.3.1. *Diseño físico de la red*

En el diseño físico los equipos de planta interna como: mikrotik CCR1036, Optical terminal Line Para (OLT), ODF están fijados sobre la estructura metálica que va ser como soporte. Mientras para el diseño de planta externa lo contabilizamos los postes, también ubicamos los postes para la mufa o caja de empalme y para las cajas Nap o CTOs. En la siguiente figura 20 muestra los equipos activos que funcionan con energía y se encuentran en la oficina central por eso se llama planta interna; mientras los componentes pasivos se instalan fuera de la oficina como: Cajas de empalme, cajas Nap, Splitter, fibra óptica y las ferreterías para el tendido del cable de fibra; por ello llamamos planta externa, ver figura 20.

**Figura 21**

*Diseño físico de la red de fibra óptica hasta el hogar*

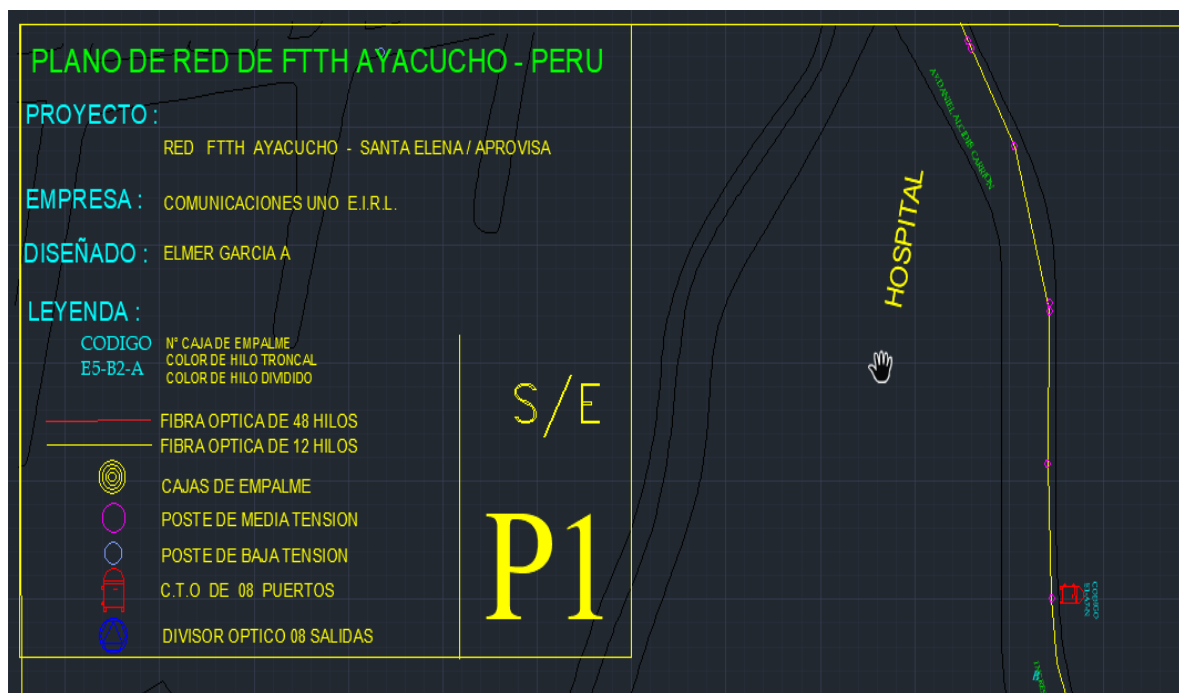


*Nota.* Diseño físico de las conexiones de equipos tecnológicos que se usarán en el despliegue de la red FTTH, en la planta interna y externa. *Fuente:* Elaboración propia.

Para desplegar la red de fibra óptica, existen métodos y las buenas prácticas, para elegir se tiene que tener en cuenta la zona donde se va a desplegar; la instalación de cable de fibra óptica se realizará de forma aérea apoyados en los postes de Electrocentro. Para el sector de Santa Elena se contabilizó 32 postes de media tensión y 106 postes de baja tensión. Para el sector se proyecta instalar 42 cajas de distribución o caja terminal óptico o más conocido como CTO, para cubrir 240 abonados en la primera etapa.

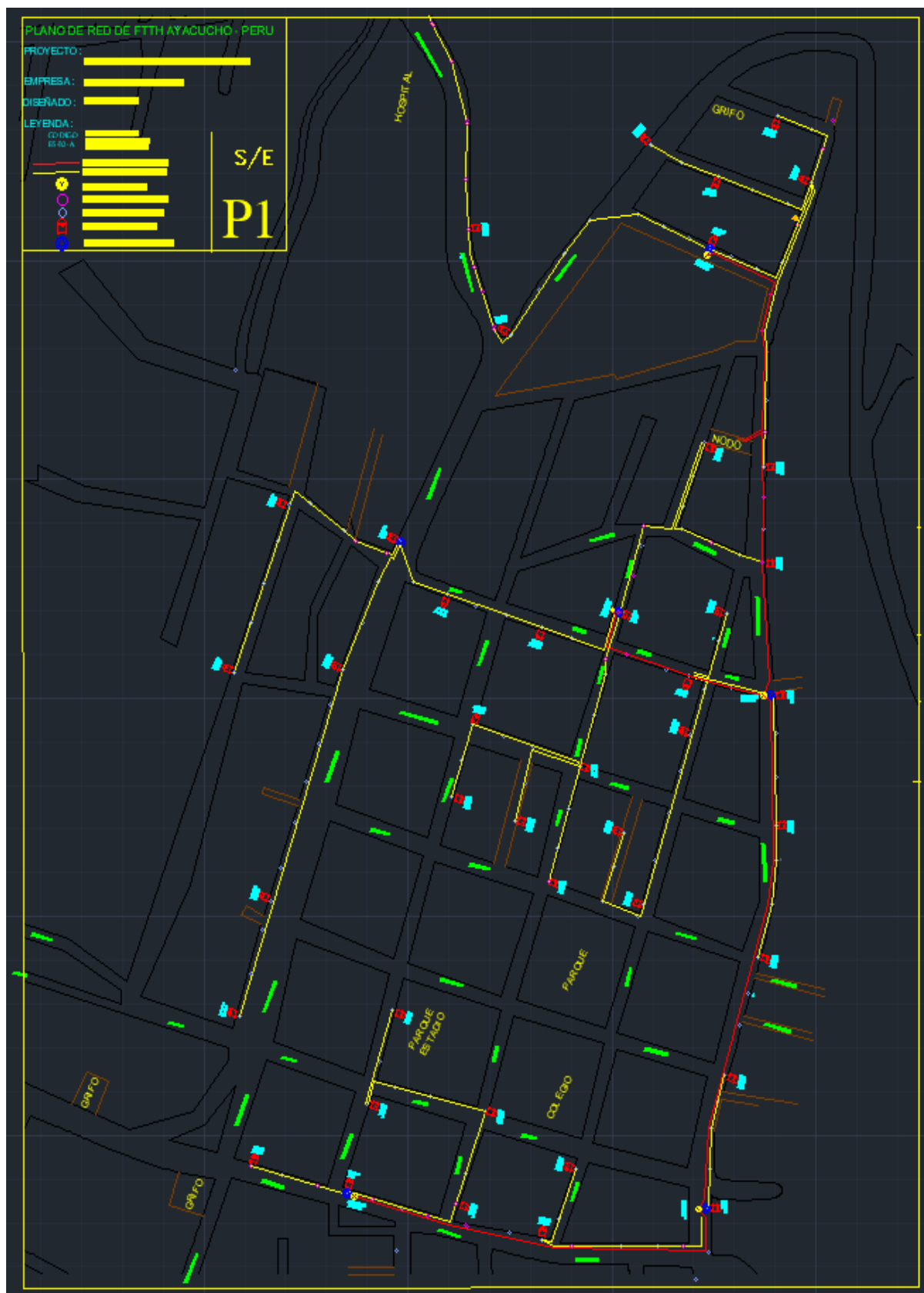
**Figura 22**

*Leyenda del plano de la red FTTH en autocad*



**Figura 23**

*Plano de la red FTTH en el sector Santa Elena*

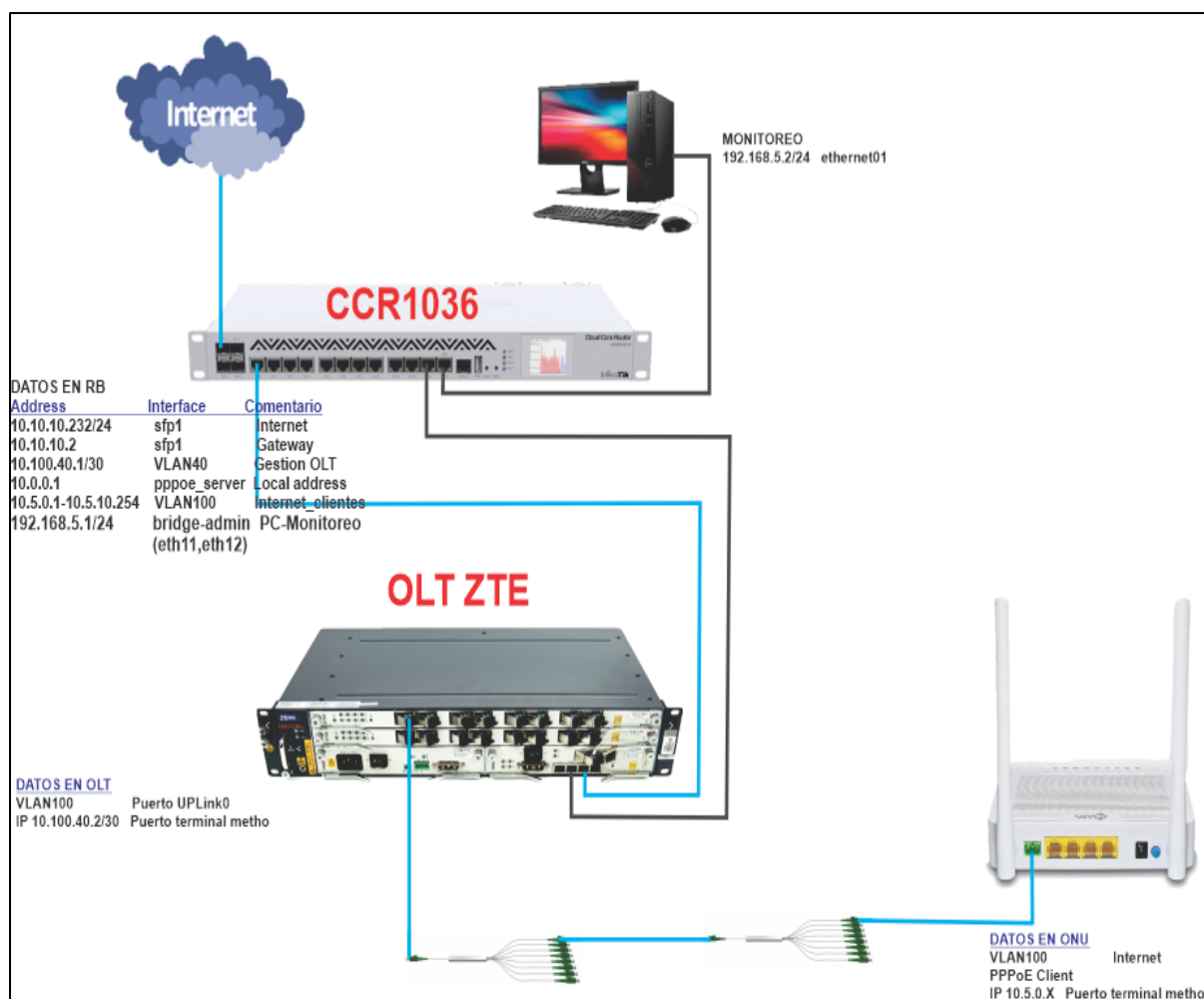


#### 4.1.3.2. *Diseño lógico de la red.*

Una vez desarrollado nuestro diseño físico, vamos a plasmar nuestro diseño lógico y configurar el Mikrotik CCR1036, OLT, Wishub, AdminOLT y router ONU. Cabe recalcar que el Wishub y AdminOLT son cuentas con pago.

**Figura 24**

*Diseño lógico de la red*



*Nota.* En la figura se muestra las configuraciones del Mikrotik CCR1036, del terminal de línea óptico (OLT) y del router Unidad de red óptica (ONU) para el cliente.

#### 4.1.3.3. *Especificación del diseño de la red*

La especificación del diseño de la red contempla describir y aplicar los estándares y parámetros en la implementación de la red.

**Estándares y Parámetros:** En los requisitos técnicos, tenemos que ser estrictos en el manejo de los estándares y parámetros ópticos, para ello nos apoyamos en el estándar ITU-G.984x.

**Figura 25**

*Parámetros del estándar (ITU-T G.984.x)*

| Norma ITU-T G 984.x            |                                                        |                                                                                                                     |                                                                                           |            |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| ITU-T<br>G.984.1 (ITU-T, 2011) | Características generales.                             | Arquitectura del sistema OAM.<br>Tipos de interfaz: servicio, usuario.<br>Alcance lógico.                           | Tipos de servicio.<br>Tasa física de transmisión y recepción.<br>Rendimiento del sistema. |            |
| ITU-T<br>G.984.2 (ITU-T, 2012) | Medios físicos dependientes.                           | <b>Parámetros Class B+</b>                                                                                          | <b>ONT</b>                                                                                | <b>OLT</b> |
|                                |                                                        | Potencia óptica máxima                                                                                              | + 5 dBm                                                                                   | + 5 dBm    |
|                                |                                                        | Potencia óptica mínima                                                                                              | +0,5 dBm                                                                                  | +1,5 dBm   |
|                                |                                                        | Sensibilidad mínima                                                                                                 | -27 dBm                                                                                   | -28 dBm    |
|                                |                                                        | Potencia óptica mínima de sobrecarga                                                                                | - 8 dBm                                                                                   | - 8 dBm    |
| ITU-T<br>G.984.3 (ITU-T, 2014) | Convergencia de transmisión                            | Subcapas GPON TC                                                                                                    | Formato de trama                                                                          |            |
|                                |                                                        | Rango                                                                                                               | Seguridad                                                                                 |            |
|                                |                                                        |                                                                                                                     | Ancho de Banda Dinámico.<br>Operaciones, administración y mantenimiento.                  |            |
| ITU-T<br>G.984.4 (ITU-T, 2011) | Gestión ONT, especificación de la interfaz de control. | Interoperabilidad entre OLTs y ONTs de diferentes proveedores.                                                      |                                                                                           |            |
| ITU-T<br>G.984.5 (ITU-T, 2014) | Mejoramiento de banda.                                 | Define longitudes de onda reservados para las señales de servicio adicionales utilizando WDM en la futura red GPON. |                                                                                           |            |
|                                |                                                        | Especifica los requisitos técnicos para la aplicación del filtro de longitud de onda en la ONT.                     |                                                                                           |            |
| ITU-T<br>G.984.6 (ITU-T, 2012) | Mayor alcance.                                         | Describe los parámetros de la arquitectura y la interfaz para los sistemas GPON con mayor alcance.                  |                                                                                           |            |

*Nota.* Adaptado de “Parámetros para certificar una red FTTH GPON (ITU-T G.984.x)”, (Quisnancela & Espinosa, 2016, p. 19), *Certificación de redes GPON, normativa ITU G.984.x*

**Atenuaciones:** Los medios de transmisión ópticos pasivos, tienen niveles de atenuación en el tramo de la cabecera hasta el hogar del abonado, en la siguiente figura muestra una referencia de los valores de las atenuaciones que generan, y tenemos que mucha en cuenta al momento de certificar el tendido e instalación al abonado.



**Figura 26**

*Atenuación en medios físicos pasivos*

| Medios físicos dependientes.          |               |
|---------------------------------------|---------------|
| Máxima velocidad Downstream:          | 2,488 Gbit/s. |
| Máxima velocidad Upstream:            | 1,244 Gbit/s. |
| Máximo alcance físico                 | 20 Km         |
| Máximo alcance lógico                 | 60 Km         |
| Atenuación en puntos de fusión.       | ≤ 0,30 dB     |
| Atenuación en conectores mecánicos.   | ≤ 0,50 dB     |
| Atenuación en conectores.             | ≤ 0,75 dB     |
| Atenuación en mangas.                 | ≤ 0,15 dB     |
| Margen de seguridad                   | +3 dB         |
| Atenuación $\lambda = 1310$ nm        | 0,35 dB/Km    |
| Atenuación $\lambda = 1550 / 1490$ nm | 0,22 dB/Km    |
| Divisor óptico (splitter)             |               |
| 1:64                                  | ≤ 20,5 dB     |
| 1:32                                  | ≤ 17,5 dB     |
| 1:16                                  | ≤ 13,8 dB     |
| 1:8                                   | ≤ 10,6 dB     |
| 1:4                                   | ≤ 7,5 dB      |
| 1:2                                   | ≤ 3,8 dB      |

**Estándar de los colores de hilos de fibra:** Es buena práctica y recomendable seguir y respetar los colores de los hilos, buffer del cable fibra; para desarrollar el despliegue de la red en forma ordenada y estructurada.

**Figura 27**

*Colores de los hilos de fibra*

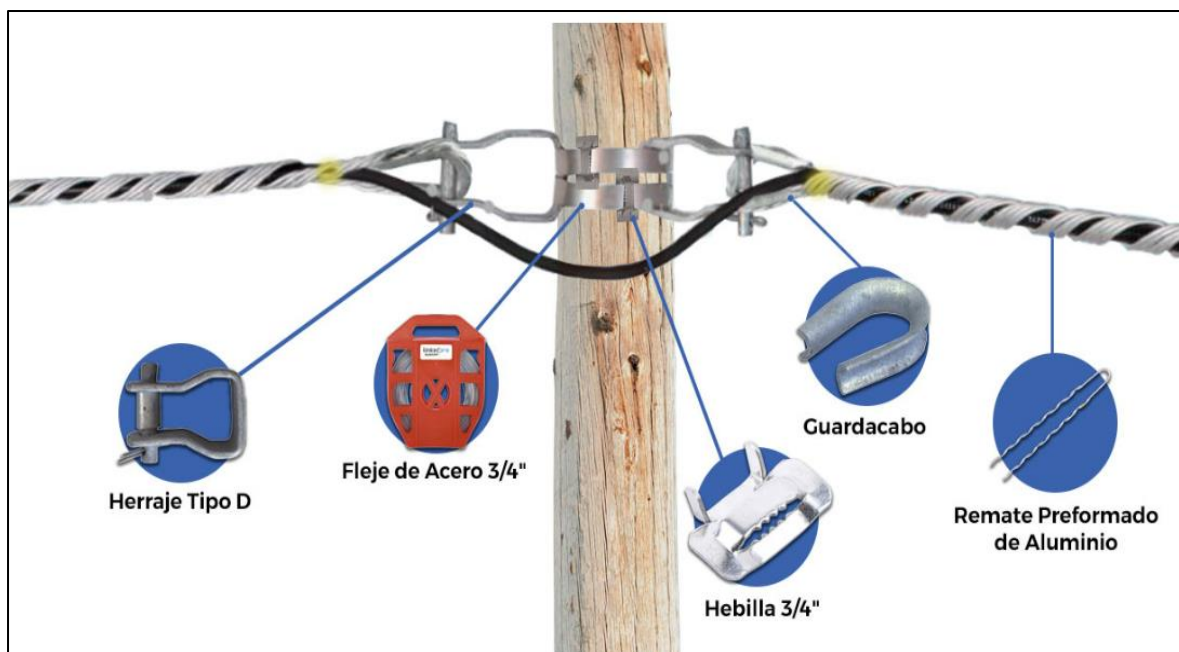
| Colores para Fibras Individuales (según estándar TIA-598-C) |          |          |                          |
|-------------------------------------------------------------|----------|----------|--------------------------|
| Posición                                                    | Color    |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

*Nota.* Adaptado de “El código de colores de la fibra” (Espinós, 2016).

Las buenas prácticas para el tendido de cable de fibra spam 100 y acondicionamiento con sus respectivos materiales para el aseguramiento de cable.

**Figura 28**

*Acondicionamiento de cable de fibra de spam 100*



Nota. En la figura muestra la manera de remate o sujetar la fibra óptica aérea en el poste, existen dos formas de sujeción una es el remate y la otra es paso, el último va apoyado en el herraje tipo D con un aislador cerámico, adaptado de SYSCOM Blog, Flickr (<https://www.syscomblog.com/2022/09/solucion-de-herrajes-para-instalacion.html>).

#### **4.1.4. Fase implementación**

##### **4.1.4.1. Instalación de equipos en la cabecera.**

**Paso 1:** En la planta interna se verificó que el router mikrotik CCR1036 fue instalado en la estructura de soporte; enseguida colocamos el módulo transeiver en el puerto sfp1 del CCR1036 y conectamos el patchcord de fibra para internet desde el equipo del proveedor, como muestra la figura 28.

**Figura 29**

*Acondicionamiento de CCR1036*

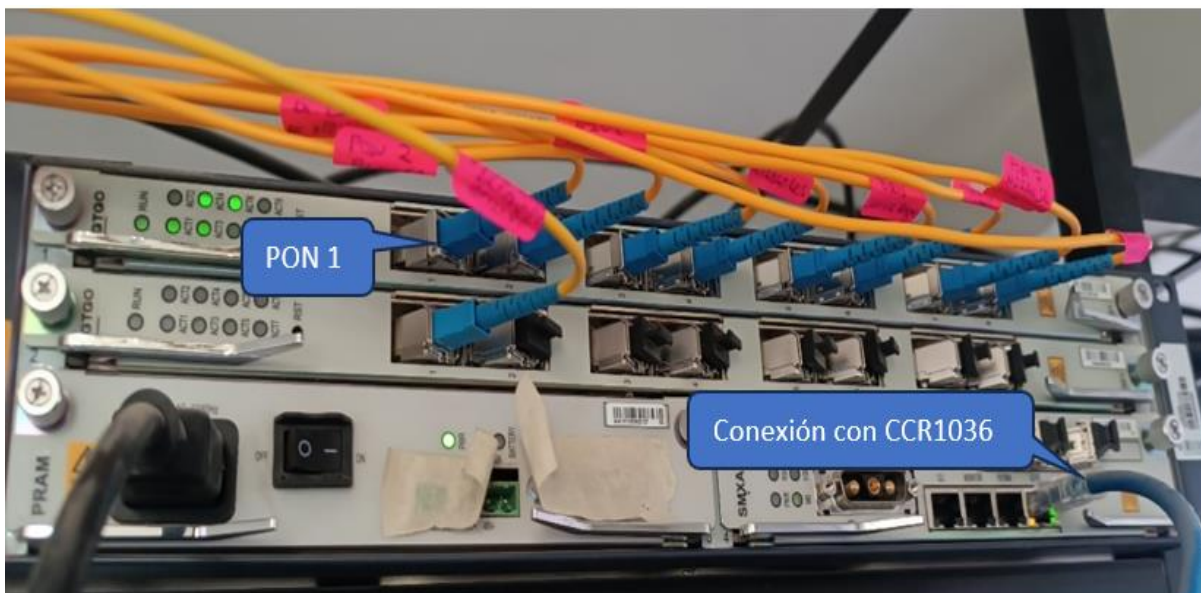


*Nota.* En la figura muestra el acondicionamiento del Mikrotik CCR1036, en la estructura de soporte que se preparó para los equipos y su respectivo cableado a cada equipo, el cable de red color celeste va conectado al OLT, mientras el cable amarillo va al PC para el monitoreo.

**Paso 2:** Acondicionamiento de OLT Zte C320 en la estructura de soporte.

**Figura 30**

*Acondicionamiento OLT ZTE C320*

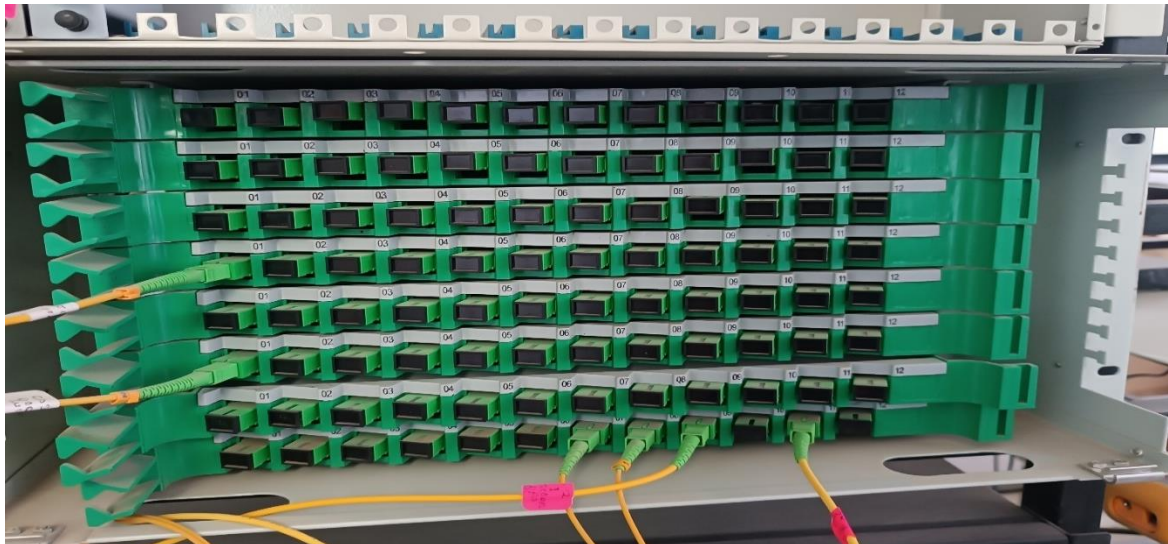


*Nota.* En la figura muestra cada puerto PON con una etiqueta para el fácil reconocimiento del hilo, el cable de red cat6 de color celeste viene conectado desde el Mikrotik CCR1036.

**Paso 3:** Acondicionamiento del ODF en la estructura de soporte

**Figura 31**

*Acondicionamiento de marco de Distribución óptica (ODF)*

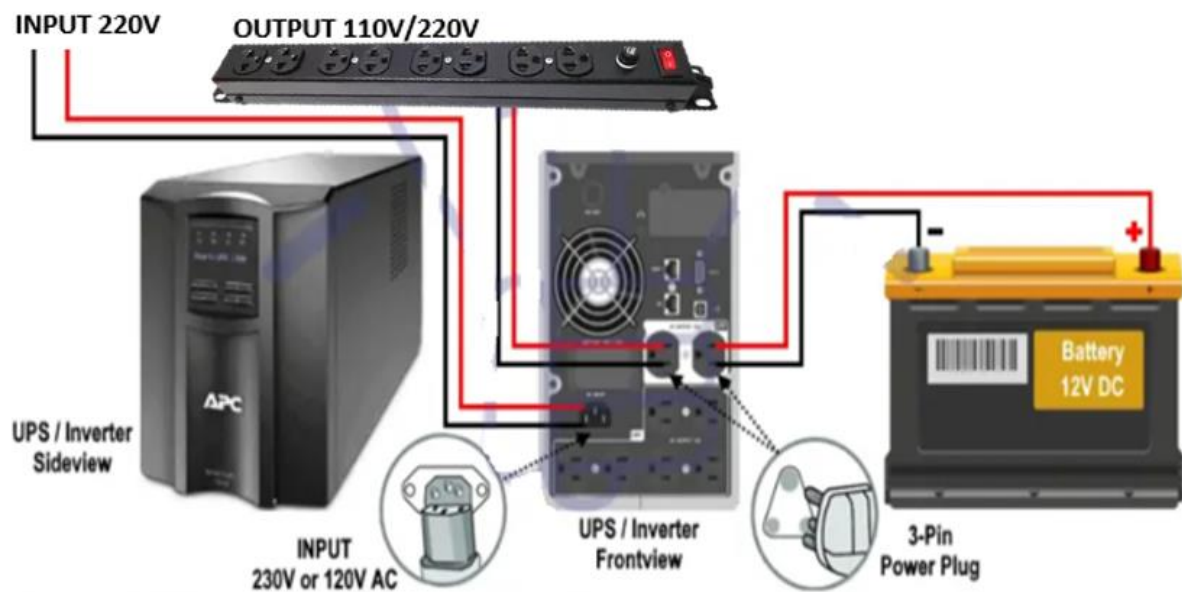


*Nota.* El ODF que usaremos será de 96 hilos, con sus respectivas etiquetas.

**Paso 4:** Implementación de energía de respaldo para los equipos activos de planta interna, con batería de 200Ahm y un UPS de 1500VA (1200W) para una duración de 10 horas.

**Figura 32**

*Instalación de energía de respaldo*



*Nota.* En el gráfico muestra la conexión de energía para respaldo, con batería y UPS. Fuente.



industriysurfer.com/ recuperado, Flickr ([https://industriysurfer.com/wp-content/uploads/2023/02/1677376179\\_12\\_Diagrama-de-cableado-con-selector-inversorSAI-manualautomatico.png](https://industriysurfer.com/wp-content/uploads/2023/02/1677376179_12_Diagrama-de-cableado-con-selector-inversorSAI-manualautomatico.png)).

#### **4.1.4.2. Instalación de la red en planta externa.**

La red de distribución está conformada por ramales y troncales de fibra 48 hilos, que parte desde la cabecera; mientras la red de distribución hasta los CTO o cajas NAP va con fibra de 12 hilos.

En la implementación se procedió a realizar desde la contratación de personal, la compra de materiales y equipos; adjunto algunas imágenes de campo.

#### **Trabajos en planta externa**

Se procede con el despliegue del cable de fibra por la postería hasta la primera caja de empalme o mufa, donde se fusiona el primer hilo azul del buffer con el splitter 1x8 de primer nivel; enseguida los hilos del splitter de primer nivel debe ser fusionados con las cajas de distribución o CTOs; de allí desde el CTO al hogar del abonado.

**Figura 33**

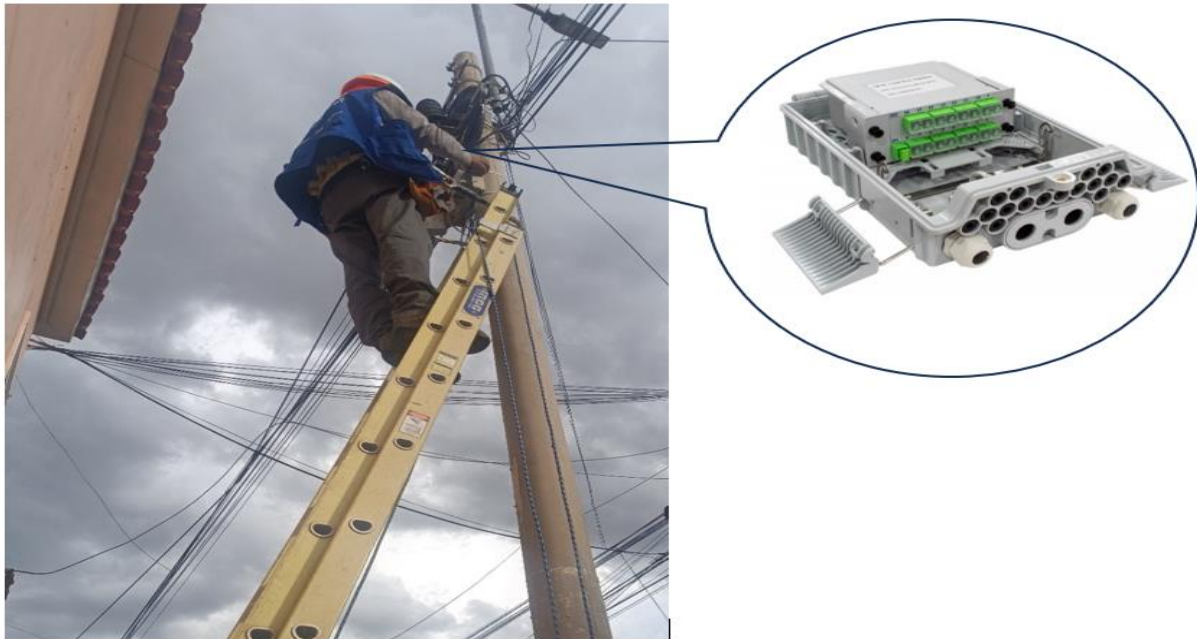
*Colocación de ferreterías para la fibra.*



*Nota.* Personal liniero trabajando colocando la ferretería en la primera figura y en la segunda figura el personal está haciendo remate con el preformado.

**Figura 34**

*Instalación de CTO en el poste.*



*Nota.* En la figura muestra el personal linero habilitando la caja NAP o caja terminal óptica (CTO), y su respectiva codificación de CTO y tendrá la siguiente orden: N° de caja de empalme, color de hilo troncal, color de hilo dividido (E1-A2-A). Fuente. Elaboración propia.

**Figura 35**

*Registro de metraje de la fibra*



*Nota.* En el gráfico se muestra el inicio del metraje de la fibra óptica (5004M), para tener registrado en el stock o almacén. Fuente. Elaboración propia, 2023.

**Figura 36**

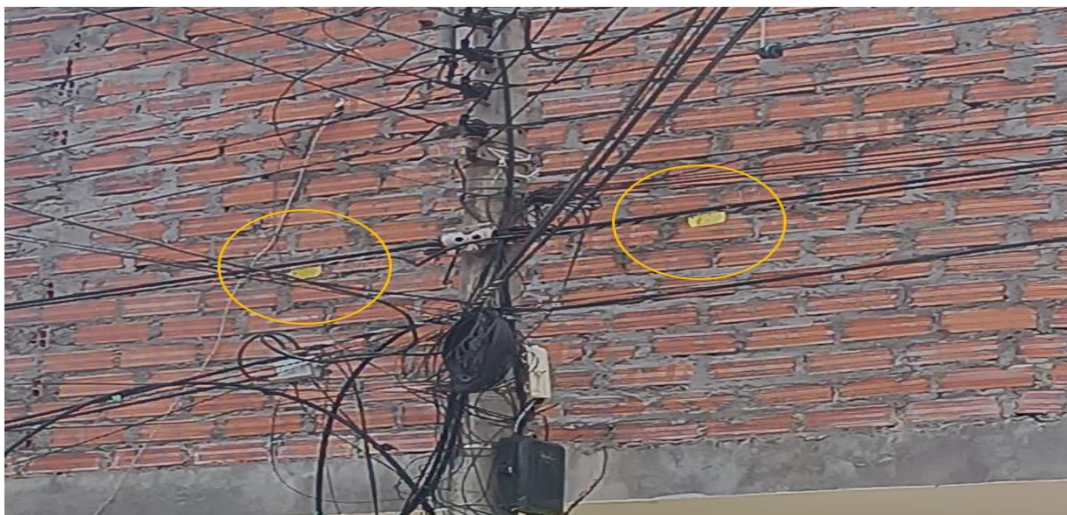
*Tendido de la fibra*



*Nota.* En el gráfico se muestra el trabajo de tendido de la fibra óptica apoyado en un trípode o caballete para facilitar el des bobinado del carrete. Fuente. Elaboración propia, 2023.

**Figura 37**

*Etiquetado de fibra en el poste*



*Nota.* En la figura se muestra el etiquetado del cable de fibra óptica para el reconocimiento de Electrocentro y para identificar por las posibles rupturas. Fuente. Elaboración propia, 2023.



**Figura 38**

*Empalme de fibra en caja de empalme o mufa.*



*Nota.* En la figura se muestra la forma de asegurar el buffer y el hilo de fibra y su respectivo etiquetado de fibra empalmado para identificar en los posteriores. Fuente. Elaboración propia, 2023.

**Figura 39**

*Etiquetado de entrada y salida de fibra en la caja de empalme.*



*Nota.* En la figura se muestra el respectivo etiquetado del cable de fibra que ingresa y el cable de fibra que sale. Fuente. Elaboración propia, 2023.



**Figura 40**

*Fusión o empalmado del hilo para el CTO.*



*Nota.* En la figura se muestra el empalme por fusión del hilo de fibra y habilitación el CTO para los clientes. Fuente. Elaboración propia, 2023.

## **Configuraciones de Router Mikrotik y OLT**

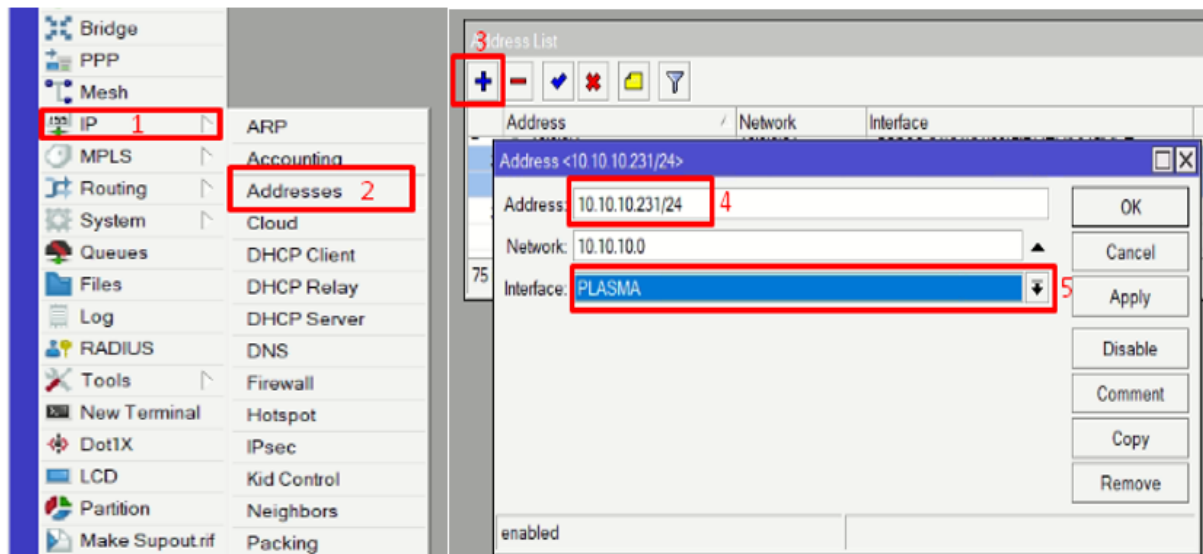
### **Configuraciones en mikrotik**

Para las configuraciones usaremos la herramienta de interfaz gráfico llamado Winbox. Para la gestión y administración de nuestro Mikrotik, lo primero tenemos que creamos el usuario y contraseña de administración por tema de seguridad y ataques externos e internos; enseguida colocamos el IP que nos brinda nuestro proveedor para la conexión de internet, como se muestra en la figura 19 tiene 5 pasos a seguir.

### **Paso 1: Configuración de IP address**

**Figura 41**

*Configuración de dirección de IP en Winbox*

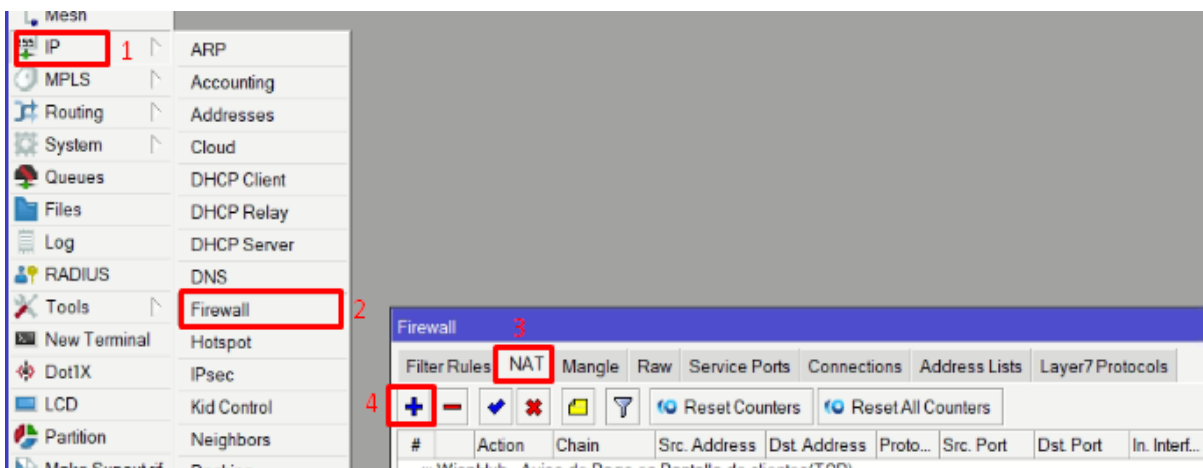


*Nota.* Colocamos la dirección IP 10.10.10.232, con mascara de red 255.255.255.0 en la interface bridge PLASMA, la interface bridge está incluyendo al puerto **sfp1**.

**Paso 2: Configuración de IP Firewall – NAT, tiene 8 pasos importantes, que se muestra en las figuras 19 y 20**

**Figura 42**

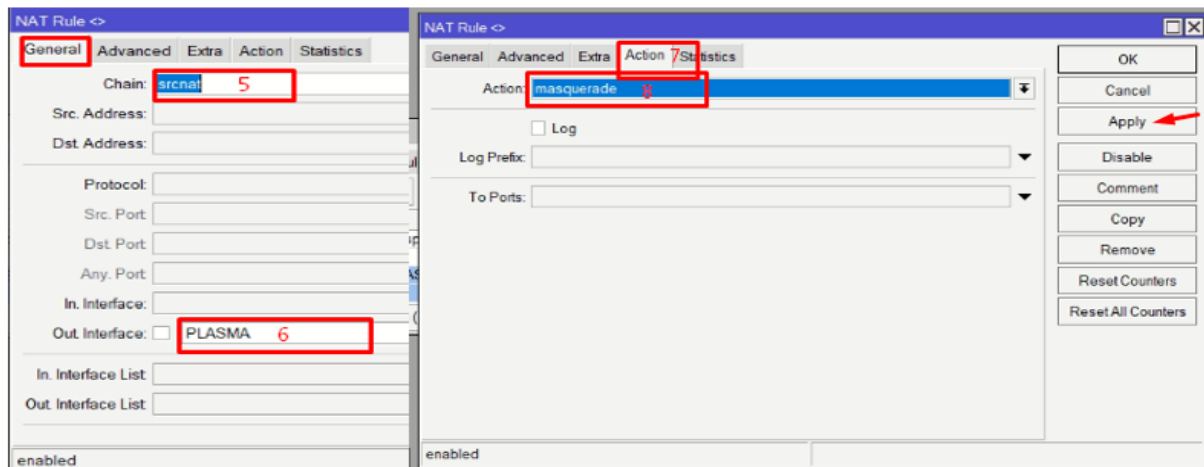
*Configuración de IP- firewall para el enmascaramiento de la red*



*Nota.* En la figura muestra los primeros pasos para la configuración de IP – firewall - NAT - y signo + para abrir nueva ventana.

**Figura 43**

*Configuración de IP - Firewall -NAT*

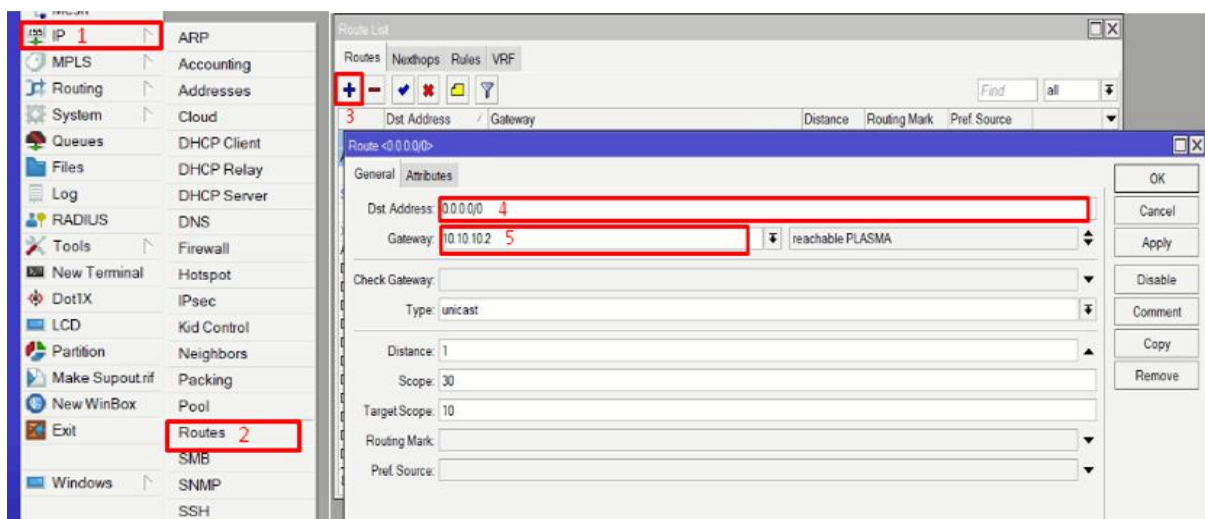


*Nota.* En la figura muestra la configuración del NAT, seleccionamos el origen **chain=srcnat** y la interface de salida **out. Interface = PLASMA** y en acción le seleccionamos **masquerade** para que toda la red interna que salga por la interfaz de salida se enmascare y se conecten al internet.

**Paso 3: Configuración de IP Routes, para asignar la puerta de enlace o Gateway que será 10.10.10.2, tiene 5 pasos importantes a seguir, que se muestra en la figura 22.**

**Figura 44**

*Configuración de IP - Routes*

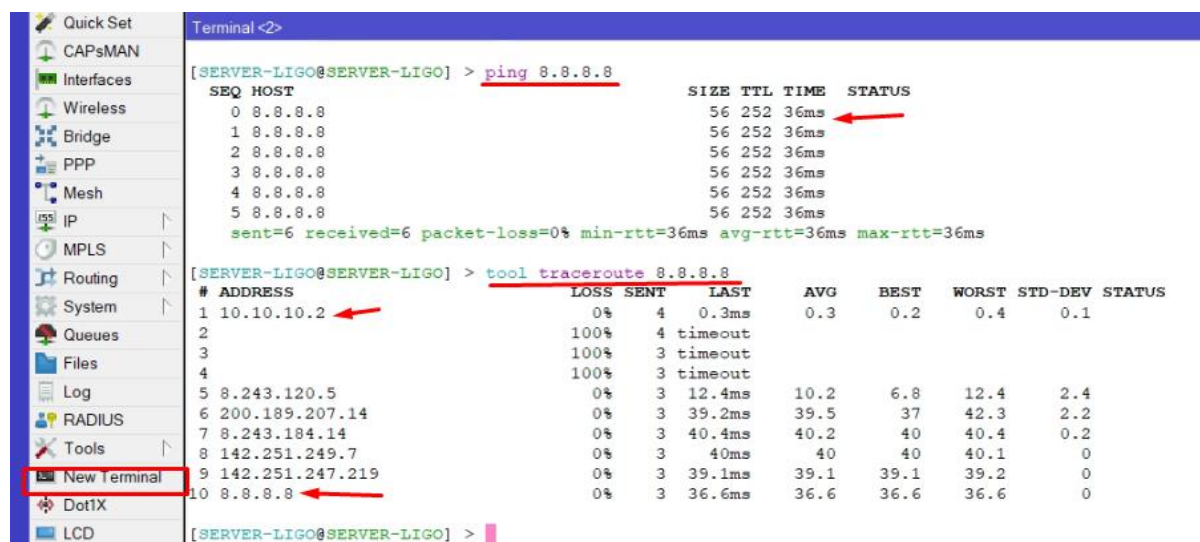


*Nota.* En la figura muestra la configuración de la ruta de salida a internet, colocamos 0.0.0.0/0 para que toda clase de red interna salga por el puerto de enlace 10.10.10.2.

## Paso 4: Probar conexión a internet

Figura 45

Prueba de conexión a internet

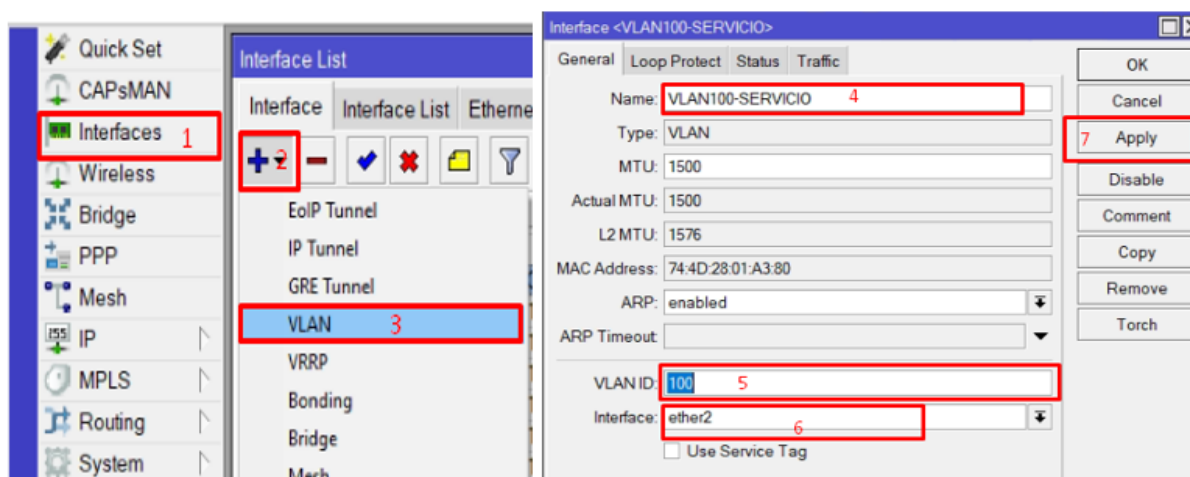


Nota. En la figura muestra la prueba de conectividad a internet, haciendo un ping al DNS de Google, para ello escribimos el comando **ping 8.8.8.8** en el **New terminal**, para comprobar la salida de nuestro internet por el Gateway que nos brindó nuestro proveedor, lo realizamos un **tool traceroute** al DNS de Google.

## Paso 5: Creación de VLAN para el servicio de los abonados

Figura 46

Creación de VLAN en el interfaz de winbox

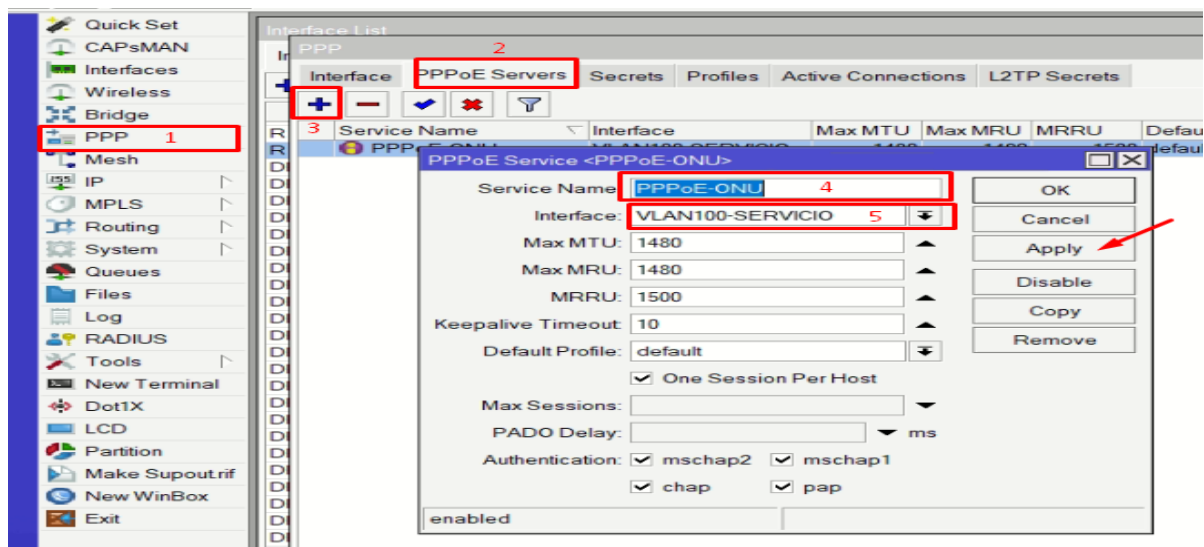


Nota. En la figura muestra la creación y configuración del VLAN, el VLAN tendrá nombre de VLAN100-SERVICIO, tendrá un ID 100 y estará creado en la interface ether2.

## Paso 6: Creación de servidor PPPoE

Figura 47

Creación de servidor PPPoE



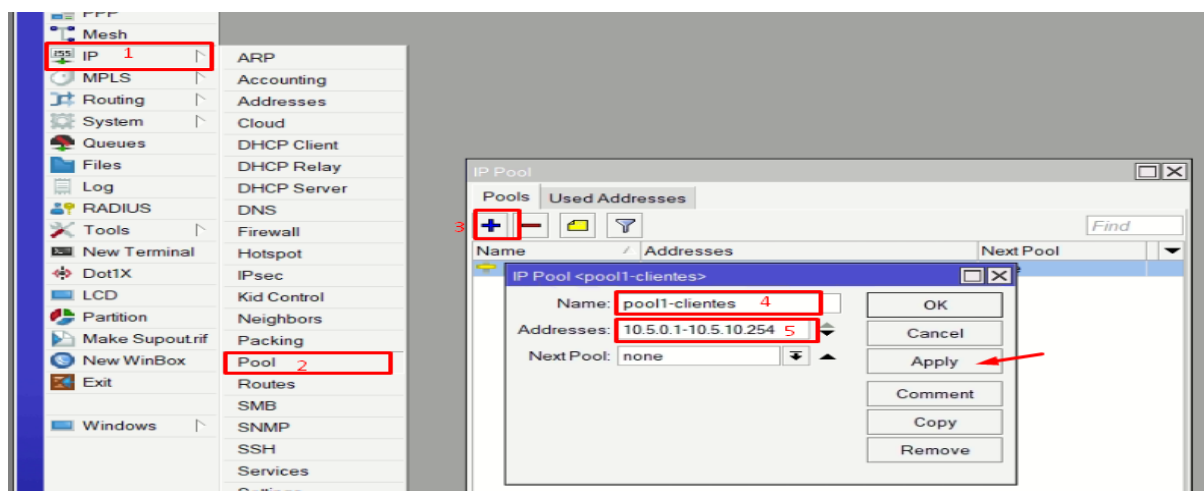
*Nota.* Para la creación del servidor PPPoE vamos al menú PPP y realizamos los pasos y con los datos como muestra en la figura 25.

## Paso 7: Configuración de Perfiles

La creación de perfiles PPPoE se da para contener información para el grupo de conexiones, donde se coloca parámetros para control de ancho de banda según planes. Para ello veremos las siguientes figuras.

Figura 48

Creación de pool de IP para los planes del profile

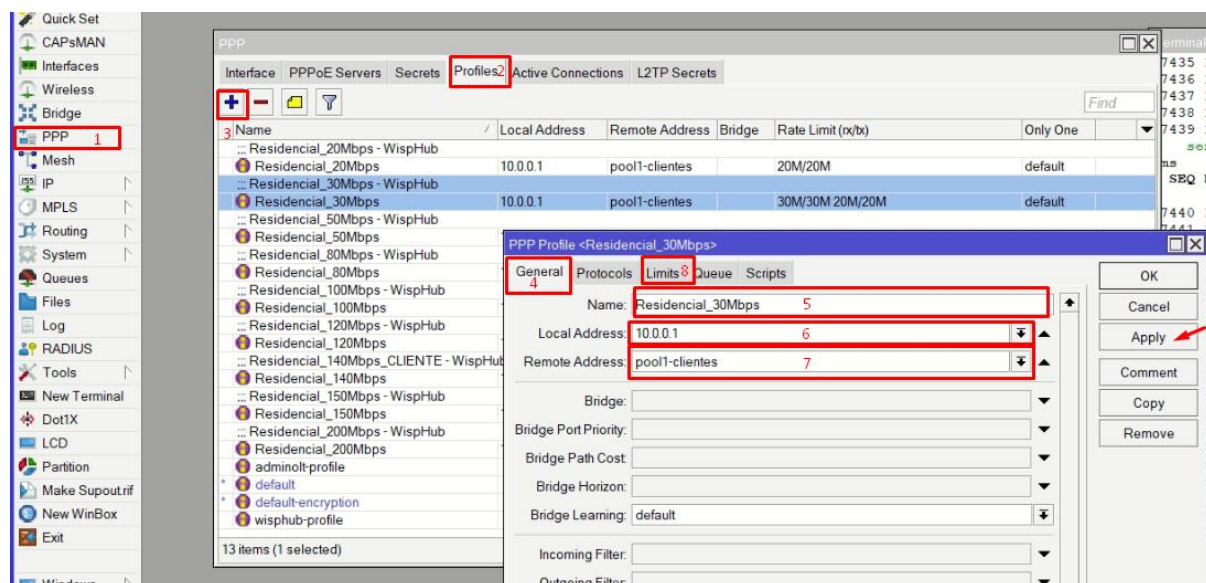


*Nota.* En la figura se muestra la creación del pool con nombre **pool1-clientes** cuyo rango será de 10.5.0.1 – 10.5.10.254, que serán para los direcciones IP de los routers (ONU) de los abonados.



**Figura 49**

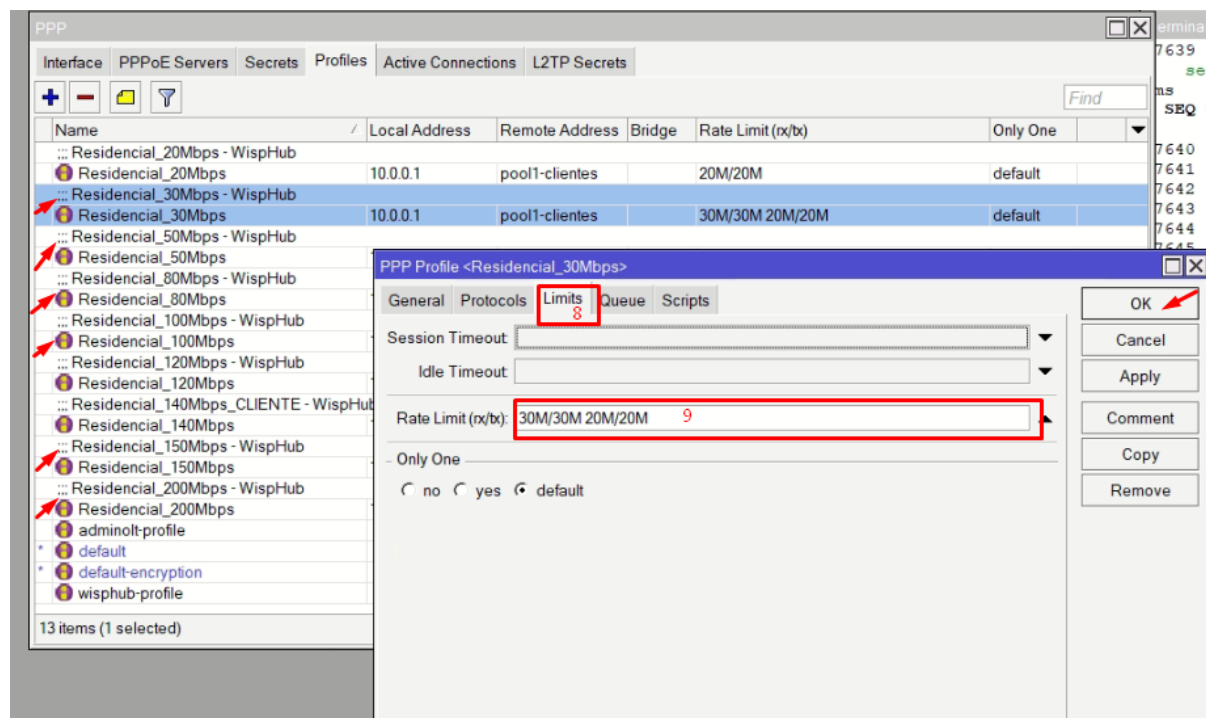
### Creación de Profile



*Nota.* En la figura muestra los pasos para la creación, colocamos el nombre del plan de servicio, luego el IP del servidor PPPoE que viene a ser 10.0.0.1 y los remotos estará en el **pool1-clientes**, continua la figura 28.

**Figura 50**

### Configuración de límite de ancho de banda del plan



*Nota.* Continuando con la configuración de profile, en esta figura configuramos el límite de ancho de banda que será 30m de descarga y 30M de carga.

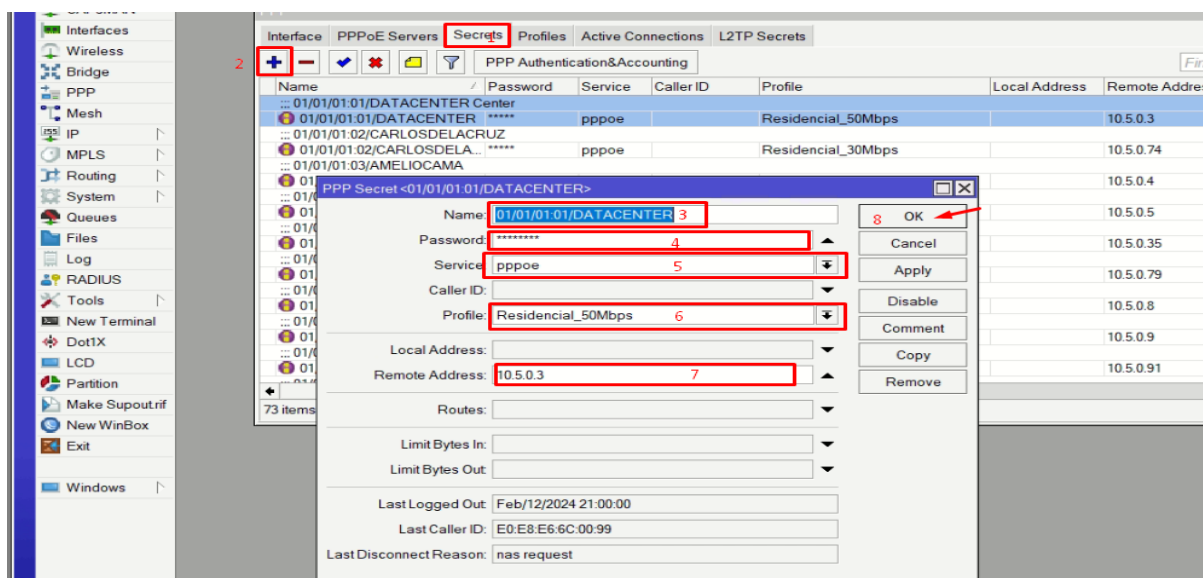
Para la configuración de Profile de los otros planes son los mismos procedimientos a seguir.

## Paso 8: Creación de usuarios ppoe para los abonados

Para la creación de los usuarios y contraseñas para los abonados y la asignación de los perfiles nos vamos al menú **Secret** de la ventana PPP. Crearemos los usuarios por cada Profile utilizando sus nombres y apellidos para control de los abonados.

**Figura 51**

*Creación de usuarios y contraseñas para abonados*



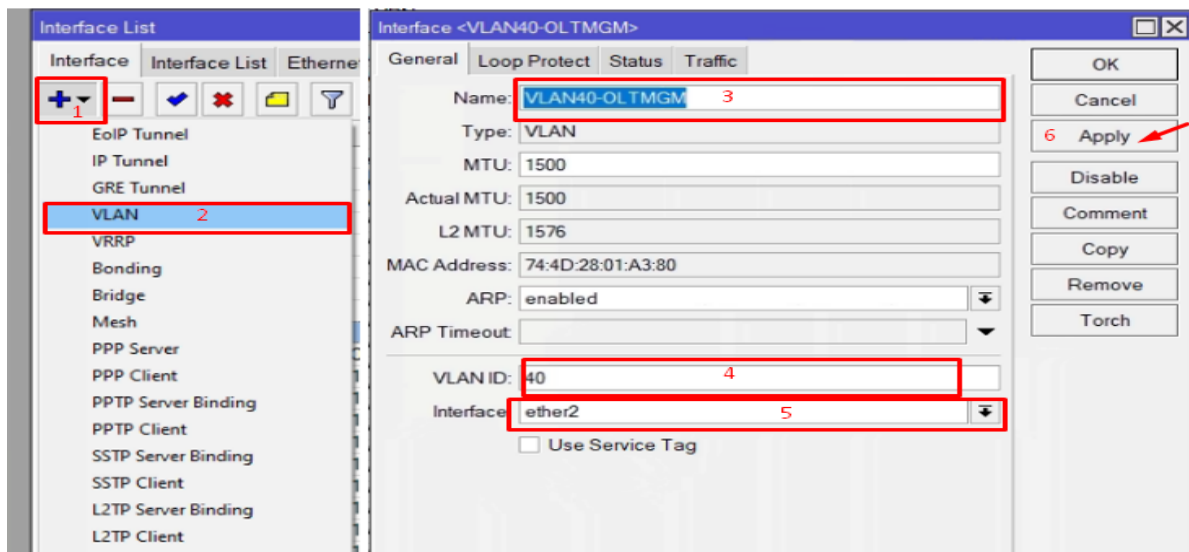
Nota. En la figura muestra los pasos para crear usuarios y contraseñas, seleccionamos el profile para el control de ancho de banda según el plan solicitado de los abonados.

## Paso 9: Configuraciones en mikrotik para OLT

Para la gestión y administración de nuestra OLT, se creó en el mikrotik un VLAN con Id 40 con nombre de VLAN40-OLTMGM y tendrá la dirección de IP 10.100.40.1 255.255.255.252.

**Figura 52**

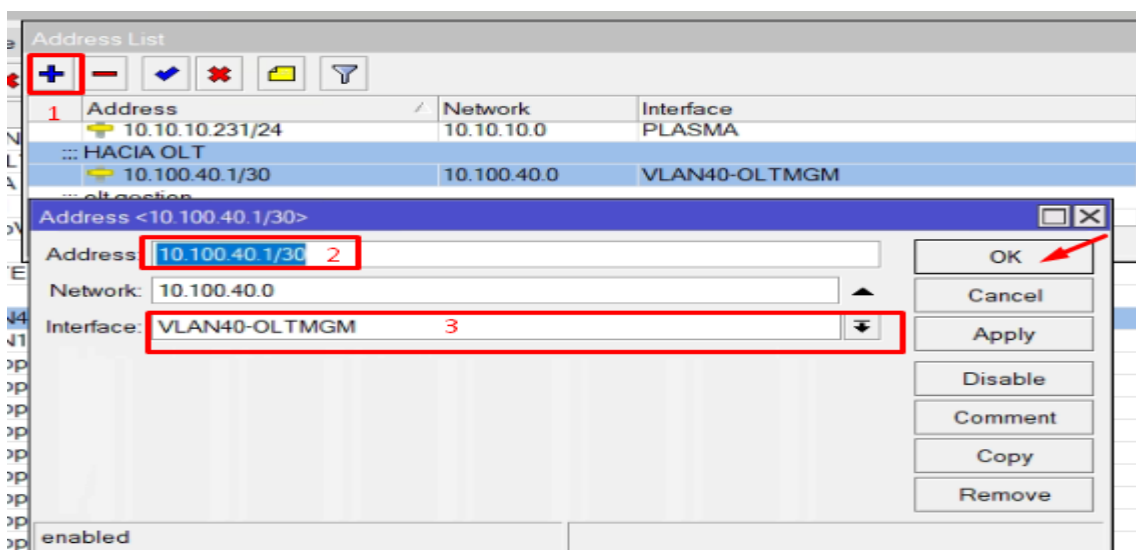
*Configuración del VLAN para la gestión del OLT*



Nota. En la figura muestra los pasos para la creación y configuración del VLAN con ID 40.

**Figura 53**

*Configuración de dirección IP para VLAN 40*



Nota. En la figura muestra la configuración de dirección IP del VLAN, que será 10.100.40.1/30 en el mikrotik.

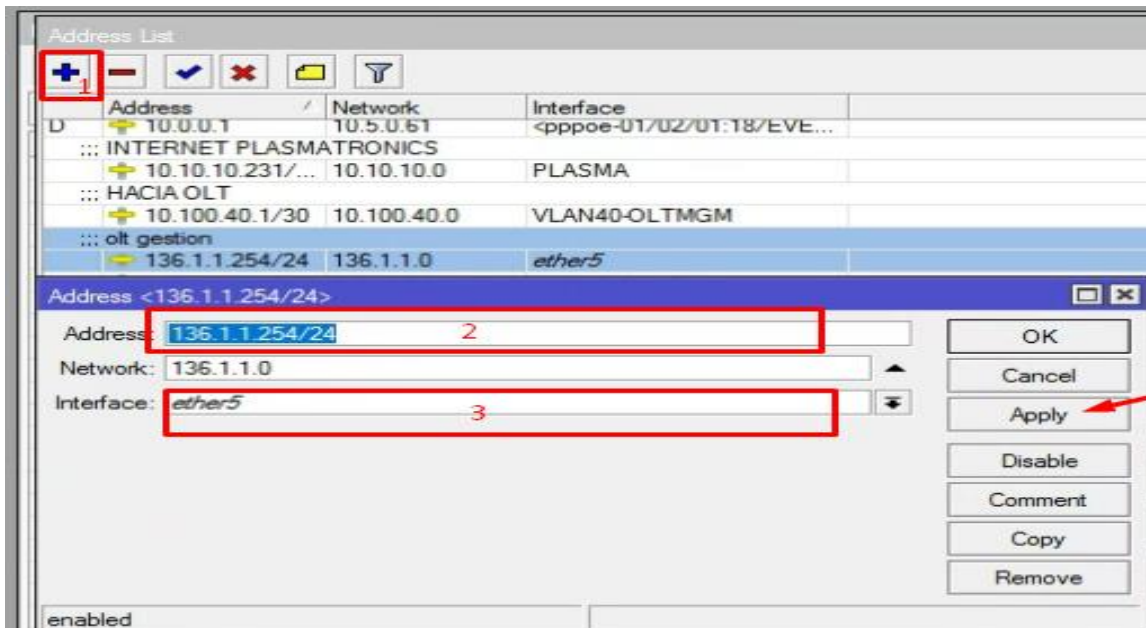
## **Paso 10: Conectividad entre el Mikrotik y el OLT**

Para la configuración de OLT lo primero que hacemos es agregarnos su segmento por defecto que viene de fábrica que es 136.1.1.254/24, lo agregamos en el ether5 de nuestro mikrotik para que tenga comunicación con la OLT.



**Figura 54**

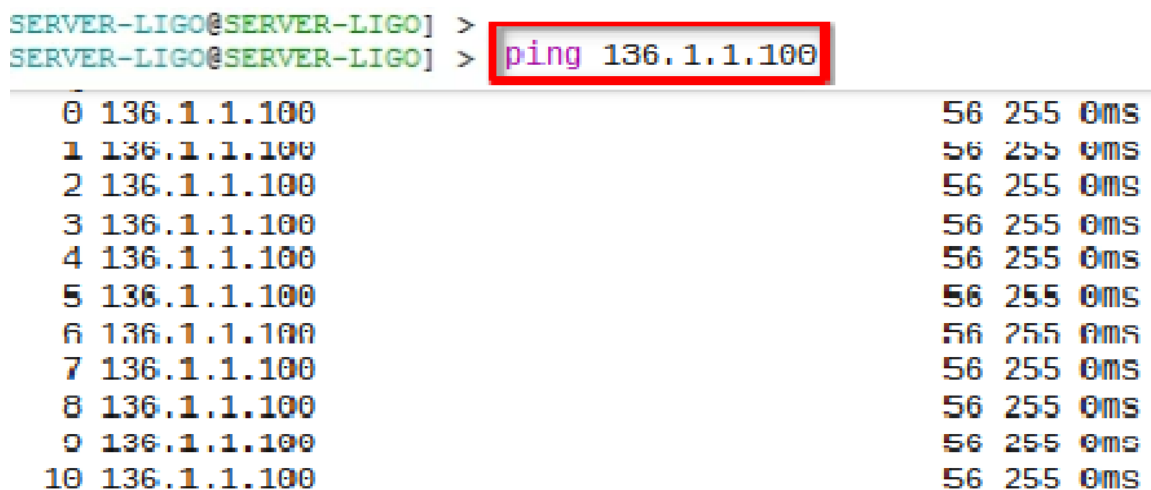
*Agregación de segmento para la conexión con OLT*



*Nota.* Configuración del ether5 con el segmento default del OLT para tener conectividad y configurar al OLT.

**Figura 55**

*Prueba de conexión con OLT*



*Nota.* Prueba de conectividad entre el Mikrotik y el OLT. La dirección de IP por default del OLT es 136.1.1.100, al cual como muestra la figura se hace un ping.

### **Paso 11: Configuraciones en OLT**

La configuración del OLT lo hacemos desde el New terminal de nuestro Mikrotik, con los siguientes comandos que mostramos líneas abajo.

**Figura 56**

*Conexión por telnet con la IP Default*

```
[SERVER-LIGO@SERVER-LIGO] >
[SERVER-LIGO@SERVER-LIGO] > system telnet 136.1.1.100
Connecting to 136.1.1.100
Connected to 136.1.1.100
*****
Welcome to ZXAN product C320 of ZTE Corporation
*****
Username:zte
Password:
ZXAN#
ZXAN#
ZXAN#
```

Nota. En la figura muestra la conexión a la consola de OLT mediante new terminal del mikrotik, el usuario y contraseña de fábrica es **ZTE**.

Ahora procedemos a agregar el Chasis/Rack, con el siguiente comando:

```
# C320 OLT

conf t
set-pnp enable
add-rack rackno 1 racktype C320Rack
add-shelf rackno 1 shelfno 1 shelftype C320_SHELF
```

Enseguida vamos a configurar la nueva IP en el interfaz VLAN40 que creamos; con el siguiente comando:

```
interface mng1
ip address 10.100.40.2 255.255.255.252
```

Ahora volvemos a conectarnos con el nuevo IP:

```
/system telnet 10.100.40.2
```

Una vez que ingresamos, configuramos las rutas por defecto, como sigue:

```
conf t
no ip route 0.0.0.0 0.0.0.0
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.100.40.1
exit
write
```

## Paso 12: Configuraciones de ONU

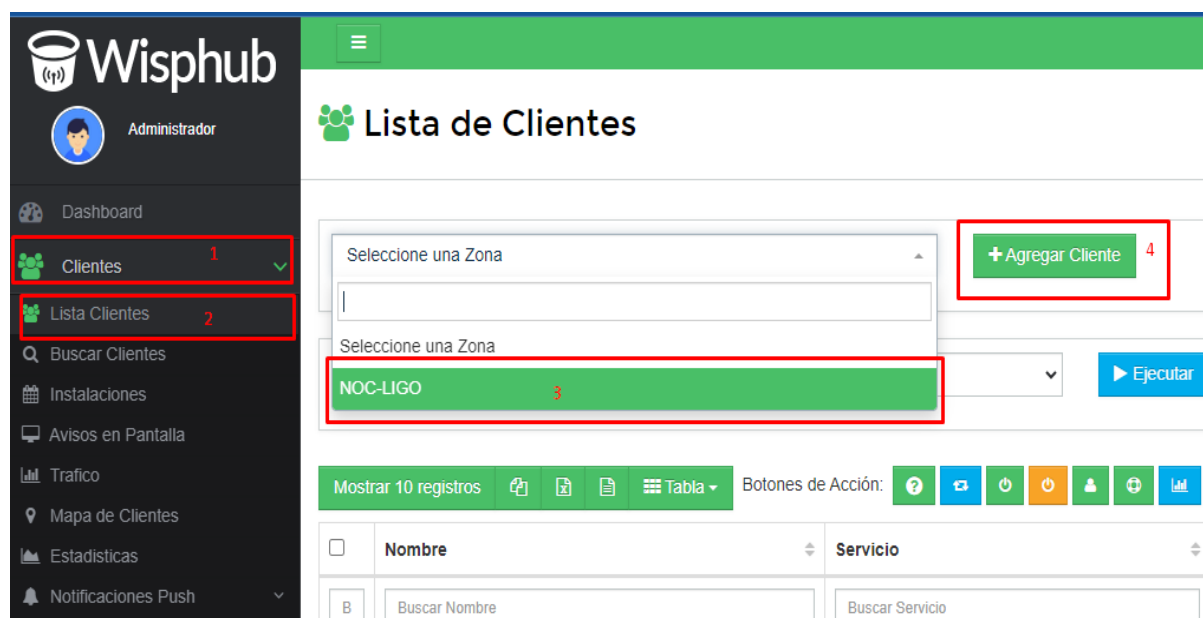
Para gestión y configuraciones de los routers de los abonados, usamos las administraciones en la nube como Wishub y AdminOLT; ambas paginas son de pago.

**AdminOLT:** sistema de administración en nube sirve para la configuración de los routers ONU de los abonados.

**Wishub:** sistema de administración para el control de abonados donde se puede hacer, cortes, envíos de avisos y generar facturas.

**Figura 57**

*Configuración de router ONU del abonado en el Wishub*



Nota. En la figura muestra los pasos para la configuración del ONU del abonado; para ello seleccionamos la pestaña de (1) clientes, (2) desplegamos la lista de clientes, (3) seleccionamos nuestro router Mikrotik, (4) abrir botón agregar cliente y nos abrirá otra ventana, ver figura 36.

**Figura 58**

*Agregamos un router ONU del abonado al wishub*

Figura 58 shows the 'Agregar Cliente' (Add Client) form. The form is divided into three tabs: 'Datos de Conexión', 'Datos del Cliente', and 'Configuración Avanzada'. The 'Datos de Conexión' tab is active. It contains several input fields and dropdown menus. The fields are: 'Nombre Secret Pppoe' (01/01/01:01/DATACENTER), 'Password PPPoE' (12345678), 'Remote Address PPPoE' (10.5.0.3), 'Local Address PPPoE', 'Mac Cpe', 'Coordenadas' (Ej. 21.150168,-86.875023), 'Router cliente' (NOC-LIGO), 'Zona cliente' (NOC-LIGO), 'Plan internet' (Residencial\_50Mbps-PPPoE), and 'Sectorial/Nodo/NAP'. A 'Guardar' button is at the bottom, with a 'Cancelar' button next to it. Red boxes and numbers 1 through 5 highlight specific fields and the save button.

*Nota.* Para la configuración del Router ONU, en esta figura es muy importante los pasos (1) y (2) estos datos tienen que ser iguales que en la PPP – secret, ver figura 29. También con estos se configura el router ONU en el OLT.

**Figura 59**

*Configuración del ONU en el AdminOLT*

Figura 59 shows the AdminOLT web interface. The left sidebar contains a menu with 'ONU' selected. The main area displays a table of ONU records. The table has columns: OLT, Interfaz, Puerto, SN, Modelo, and Acción. A red box highlights the 'ONU' menu item, the 'Sin Autorizar' status, and a row in the table. A green box highlights the 'Acción' column header and a power button icon in the 'Acción' column.

*Nota.* La figura muestra la conexión de fibra por primera vez al router ONU y esta acción verificamos en (1) ONU, (2) sin autorizar; en paso (3) muestra su MAC del router ONU se

recomienda verificarlo con el MAC de fábrica del router ONU físico; luego le damos clic en (4) botón verde que dice autorizar, continua la figura 38.

## Figura 60

### Llenado de datos del router ONU en el adminOLT

The screenshot shows the AdminOLT web interface for configuring an ONU. The browser address bar displays `comunicacioneseone.adminolt.com/onu/authorize/sn/44433830E66C0093/`. The left sidebar contains navigation links: Dashboard, OLT, ONU, Sistema, Ajustes, Empresa, TR069, Manual, Actualizaciones, and Otros Servicios. The main content area is titled "Datos de ONU" and includes a "Crear Wan IP" button. The form fields are as follows:

- Nombre:** ONU-1:1/DATACENTER (1)
- SN:** 44433830E66C0093 (2)
- Chasis:** 1 (3)
- Tarjeta:** 1
- Puerto:** 1
- Modelo ONU:** DATO (4)
- Tipo de configuración:** Routing (5)
- ¿Usar Configuración Genérica?:** No
- CVLAN:** 100 - VLAN0100 (6)
- Plan Bajada:** 100 MEGAS - DESCARGA
- Plan Subida:** 100 MEGAS - SUBIDA
- Zona:** Seleccione una Zona
- NAP:** Seleccione un NAP
- Comentarios:** (empty text area)

At the bottom right, there are two buttons: "Autorizar" (green) and "Cancelar" (grey).

**Nota.** En esta figura se muestra el llenado de datos del Router ONU, continua con el paso 5 ver la figura 39.

**Figura 61**

*Configuración para activar el servicio con PPPoE*

Autorizar ONU: 44433830E66C0093

▼ Datos de ONU   Datos de Cliente   **Crear Wan IP**

¿Crear Wan IP? **Si** 1

Tipo: PPPoE 2

Nombre de Conexión: PPPoE-ONU 3

Asociar Puertos LAN: **Si** 4   Asociar SSID: **Si** 5   Habilitar Puerto HTTP: **Si** 6

Vlan: 100 - VLAN0100 7   Prioridad: 6 8

Modo de WAN: ROUTE 9   Tipo de Servicio: INTERNET

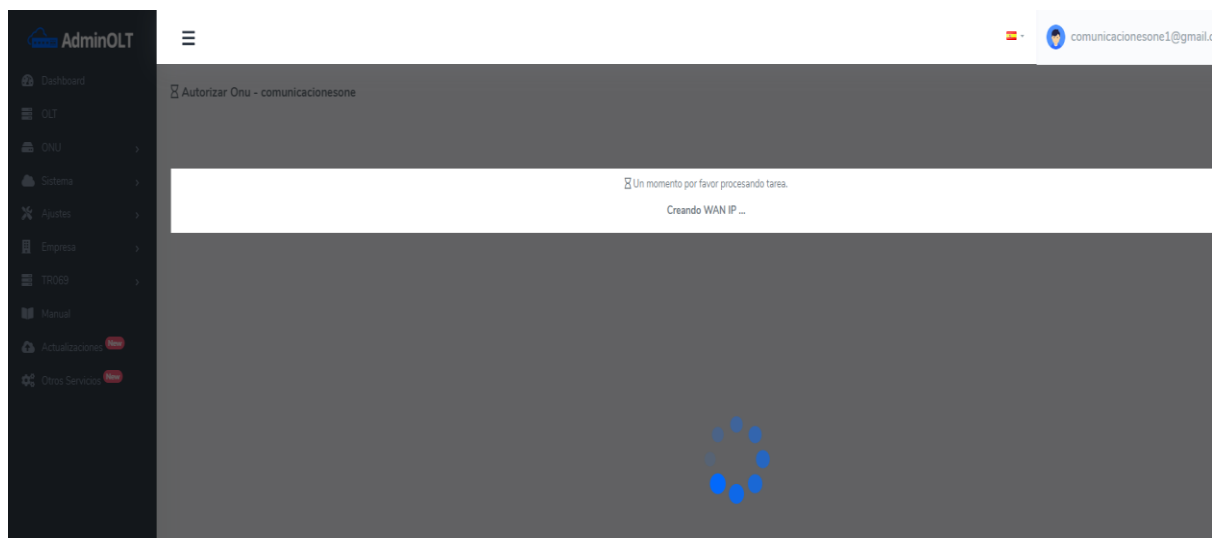
Usuario: 01/01/01:01/DATACENTER 10   Contraseña: 12345678 11

12 **Autorizar** Cancelar

Nota. En esta figura los datos se completan para que el router ONU tenga acceso a internet, los pasos (10) y (11) son importantes copiar los mismos datos que de la figura 36; luego de tener completado le damos en el botón paso (12) Autorizar y dejamos que configure y registre en nuestro OLT.

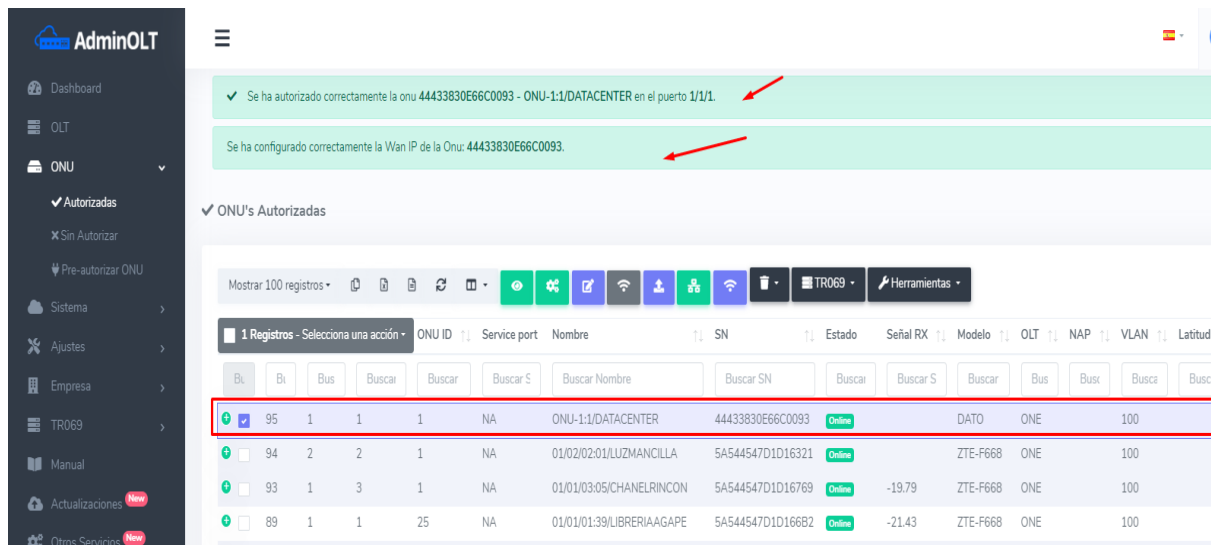
**Figura 62**

*Carga de datos al OLT*



**Figura 63**

*Router ONU autorizado y con servicio*



Nota. En la figura muestra el Router ONU autorizado y para comprobar, verificamos su conexión de internet del abonado con una laptop o computadora.

**Figura 64**

*Prueba de velocidad en el laptop del abonado*



Nota. En la figura se muestra el test de velocidad con un plan de 50M/50M simétrico 1:1.

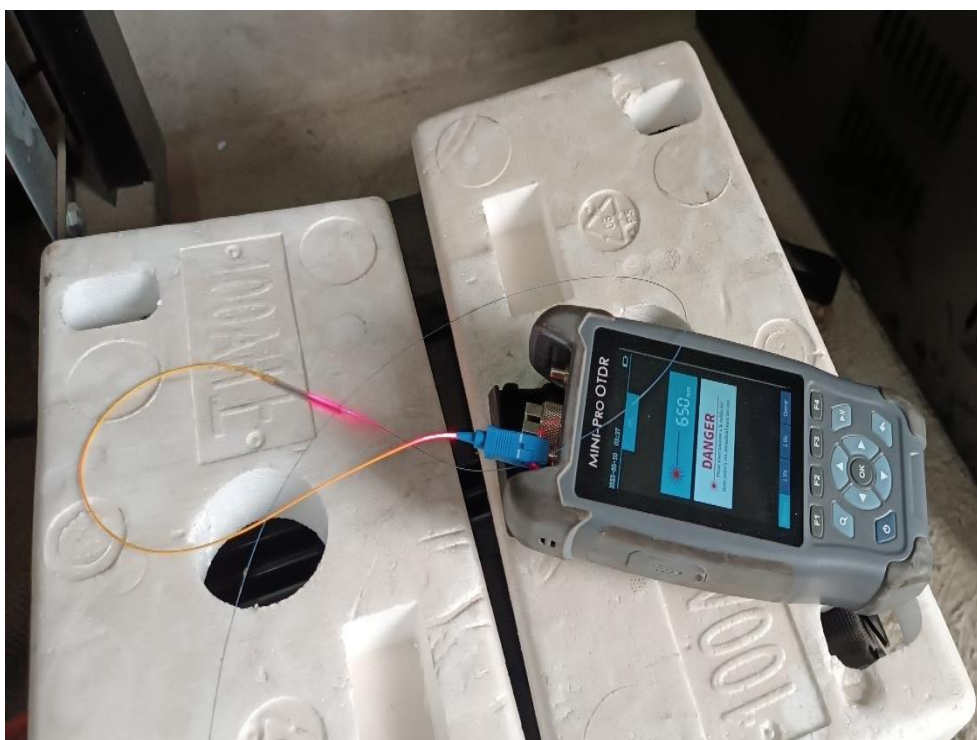
#### 4.1.5. Fase operar

##### 4.1.5.1. Validar las fusiones de la fibra óptica.

La primera prueba consiste en enviar una señal láser por el hilo de fibra que empalmamos, este proceso se lleva en caso quieras asegurarte del color del hilo o quieras identificar la continuidad de los hilos de fibra.

**Figura 65**

*Envío de láser por el hilo de fibra*



*Nota.* En la figura muestra el envío de láser para verificar la continuidad del hilo de fibra.

En cada instalación de caja de empalme o mufa medir la potencia, tener en cuenta que el rango de la potencia debe estar de -8 a -10. En la figura 64 mostramos la potencia de medición en mufa, las mediciones se hacen con Power Meter.



**Figura 66**

*Lectura de potencia en el Mufa (Splitter 1er nivel)*



*Nota. En la figura muestra la potencia del Splitter del segundo nivel.*

**Figura 67**

*Medición de potencia en caja Nap o CTO (Splitter 2do nivel)*



**Figura 68**

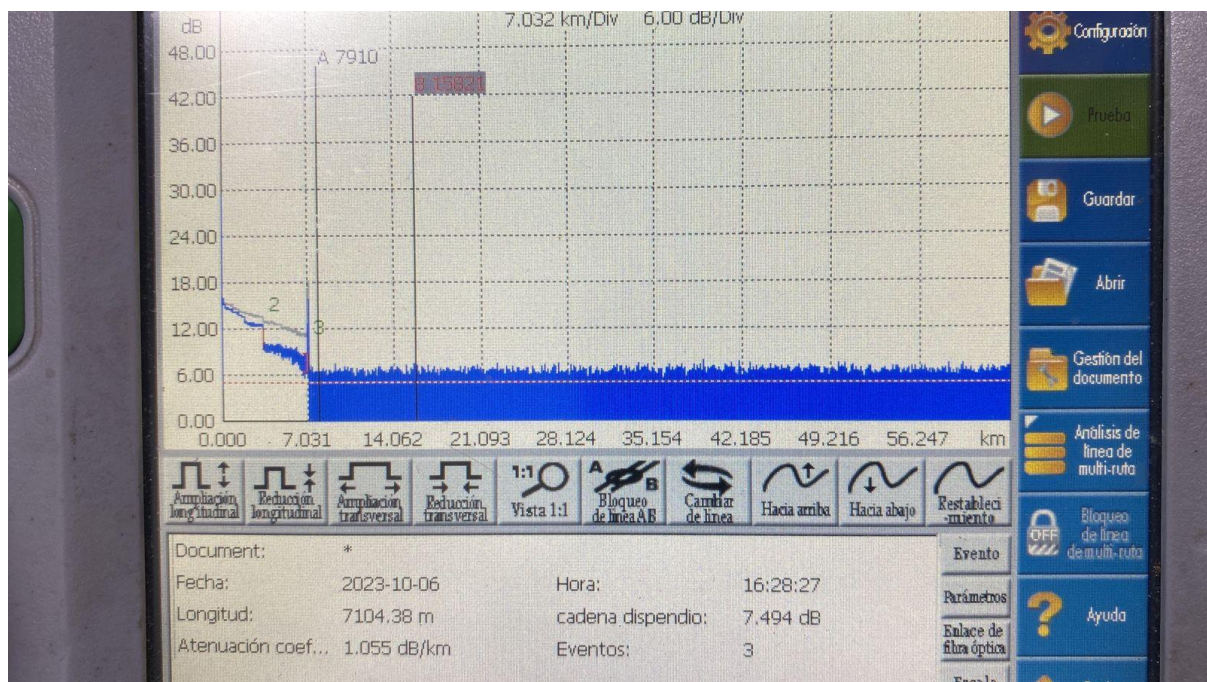
*Medición de potencia en el pigtail del abonado*



*Nota.* En la figura muestra la potencia en el adaptador de la roseta del abonado.

**Figura 69**

*Medición de atenuaciones en OTDR*



#### 4.1.5.2. Detectar fallas y corrección.

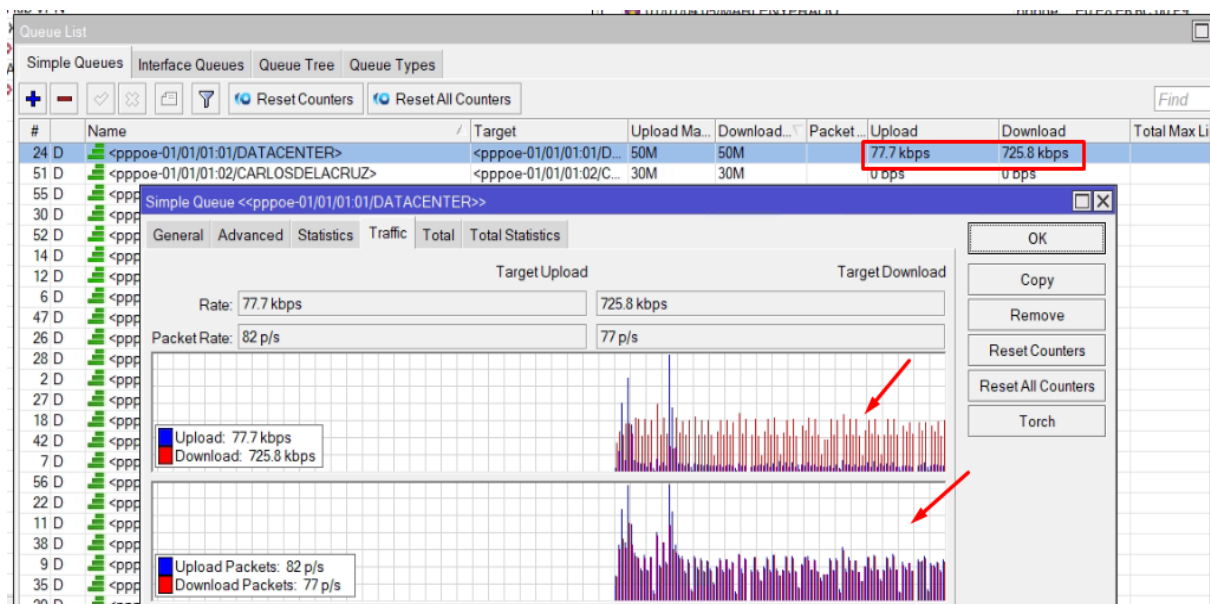
Según las mediciones de potencia con los equipos tecnológicos PowerMeter y OTDR, no se tuvo eventos o atenuaciones.

#### 4.1.5.3. Monitoreo del rendimiento de la red.

El monitoreo se realiza desde el mikrotik haciendo ping al IP del router cliente (ONU), viendo la lista de **Queues** y viendo tiempo conectado del ONU del abonado en **Active connections**. También se hace un escaneo de los routers en el AdminOLT, para ver los estados del ONU.

Figura 70

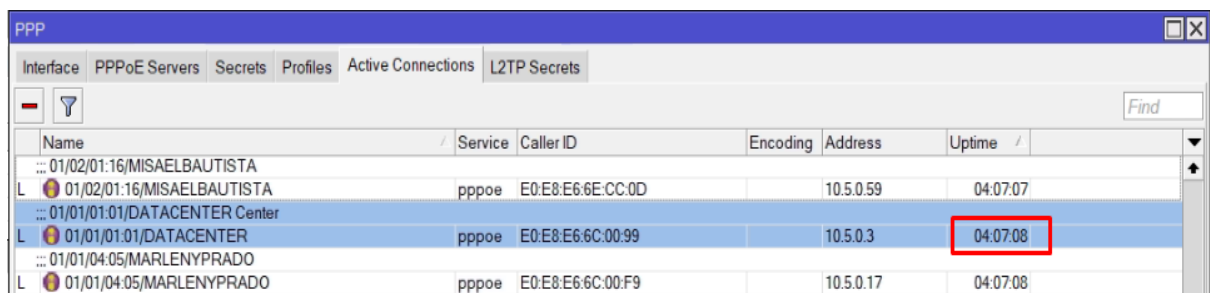
Monitoreo al abonado en el Queues List del mikoritk



Nota. En la figura muestra la transmisión y consumo de ancho del abonado.

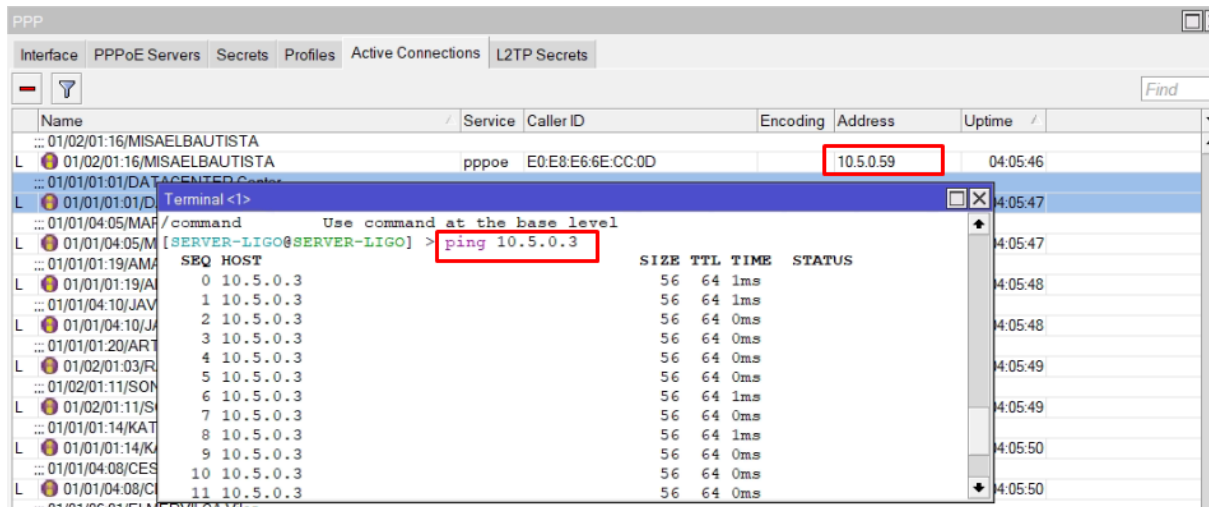
Figura 71

Monitoreo del tiempo de conexión del abonado



**Figura 72**

*Monitoreo la router ONU*



The screenshot shows a software interface for managing PPP connections. At the top, there are tabs: Interface, PPPoE Servers, Secrets, Profiles, Active Connections, and L2TP Secrets. The 'Active Connections' tab is selected. Below the tabs is a table of active connections. The table has columns: Name, Service, Caller ID, Encoding, Address, and Uptime. One connection is highlighted with a red box around the 'Address' field, which contains the value '10.5.0.59'. Below the table, there is a terminal window titled 'Terminal <1>'. The terminal shows a command prompt 'Use command at the base level' and a user input 'ping 10.5.0.3'. The terminal output shows a list of ping results with columns: SEQ, HOST, SIZE, TTL, TIME, and STATUS. The results show successful pings to 10.5.0.3.

| Name                      | Service | Caller ID         | Encoding | Address   | Uptime   |
|---------------------------|---------|-------------------|----------|-----------|----------|
| 01/02/01:16/MISAEBAUTISTA | pppoe   | E0:E8:E6:6E:CC:0D |          | 10.5.0.59 | 04:05:46 |

| SEQ | HOST     | SIZE | TTL | TIME | STATUS |
|-----|----------|------|-----|------|--------|
| 0   | 10.5.0.3 | 56   | 64  | 1ms  |        |
| 1   | 10.5.0.3 | 56   | 64  | 1ms  |        |
| 2   | 10.5.0.3 | 56   | 64  | 0ms  |        |
| 3   | 10.5.0.3 | 56   | 64  | 0ms  |        |
| 4   | 10.5.0.3 | 56   | 64  | 0ms  |        |
| 5   | 10.5.0.3 | 56   | 64  | 0ms  |        |
| 6   | 10.5.0.3 | 56   | 64  | 1ms  |        |
| 7   | 10.5.0.3 | 56   | 64  | 0ms  |        |
| 8   | 10.5.0.3 | 56   | 64  | 1ms  |        |
| 9   | 10.5.0.3 | 56   | 64  | 0ms  |        |
| 10  | 10.5.0.3 | 56   | 64  | 0ms  |        |
| 11  | 10.5.0.3 | 56   | 64  | 0ms  |        |

*Nota.* En la figura se muestra el seguimiento para ver si hay cortes en el servicio y al router ONU del abonado.

#### **4.1.1. Fase optimización**

Para el proyecto de investigación esta fase aún no se aplicó, en vista que el proyecto recién va en marcha y hasta la fecha no se detecta fallas reactivas.

## CAPITULO V

### Conclusiones y recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

- Los resultados del desarrollo de la fase de preparación se describen en el capítulo de resultados, en la sección 4.1.1.
- Los resultados del desarrollo de la fase de planeación se describen en el capítulo de resultados, en la sección 4.1.2.
- Se diseñó la arquitectura físico y lógico, de acuerdo a los requisitos iniciales y con la participación de los stakeholders, como se muestra en 4.1.3 del capítulo de resultados.
- Se implementó la red fibra óptica hasta el hogar (FTTH) aplicando el estándar GPON y siguiendo la arquitectura de la fase de diseño, se demuestra en la sección 4.1.4, obteniendo mejor calidad de servicio de internet, mayor velocidad de transmisión y simultáneo, capacidad de transporte hasta 1G, alcance hasta 20km de distancia como máximo, baja tasa de latencia a los DNS de Google y libre de interferencias electromagnéticas.
- La fase de operación se demuestra en la sección 4.1.5, realizando las mediciones de potencia en cada empalme, revisando atenuaciones con ODTR, observando los eventos e incidencias, para registrar en ficha de observación y luego hacer seguimiento hasta superarlos. Según la entrevista recogida a la población ofertada, se obtiene que los abonados desean un servicio de internet con conexión estable y con una buena calidad de transmisión.
- Se hizo las estimaciones de la ganancia para 5 años obteniendo una de S/ 982,418.50, de los 1200 abonados, considerando la venta del plan de 30Mbps a S/. 50.00 nuevos soles mensuales. Ver la tabla 21. Concluyo que la implementación de redes de fibra óptica hasta el hogar (FTTH) con estándar GPON es un proyecto rentable y escalable a futuro; considerando el crecimiento poblacional y en la actualidad la conectividad en el mundo más rápida es mediante la fibra óptica; veamos la evolución: del estándar GPON sigue el XGPON que trasmite hasta 10G de descarga y 2.5G de carga; luego XGSPON que transmite 10G simétricos, luego NG-PON trabaja con 4\*10G, mientras del IEEE el estándar EPON está evolucionando a 1\*25G-EPON y 2\*25G-EPON

para obtener 100G; mientras el ITU está evolucionando a los circuitos de 1\*50G y 4\*50G. Por lo que la arquitectura queda, considero que los cambios se harán en equipos terminales.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda investigar a las nuevas arquitecturas de red ópticas y las tecnologías de transmisión para optimizar el rendimiento, la escalabilidad y la eficiencia energética del despliegue de la red. Esto incluye la exploración de tecnologías emergentes como las redes definidas por software y la virtualización de funciones de red para mejorar la flexibilidad y la capacidad de gestión de las redes de fibra óptica.
- Se recomienda a la empresa implementar su cabecera de CAT TV, para que sea un plus de atracción para los abonados.
- Se recomienda sensibilizar a los abonados en la calidad de servicio y sus bondades de tener mayor ancho de banda, reducir las caídas constantes y pérdidas de paquetes.
- Para lograr la escalabilidad de la empresa se sugiere ampliar sectores con el despliegue de la fibra óptica hasta el hogar (FTTH).
- Se recomienda el uso de la metodología PPDIOO, para las próximas actualizaciones en la red, inclusive en la misma red.
- Se recomienda a las empresas de telecomunicaciones implementar su arquitectura de red mediante fibra hasta el hogar (FTTH).



## Bibliografía

- Anonimo. (s.f.). *Velocidad de recorrido libre: tiempo de recorrido* . Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3382/40137-9.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- Arribasplata Terrones, S. R. (2021). *Diseño de una Red FTTH aplicando el estándar GPON en el distrito de Santiago de Surco*. Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/17648>
- Calderón Lozano, J. D. (2021). *Diseño, construcción, instalación y entrega de servicios de la red fth fibra óptica hogar, empresas y negocios. Ciudad Neiva (RED CLARO)*. Universidad Cooperativa de Colombia. Colombia: [bibliotecadigital@campusucc.edu.co](mailto:bibliotecadigital@campusucc.edu.co). Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/36206>
- Carrasco Díaz, S. (2005). *Metología de la Investigación Científica* . San Marcos, 239.
- Castro Mandujano, R. C. (2019). *Diseño de una red FTTH basado en el estándar GPON para la conexión de*. Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima. doi:<http://doi.org/10.19083/>
- Cepeda. M. (2006). *Un Nuevo Modelo para la Estimación del Tiempo de Espera en Paraderos de Transporte Público. Obras y Proyectos*, 2.
- Chambergo Huaranca, F. K. (2021). *Sistema de red FTTH utilizando la tecnología GPON para mejorar la calidad de servicio de internet en los clientes con red EOC de la empresa Cablered Perú 2021*. Tesis, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6751>
- Compañía Peruana de Estudios de Mercados y Opinión Pública s.a.c. (Agosto 2017). *Población 2017*. Lima.
- Copyright . (2018). *Defenicion de*. Obtenido de <https://definicion.de/ruta/>
- Copyright. (2018). *Definicion.de*. Obtenido de Congestión: <https://definicion.de/congestion/>
- Copyright. (2018). *Definicion.de*. Obtenido de Velocidad: <https://definicion.de/velocidad/>
- Díaz, S. C. (2005). *Metodología de la investigación Científica*. San Marcos, 239.
- Escalante Pava, J. L. (2007). *(GEPON) GIGABIT ETHERNET PASSIVE OPTICAL NETWORK*. Monografía, Universidad Tecnológica de Bolivar, Cartagena de Indias. Obtenido de <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/244/0039444.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Europa press. (29 de Marzo de 2012). *20 minutos*. Obtenido de <https://www.20minutos.es/noticia/1355290/0/>
- Fundación Wikimedia, Inc. (11 de Abril de 2018). *Wikipedia*. Obtenido de La enciclopedia libre: <https://es.wikipedia.org/wiki/Moovit>
- Fundación Wikimedia, Inc. (12 de julio de 2018). *Wikipedia*. Obtenido de Enciclopedia Libre: [https://es.wikipedia.org/wiki/Empresa\\_Municipal\\_de\\_Transportes\\_de\\_Madrid](https://es.wikipedia.org/wiki/Empresa_Municipal_de_Transportes_de_Madrid)
- Gonzáles Cedeño, N. M., & Becerra Estupiñán, S. A. (2016). *DISEÑO DE UNA ODN PARA UNA RED ÓPTICA DE ACCESO MEDIANTE TECNOLOGÍA GPON PARA SERVICIOS TRIPLE PLAY EN EL SECTOR “LA TOLITA 1 Y LA TOLITA 2” DE LA CIUDAD DE ESMERALDAS*. Tesis, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5444/1/98T00098.pdf>
- Hayes, J. (2018). Obtenido de <https://www.thefoa.org/tech/ref/basic/fiber.html>
- José, S. (2014). *Seminarios de investigación científica*. Bioestadístico, EIRL.
- Manterola, C. & Otzen, T. . (2014). Estudios observacionales. los diseños utilizados con mayor frecuencia en investigación clínica. *Int. J. Morphol*, 32(2):634-645.
- Mejía, A. L. (2015). *Estudio y Diseño de una Red con Tecnología GPON para servicio Triple Play (Datos, Video y Voz) en La Ciudadela “Punta Carnero” del cantón Salinas, Provincia de Santa Elena*. Tesis, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2558>
- Mirano Tito, V. H. (2019). *DISEÑO DE UNA RED FTTH UTILIZANDO EL ESTÁNDAR GPON PARA LA URBANIZACIÓN LAS FLORES DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO*. Tesis, UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR, Lima, Villa el Salvador. Obtenido de [http://repositorio.unTELS.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/343/1/Mirano\\_Victor\\_Trabajo\\_Suficiencia\\_2019.pdf](http://repositorio.unTELS.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/343/1/Mirano_Victor_Trabajo_Suficiencia_2019.pdf)
- Moovit. (2018). *Lima, Perú*. Obtenido de [https://moovitapp.com/index/es-419/transporte\\_p%C3%BAblico-Lima-1102](https://moovitapp.com/index/es-419/transporte_p%C3%BAblico-Lima-1102)
- Ordinola Celis, J. E. (2021). *Diseño de una red de FTTH utilizando tecnología GPON para el acceso de banda ancha en el distrito de Morropón*. Tesis, Universidad Nacional de Piura, Piura. Obtenido de <http://repositorio.unP.edu.pe/handle/20.500.12676/3494>



- Osorio G, Á. (2016). *Redes GPON-FTTH, Evolución y Puntos Críticos para su despliegue en Argentina*. Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Buenos Aires, uenos Aires, Argentina. Obtenido de <https://docplayer.es/61691757-Tesis-de-maestria-redes-gpon-ftth-evolucion-y-puntos-criticos-para-su-despliegue-en-argentina-por-alvaro-osorio-g.html>
- OXFORD. (2018). *Spanish: Oxford living Dictionaries*. Obtenido de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/vehiculo>
- PORTAL TIC: Europa press. (09 de Mayo de 2016). *Portaltic software*. Obtenido de <http://www.europapress.es/portaltic/software/noticia-aplicaciones-gratuitas-transporte-publico-te-haran-vida-mas-facil-20160509085932.html>
- QUILODRÁN, F. J. (2012). *PREDICCIÓN DE DEMANDA DE PASAJEROS EN TIEMPO REAL PARA* . Chile.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (2018). *RAE.es*. Obtenido de Diccionario de Lengua Española: <http://dle.rae.es/?id=bRQbJnd>
- Sánchez Pico, J. J. (2021). *Desarrollo de la red FTTH con tecnología GPON de la empresa ALFATEL para la ciudad El Ángel provincia del Carchi*. Tesis, Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19785/1/UPS%20-%20TTS243.pdf>
- Sheldon. (29 de Septiembre de 2021). *community.fs.com*. Obtenido de <https://community.fs.com/blog/abc-of-pon-understanding-olt-onu-ont-and-odn.html>
- Vázquez Chim, J. A. (s.f.). *Tecnología GPON*. Universidad Quintana Roo. Obtenido de <http://repobiblio.cuc.uqroo.mx/bitstream/handle/20.500.12249/2641/TK5103.592.2020-2641.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Wikimedia, Inc. (12 de Marzo de 2018). *Wikipedia*. Obtenido de Congestión vehicular.

# ANEXOS

## Anexo A: Matriz de operacionalización de variables

| Variable                                   | Dimensiones         | Indicadores                 | Ítems                                            | Instrumento                  |
|--------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------|
| Red de fibra óptica hasta el hogar (FTTH). | Fase de preparación | Requisito organizacional    | ¿Cuáles son los requisitos organizacionales?     | Ficha de análisis documental |
|                                            |                     | Estrategia de red           | ¿Cuál son las estrategias de la red?             | Guía de la entrevista        |
|                                            |                     | Arquitectura conceptual     | ¿Cuál es la arquitectura conceptual de la red?   | Ficha de análisis documental |
|                                            |                     | Tecnología                  | ¿Cuáles son las tecnologías que soportan la red? | Ficha de análisis documental |
|                                            |                     | Justificación financiera    | ¿Cómo justificamos la inversión?                 | Guía de la entrevista        |
|                                            | Fase de planeación  | Requisitos de la red        | ¿Cuáles son los requisitos de la red?            | Guía de la entrevista        |
|                                            |                     | Sitios para instalar la red | ¿En qué sectores se instalarán la red?           | Guía de la entrevista        |
|                                            |                     | Analizar brechas            | ¿Cuáles serán las brechas para la red?           | Ficha de análisis documental |
|                                            |                     | Plan de proyecto            | ¿Cómo se hará el plan de proyecto?               | Ficha de análisis documental |

|  |                        |                        |                                                                                    |                              |
|--|------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Fase de diseño         | Diseño físico          | ¿Cómo será el diseño físico de la red?                                             | Ficha de análisis documental |
|  |                        | Diseño lógico          | ¿Cómo será el diseño lógico de la red?                                             | Ficha de análisis documental |
|  | Fase de implementación | Implementación         | ¿Cómo se implementará la red?                                                      | Ficha de análisis documental |
|  |                        | Integrar dispositivos  | ¿Cómo se integrarán los dispositivos de la red?                                    | Ficha de análisis documental |
|  | Fase de operación      | Consistencia de la red | ¿Cómo se probar la consistencia de la red?                                         | Ficha de análisis documental |
|  |                        | Monitoreo de red       | ¿Cómo se realiza las operaciones diarias para la detección y corrección de fallas? | Ficha de observación         |

## Anexo B: Guía de entrevista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS GEOLOGÍA Y CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

### Red de fibra óptica a domicilio para el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

#### Presentación.

Buenos días / tardes / noches.

El presente cuestionario tiene como objetivo recopilar la información sobre el acceso al servicio de internet de los hogares en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray; como parte de la elaboración de mi tesis.

Te pido que leas detenidamente cada enunciado y contestes con toda la sinceridad del caso ya que esta información tiene fines únicamente investigativos, siendo tu aporte muy importante.

¿Me da unos minutos de su tiempo?

☐ SI, Continuar con la encuesta.

☐ NO, Gracias, que tenga buen día.

#### I. DATOS GENERALES

##### Género

☐ Masculino

☐ Femenino

##### ¿Usted es el jefe del hogar?

☐ SI

☐ NO

#### II. PREGUNTAS

Marca con una **X** si estás de acuerdo, rellena los espacios en blanco con su respuesta si los datos no se encuentran en las alternativas.

##### 1. ¿La casa donde vive usted? es:

☐ Propia

☐ Alquilada

☐ Familiar

##### 2. ¿Usted cuenta con servicio de internet fijo en casa?

☐ SI (Si su respuesta es SI continua con la pregunta a)

☐ NO (Si su respuesta es NO salta a la pregunta 3)

##### a. ¿Usted qué tipo de servicio tiene contratado?

☐ Fibra óptica

☐ Radioenlace (por antena)

☐ ADSL (tráfico de datos por el mismo cable telefónico)

☐ Móvil

☐ Satelital

☐ No se/no conozco

Otro \_\_\_\_\_

##### b. ¿Quién es su proveedor? \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS GEOLOGÍA Y CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

---

☐ SI (Si su respuesta es SI continua con la pregunta a)

☐ NO (Si su respuesta es NO salta a la pregunta 5)

a. ¿Usted qué tipo de servicio tiene contratado?

- ☐ Fibra óptica  
☐ Radioenlace (por antena)  
☐ ADSL (tráfico de datos por el mismo cable telefónico)  
☐ Móvil  
☐ Satelital  
☐ No se/ no conozco  
Otro \_\_\_\_\_

b. ¿Quién es su proveedor? \_\_\_\_\_

c. ¿Usted, cuánto tiempo viene usando su servicio de internet?

Respuesta. \_\_\_\_\_

d. ¿Usted, cuánto paga por el servicio de internet?

Respuesta. \_\_\_\_\_

e. ¿Usted, cuánto pagaría como mínimo por 30Mbps de descarga y 30Mbps de carga?

Respuesta. \_\_\_\_\_

f. ¿Usted, cuánto pagaría como máximo por 30Mbps de descarga y 30Mbps de carga?

Respuesta. \_\_\_\_\_

g. ¿Usted, Qué tan satisfecho está con su servicio de internet en casa?

- ☐ Muy satisfecho  
☐ Satisfecho  
☐ No satisfecho

¿Por qué? \_\_\_\_\_

5. Si usted, no cuenta con servicio de internet fijo en casa, ¿Cuál es el motivo?

- ☐ Costo de servicio de internet  
☐ La casa no es propia  
☐ No necesito  
☐ No hay proveedores que me ofrezcan  
☐ No hay cableado de fibra por mi cuadra o manzana

6. ¿Usted desearía contratar nuevo servicio de internet fijo, en casa?

- ☐ SI  
☐ NO  
☐ Quizás  
☐ No necesito

¿Por qué? *Ejem. Por estudio, por trabajo* \_\_\_\_\_

**¡GRACIAS!**

## Anexo C: Ficha de análisis documental



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS GEOLOGÍA Y CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**TEMA: “Red de fibra óptica a domicilio para el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, 2023”**

### FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

|                                             |                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>I. Datos generales</b>                   |                                                                                                                                                                         |
| N.º FICHA                                   |                                                                                                                                                                         |
| Fecha                                       |                                                                                                                                                                         |
| <b>II. Datos descriptivos del documento</b> |                                                                                                                                                                         |
| Título del documento                        |                                                                                                                                                                         |
| Autor (es)                                  |                                                                                                                                                                         |
| Año de publicación                          |                                                                                                                                                                         |
| Editorial /Revista/Organización             |                                                                                                                                                                         |
| N.º de páginas                              |                                                                                                                                                                         |
| ISBN/ISSN                                   |                                                                                                                                                                         |
| Tipo de documento                           | <div style="display: flex; flex-direction: column;"> <div>Libro</div> <div>Artículo</div> <div>Revista</div> <div>Informe</div> <div>Tesis</div> <div>Otro</div> </div> |
| <b>III. Contexto del documento</b>          |                                                                                                                                                                         |
| Contexto histórico y/o geográfico           |                                                                                                                                                                         |
|                                             |                                                                                                                                                                         |
| Objetivo del documento                      |                                                                                                                                                                         |
|                                             |                                                                                                                                                                         |
| Audiencia objetivo                          |                                                                                                                                                                         |
|                                             |                                                                                                                                                                         |
| Relevancia para la investigación            |                                                                                                                                                                         |
|                                             |                                                                                                                                                                         |
| <b>IV. Resumen del contenido</b>            |                                                                                                                                                                         |
| Principales temas                           |                                                                                                                                                                         |
|                                             |                                                                                                                                                                         |
| Metodología                                 |                                                                                                                                                                         |
|                                             |                                                                                                                                                                         |
| Conclusiones                                |                                                                                                                                                                         |
|                                             |                                                                                                                                                                         |



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS GEOLOGÍA Y CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

|                                 |
|---------------------------------|
| <b>V. Análisis crítico</b>      |
| Puntos fuertes del documento    |
|                                 |
| Limitaciones y sesgos           |
|                                 |
| Contribución a la investigación |
|                                 |
| Relación con otras fuentes      |
|                                 |
| <b>VI. Citas relevantes</b>     |
| <b>Cita textual 1:</b>          |
| Página:                         |
| Importancia                     |
|                                 |
| <b>Cita textual 2:</b>          |
| Página:                         |
| Importancia                     |
|                                 |
| <b>Cita textual 3:</b>          |
| Página:                         |
| Importancia                     |
|                                 |
| <b>VII. Referencia en APA</b>   |
|                                 |

## Anexo D: Ficha de observación



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS GEOLOGÍA Y CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

### FICHA DE OBSERVACIÓN

Título de tesis: “Red de fibra óptica a domicilio para el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, 2023”

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>I. Aspectos generales</b> |  |
| Fecha                        |  |
| Hora                         |  |
| Responsable                  |  |
| <b>II. Planta interna</b>    |  |
| Registrar Incidencia:        |  |
| <b>III. Planta externa</b>   |  |
| Registrar Incidencia:        |  |
| <b>IV. Hogar del abonado</b> |  |
| Registrar Incidencia:        |  |
| <b>V. Plan de acción</b>     |  |
|                              |  |



**UNSCH**FACULTAD DE  
**INGENIERÍA**  
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 062-2024-FIMGC****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS**

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **Resolución Decanal N° 604-2024-FIMGC-D** y al **Memorando N° 456-2024-FIMGC/UNSCH**, a los dieciocho días del mes de setiembre de 2024, siendo las 04:00 p.m, reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, bajo la presidencia del MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CARDENAS y los miembros; Mg. Ing. Hubner JANAMPA PATILLA, Mg. Ing. Celia Edith MARTINEZ CÓRDOVA y miembro – asesor Dr. Manuel Avelino LAGOS BARZOLA, actuando como secretario docente el Ing. José Antonio GUERRERO HINOSTROZA, para proceder a la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas, del bachiller:

**ELMER GARCIA ALLCCAHUAMAN**

Quién presentó la tesis denominada:

**Red de fibra óptica a domicilio para el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga, 2023**

Los señores miembros del jurado luego de expuesto la tesis y absueltas las preguntas, delibera y lo declaran:

**APROBADO CON NOTA DIECISEIS (16)**

Siendo las 05:50 p.m. del día 18 de setiembre de 2024, culmina el acto de sustentación de tesis, y en conformidad a lo actuado los miembros del jurado firmamos al pie del presente.

MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CARDENAS  
Presidente

Mg. Ing. Hubner JANAMPA PATILLA  
Miembro

Mg. Ing. Celia Edith MARTINEZ CÓRDOVA  
Miembro

Dr. Manuel Avelino LAGOS BARZOLA  
Miembro - Asesor

Ing. José Antonio GUERRERO HINOSTROZA  
Secretario docente de la FIMGC

cc:

Archivo

**ACTA DE CONFORMIDAD DE SUSTENTACION DE TESIS**

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **Resolución Decanal N° 604-2024-FIMGC-D** y al **Memorando N° 456-2024-FIMGC/UNSCH**, a los dieciocho días del mes de setiembre de 2024, siendo las 04:00 p.m, reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, bajo la presidencia del MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CARDENAS y los miembros; Mg. Ing. Hubner JANAMPA PATILLA, Mg. Ing. Cecilia Edith MARTINEZ CÓRDOVA y Mg. Ing. Manuel Avelino LAGOS BARZOLA, actuando como secretario docente el Mg. Ing. José Antonio GUERRERO HINOSTROZA, para proceder a la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas, del bachiller: **ELMER GARCIA ALLCCAHUAMAN**

Quién presentó la tesis denominada: **Red de fibra óptica a domicilio para el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga, 2023**

Los señores miembros del jurado luego de expuesto la tesis y absueltas las preguntas, deliberan aprobando la tesis con las siguientes observaciones:

MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS:

- Ninguno.

Mg. Ing. Hubner JANAMPA PATILLA

- Ninguno

Mg. Ing. Cecilia Edith MARTINEZ CÓRDOVA

- Ninguno

Dr. Manuel Avelino LAGOS BARZOLA

- Ninguno

MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CARDENAS  
Presidente

Mg. Ing. Hubner JANAMPA PATILLA  
Miembro

Mg. Ing. Celia Edith MARTINEZ CÓRDOVA  
Miembro

Dr. Manuel Avelino LAGOS BARZOLA  
Miembro - Asesor





UNSCH

FACULTAD DE  
INGENIERÍA  
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### CONSTANCIA Nº 014-2024-KPS-FIMGC/UNSCH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, en segunda instancia para las **Escuelas Profesionales** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario Nº 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal Nº 473-2023-FIMGC-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

**Nombres y Apellidos** : Elmer GARCIA ALLCAHUAMAN  
**Escuela Profesional** : INGENIERÍA DE SISTEMAS  
**Título de la Tesis** : Red de fibra óptica a domicilio para el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga, 2023  
**Evaluación de la Originalidad** : 13% Índice de Similitud  
**Identificador de la entrega** : 2517728298

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 27 de noviembre de 2024



Firmado digitalmente por:  
PERALTA SOTOMAYOR Karel  
FAU 20143660754 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 27/11/2024 17:13:20-0500

# Red de fibra óptica a domicilio para el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga, 2023

*por* Elmer GARCIA ALLCCAHUAMAN

---

**Fecha de entrega:** 12-nov-2024 08:39p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2517728298 **Nombre del archivo:**

\_Red\_de\_fibra\_óptica\_a\_domicilio\_para\_el\_distrito\_Andrés\_Avelino\_Cáceres\_Dorregaray,\_Huamanga,\_2023.pdf (7.08M)

**Total de palabras:** 18605 **Total de caracteres:** 101513

# Red de fibra óptica a domicilio para el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga, 2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[repository.ucc.edu.co](https://repository.ucc.edu.co)

Fuente de Internet

2%

2

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

3

Submitted to Universidad Nacional de San  
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

1%

4

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.unsaac.edu.pe](https://repositorio.unsaac.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

[repositorio.uncp.edu.pe](https://repositorio.uncp.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

7

[biblioteca.utb.edu.co](https://biblioteca.utb.edu.co)

Fuente de Internet

1%

8

[risisbi.uqroo.mx](https://risisbi.uqroo.mx)

Fuente de Internet

1%

|    |                                                                                                             |       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 9  | <a href="https://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a><br>Fuente de Internet                             | 1 %   |
| 10 | <a href="https://1library.co">1library.co</a><br>Fuente de Internet                                         | 1 %   |
| 11 | <a href="https://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                 | 1 %   |
| 12 | Submitted to Universidad Industrial de Santander UIS<br>Trabajo del estudiante                              | < 1 % |
| 13 | <a href="https://www.dondecomprarenlinea.com">www.dondecomprarenlinea.com</a><br>Fuente de Internet         | < 1 % |
| 14 | <a href="https://syscom.mx">syscom.mx</a><br>Fuente de Internet                                             | < 1 % |
| 15 | <a href="https://dspace.udla.edu.ec">dspace.udla.edu.ec</a><br>Fuente de Internet                           | < 1 % |
| 16 | <a href="https://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a><br>Fuente de Internet               | < 1 % |
| 17 | <a href="https://repositorio.espe.edu.ec:8080">repositorio.espe.edu.ec:8080</a><br>Fuente de Internet       | < 1 % |
| 18 | <a href="https://repositorio.ulasamericas.edu.pe">repositorio.ulasamericas.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | < 1 % |
| 19 | <a href="https://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a><br>Fuente de Internet                     | < 1 % |
| 20 | Submitted to UNILIBRE                                                                                       |       |

<1 %

21

[repositorio.untels.edu.pe](https://repositorio.untels.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

22

[revista.ispch.gob.cl](http://revista.ispch.gob.cl)

Fuente de Internet

<1 %

23

[reini.utcv.edu.mx](https://reini.utcv.edu.mx)

Fuente de Internet

<1 %

24

[repositorio.ucsg.edu.ec](https://repositorio.ucsg.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

25

[repositorio.autonoma.edu.pe](https://repositorio.autonoma.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

26

[repositorio.unp.edu.pe](https://repositorio.unp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo