



**Implementación de una red fttb con tecnología GPON en la empresa CONCRELTEC para
brindar servicios de internet en el cantón Picaihua**

Villacres Criollo, Tatiana Jacqueline

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

Trabajo de integración curricular, Previo a la obtención del Título de Tecnóloga Superior en
Redes Y Telecomunicaciones

MSC. Viteri Arias, Cristian Santiago

7 de Noviembre de 2022

Latacunga

Reporte de Verificación de Contenido

Reporte de verificación de contenido

TRABAJO DE TITULACION ESTUDIANTE

Informe de originalidad

NOMBRE DEL CURSO

REVISION TESIS

NOMBRE DEL ALUMNO

TATIANA JACQUELINE VILLACRES CRIOLLO

NOMBRE DEL ARCHIVO

TATIANA JACQUELINE VILLACRES CRIOLLO - Documento sin título

SE HA CREADO EL INFORME

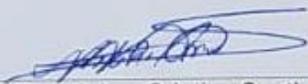
25 ene 2023

Resumen

Fragmentos marcados	27	6 %
Fragmentos citados o entrecorillados	8	3 %

Coincidencias de la Web

ups.edu.ec	6	2 %
fibresplitter.com	6	1 %
gestiopolis.com	2	1 %
tecnosinergia.com	1	0,6 %
keyfibre.com	2	0,6 %
fibraoptica hoy.com	2	0,5 %
docplayer.es	1	0,4 %
uisrael.edu.ec	2	0,4 %
contrataciondelestado.es	3	0,3 %
puce.edu.ec	1	0,3 %
diferenciasde.com	1	0,3 %
geeknetic.es	1	0,2 %
fs.com	1	0,2 %
electroalarmatom.com	1	0,2 %
cadlan.com	1	0,1 %
vsolcn.com	1	0,1 %
huawei.com	1	0,1 %
espe.edu.ec	1	0,1 %
wikipedia.org	1	0,1 %


Msc. Viteri Arias, Cristian Santiago

C.C.: 0502476914



Departamento de Eléctrica y Electrónica
Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular, "**Implementación de una red FTTH con tecnología GPON en la empresa CONCRELTEC para brindar servicio de internet en el cantón Picaihua**" fue realizado por las señorita, **Villacres Criollo Tatiana Jacqueline**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 7 de noviembre del 2022.

Msc. Viteri Arias, Cristian Santiago

C.C.: 0502476914



Departamento de Eléctrica y Electrónica
Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Villacres Criollo Tatiana Jacqueline**, con cedula de ciudadanía n°1804984183, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular, **“Implementación de una red FTTH con tecnología GPON en la empresa CONCRELTEC para brindar servicio de internet en el cantón Picaihua”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 7 de noviembre del 2022.

Villacres Criollo, Tatiana Jacqueline

C.C.: 1804984183



Departamento de Eléctrica y Electrónica
Carrera de Tecnología Superior en Redes y Telecomunicaciones

Autorización de Publicación

Yo, **Villacres Criollo Tatiana Jacqueline**, con cedula de ciudadanía n°1804984183, autorizó a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular, **“Implementación de una red FTTH con tecnología GPON en la empresa CONCRELTEC para brindar servicio de internet en el cantón Picaihua”** en el repositorio institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 7 de noviembre del 2022.

Villacres Criollo, Tatiana Jacqueline

C.C.: 1804984183

Dedicatoria

El presente proyecto de titulación va dedicado con todo mi amor a mi madre Fabiola por su sacrificio y esfuerzo. Gracias por confiar en mí a pesar de todo, ha sido un pilar fundamental en el trayecto del camino, también agradecida con mi misma por todo el esfuerzo realizado en el trayecto y a todas las personas que contribuyeron en mi camino estudiantil solo me queda agradecerles.

Tatiana

Agradecimiento

Primeramente, gracias a Dios por su infinita bondad, a mi madre por su apoyo en este trayecto, a mi abuelito que está en el cielo, fue una gran etapa de mi vida. También agradezco a la empresa Concreteltec por abrirnos las puertas para realizar el proyecto, y posteriormente a mi tutor académico por guiarnos y compartirnos sus conocimientos.

Tatiana

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Caratula	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de auditoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Resumen.....	17
Abstract	18
Capítulo I: Introducción	19
Antecedentes	19
Justificación.....	19
Objetivos	20
<i>Objetivo General</i>	20
<i>Objetivos Específicos</i>	20
Alcance.....	20
Capítulo II: Marco Teórico	22
Definición de telecomunicaciones	22
Definición de internet	22
Definición de las redes de acceso.....	22
Tipos de tecnología dsl para redes de acceso.....	23
<i>Tecnología hdsl</i>	24
<i>Tecnología Shdsl</i>	24

<i>Tecnología Adsl</i>	25
Historia de la fibra óptica	26
<i>Definición De Fibra Óptica</i>	27
<i>Ventajas De La Fibra Óptica</i>	27
Desventajas De La Fibra Óptica	27
Tipos De Fibra Óptica	27
<i>Fibra Monomodo</i>	27
<i>Fibra Multimodo</i>	28
Red Fttb	29
Área De Red Central	31
Área De Usuario	32
Componentes De Fttb	32
Capítulo III: Metodología	40
Enfoque	40
Modalidad de investigación	40
<i>Investigación Bibliográfica</i>	40
<i>Investigación Cuantitativa</i>	41
<i>Tipos de investigación</i>	42
<i>Investigación Descriptiva</i>	42
<i>Investigación Descriptiva</i>	43
Fuentes de recopilación de la información	43
<i>Fuentes de información</i>	43
<i>Fuentes Primarias</i>	44
<i>Fuentes Secundarias</i>	44
Fases de la metodología para el diseño de la red	45
Identificación del recorrido de la ruta del adss	45

Diseño de la red Gpon.....	46
<i>Sistema y áreas de dispersión</i>	46
<i>Cobertura de Naps</i>	47
Metodología para el diseño del cable de fibra óptica	47
<i>Cálculo de cable de fibra óptica</i>	47
<i>Cálculo de cable de fibra óptica</i>	47
<i>Comprobación visual para el cable</i>	48
<i>Comprobación visual para el repartidor óptico</i>	48
Diseño de la roseta óptica	49
Selección de la óptica network unity (onu).....	49
Cálculo del enlace	50
Red de distribución	50
<i>Splitter's</i>	51
<i>Red Feeder</i>	51
Capítulo IV: Implementación	52
Desarrollo e implementación de la red	52
Elementos de implementación	52
Recorrido o trayecto.....	53
Implementación	54
Procedimiento de certificación de la fibra óptica.....	73
<i>Hilo azul figura 57</i>	73
<i>Ventana de trabajo del hilo azul en el trayecto</i>	73
<i>Hilo Blanco</i>	75
<i>Hilo Rojo</i>	76
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.....	86
Conclusiones	86

Recomendaciones	87
Bibliografía	88
Anexo	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Estructura de conexión de la red de Acceso</i>	23
Figura 2. <i>Estructura de conexión ADSL</i>	25
Figura 3. <i>Tipo de fibra monomodo</i>	28
Figura 4. <i>Tipo de fibra multimodal</i>	29
Figura 5. <i>Red FTTH</i>	30
Figura 6. <i>Funcionamiento de Red FTTH</i>	30
Figura 7. <i>Arquitectura de una Red FTTH</i>	32
Figura 8. <i>Empalme Eléctrico</i>	32
Figura 9. <i>Divisor Óptico</i>	33
Figura 10. <i>Equipo condensador olt</i>	34
Figura 11. <i>Convertor de señal óptica</i>	35
Figura 12. <i>Equipo terminal del usuario</i>	36
Figura 13. <i>Red GPON</i>	37
Figura 14. <i>Funcionamiento de una Red GPON</i>	38
Figura 15. <i>Enfoque cualitativo</i>	41
Figura 16. <i>Enfoque cuantitativo</i>	42
Figura 17. <i>Fuentes de información</i>	44
Figura 19. <i>Software de diseño Google Earth</i>	54
Figura 20. <i>Muestreo de reservas en el trayecto</i>	54
Figura 21. <i>Reservas de las cajas de empalmes</i>	55
Figura 22. <i>Reservas de los cruces</i>	55
Figura 23. <i>Finalización del recorrido</i>	55
Figura 24. <i>Tabla de pérdidas del splitter de 1 a 16</i>	56
Figura 25. <i>Tabla de pérdidas del splitter de 1 a 8 puertos</i>	57

Figura 26. <i>Pinzas tensoras</i>	58
Figura 27. <i>Herraje tipo A</i>	58
Figura 28. <i>Caja Ip 68 todos sus accesorios</i>	59
Figura 29. <i>Caja Ip68 su respectiva bandeja</i>	59
Figura 30. <i>Cable acerado</i>	60
Figura 31. <i>Grilletes</i>	60
Figura 32. <i>Cizalla pequeña</i>	61
Figura 33. <i>Recorrido del cable ADSS</i>	61
Figura 34. <i>Etiquetas</i>	62
Figura 35. <i>Tendido del Adss</i>	62
Figura 37. <i>Transporte del carrete</i>	63
Figura 38. <i>Reserva cada 500 m</i>	64
Figura 39. <i>Nudo cruzado del Adss</i>	64
Figura 40. <i>Tendido aéreo</i>	65
Figura 41. <i>Reserva del cable Adss</i>	65
Figura 42. <i>Curvatura del cable</i>	66
Figura 43. <i>Metraje restante del cable</i>	66
Figura 44. <i>Cable sobrante de Adss</i>	67
Figura 45. <i>Pinzas tensoras sujetas al Adss</i>	67
Figura 46. <i>Numeración del Adss</i>	68
Figura 47. <i>Finalización del primer carrete</i>	68
Figura 48. <i>Con el cable</i>	69
Figura 49. <i>Desenvolvimiento de la fibra</i>	69
Figura 50. <i>Cruce del Adss</i>	70
Figura 51. <i>Envío del Adss</i>	70
Figura 52. <i>Equipo de revisión Otdr</i>	71

Figura 53. <i>Manipulación del Otdr</i>	71
Figura 54. <i>Ajustes del Otdr</i>	72
Figura 55. <i>Envío de las trazas de cada hilo</i>	72
Figura 56. <i>Separación de los pictail</i>	73
Figura 57. <i>Ventana de trabajo del hilo azul en el trayecto</i>	73
Figura 58. <i>Análisis de pérdida del hilo verde</i>	74
Figura 59. <i>Verificación de la traza del hilo naranja</i>	74
Figura 60. <i>Mediciones del hilo café</i>	75
Figura 61. <i>Medición del hilo gris</i>	75
Figura 62. <i>Medición del hilo blanco</i>	75
Figura 63. <i>Mediciones del hilo rojo</i>	76
Figura 64. <i>Medición del hilo negro</i>	76
Figura 65. <i>Mediciones del hilo amarillo</i>	77
Figura 66. <i>Mediciones del hilo violeta</i>	78
Figura 67. <i>Mediciones del hilo rosado</i>	78
Figura 68. <i>Mediciones del hilo aqua</i>	79
Figura 69. <i>Sangrado del Adss</i>	79
Figura 70. <i>Sangrado de los buffers</i>	79
Figura 71. <i>Reserva en figura ocho con su respectiva etiqueta</i>	80
Figura 72. <i>Verificación de potencia</i>	81
Figura 73. <i>Potencia de las cajas de segundo orden</i>	81
Figura 74. <i>Armado de cajas Ip68 con el Adss</i>	82
Figura 75. <i>Implementación de de la red</i>	82
Figura 76. <i>Instalación al usuario final</i>	82
Figura 77. <i>Instalación dentro del domicilió</i>	83
Figura 78. <i>Pruebas del servicio de internet</i>	83

Figura 79. <i>Conectamos varios dispositivos en un videochat.....</i>	84
Figura 80. <i>Pruebas en los pc.....</i>	84

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Elementos de implementación</i>	52
--	-----------

RESUMEN

La empresa CONCRELTEC es un ISP autorizado por el ente regulador de las telecomunicaciones ARCOTEL, que provee el servicio de internet a través de la fibra óptica, que es un medio por el cual se enlaza de forma directa al usuario final, actualmente trabaja con tecnología GPON. En el cantón Ambato, parroquia Picaihua existe una falta de accesibilidad al no tener una infraestructura para que los usuarios finales tengan un óptimo servicio de calidad; la empresa CONCRELTEC realizó un estudio de campo, donde los resultados indicaron que se debía implementar una infraestructura de red FTTH con tecnología GPON, por tal razón, se necesitaba realizar dicha implementación. En tal sentido, se analizó el trayecto de recorrido y se determinaron las características necesarias para que la empresa adquiriera una red a prueba de fallos que cubra desde el nodo central; ésta proporcionará un servicio de internet de calidad, facilitando su ampliación, con el fin de que sus clientes sean beneficiados de un buen servicio de internet. Así, para cumplir con este objetivo, se ha escogido un sistema de fibra de última generación, que tiene alta velocidad para la navegación del usuario final rápida y estable.

Palabras claves: fibra óptica, internet de calidad, telecomunicaciones, red FTTH, tecnología GPON.

ABSTRACT

The CONCRELTEC company is an ISP authorized by the telecommunication's regulatory entity ARCOTEL, which provides internet service through fiber optics, which is a means by which it is directly linked to the end user, currently working with GPON technology . In the Ambato canton, Picaihua parish, there is a lack of accessibility due to not having an infrastructure so that end users have an optimal quality service; The company CONCRELTEC carried out a field study, where the results indicated that a FTTH network infrastructure with GPON technology should be implemented, for this reason, it was necessary to carry out said implementation. In this sense, the path of travel was analyzed and the necessary characteristics were determined for the company to acquire a fail-safe network that covers from the central node; it will provide a quality internet service, facilitating its expansion, so that its clients can benefit from a good internet service. Thus, to meet this objective, a state-of-the-art fiber system has been chosen, which has high speed for fast and stable end-user navigation.

Keywords: fiber optics, quality internet, telecommunications, FTTH network, GPON technology.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

En la actualidad, la tecnología es un eje fundamental para el desarrollo del ser humano. En el Ecuador ha crecido notablemente la tecnología desde el año 2004, con la infraestructura de la red de la fibra óptica con tecnología GPON, la cual es un avance tecnológico que permite proveer servicio de internet, que permite cubrir la mayor parte de la necesidad de las personas, e incluso de las empresas.

Concreltec es una empresa que busca mejorar su servicio de instalación y migró a una nueva red de acceso FTTH utilizando tecnología GPON desde el año 2019 permitiéndoles llegar con fibra óptica directamente al usuario final. De esta manera, Concreltec que es abalada y certificada por el ARCOTEL, tiene como objetivo es proveer servicio del internet y se encuentra trabajando con la tecnología GPON en la ciudad de Ambato, donde la calidad de servicio de internet es excelente, ya que su infraestructura garantiza la inmunidad a las interferencias electrónicas, tiene enorme capacidad para el transporte de información, baja atenuación seguridad de la información y escalabilidad.

Mediante las investigaciones de campo realizadas en la parroquia Picaihua se evidenció que existe una ilimitada infraestructura con redes de cobre con tecnología con tecnología ADSL y radio, enlaces que presentan un servicio de conexión realmente deficiente, con pérdidas de conectividad, pérdida de información de voz, dato y video al usuario final.

Justificación

El Ecuador atraviesa la era de las telecomunicaciones, por así decirlo, debido a la creciente demanda de la sociedad para el uso de múltiples aplicaciones y transmisiones de datos a grandes velocidades, los ISP (Proveedores de servicio de internet) están obligados a cumplir las expectativas de su cliente, implementando nuevas soluciones tecnológicas para la interconectividad de nuevos servicios ofertados por la alta demanda

Por lo tanto, el presente proyecto tiene como objetivo realizar la implementación de la red FTTH con la tecnología GPON por parte de la empresa Concreteltec en la ciudad de Ambato en la parroquia Picaihua permitiéndole ampliar su cobertura actual y mejorar el acceso a las plataformas de videoconferencia y servicios ofertados a grandes velocidades, y cumplir con todas las demandas de los usuarios finales garantizando un excelente servicio de internet.

Objetivos

Objetivo general

Implementación de una red FTTH con tecnología GPON en la empresa CONCRELTEC para brindar servicio de internet en la parroquia Picaihua.

Objetivos específicos

- Implementar la red FTTH con tecnología GPON para la parroquia Picaihua
- Determinar el tipo de material y la cantidad de fibra óptica a usar en función de las necesidades deseadas para el respectivo tendido de red con tecnología GPON.
- Determinar los parámetros técnicos de los equipos y materiales necesarios para la implementación de la red.
- Realizar la red FTTH a prueba de fallos para verificar su funcionamiento y conectividad.

Alcance

En el proyecto se aplicaron encuestas a la ciudadanía de la parroquia Picaihua sobre el estado actual del servicio de internet que posee, centrándose fundamentalmente en la calidad de servicio y cobertura, dando como resultado que tiene una tecnología antigua y su infraestructura no cubre el alcance, es limitada. De este modo, con la esta propuesta se espera cubrir las necesidades del usuario al implementar la red FTTH con tecnología GPON en la parroquia Picaihua la cual es una tecnología moderna y que a futuro permitirá el paso de

diversos servicios en un mismo canal logrando así, cubrir las necesidades actuales con mayor alcance de cobertura para poder llegar de mejor manera a los usuarios finales.

Capítulo II

Marco teórico

Definición de Telecomunicaciones

Definición de Internet

Internet es una gran red internacional de ordenadores mediante esta, los recursos se pueden compartir. Esto significa que, al usar una computadora o dispositivo móvil, se establece una comunicación instantánea con cualquier parte del mundo, con el fin de obtener información sobre un tema de interés, adicional explorar las colecciones de la Biblioteca y obtener el programa o juego deseado para la computadora. En definitiva: establecer vínculos de comunicación con millones de personas en todo el mundo, con fines académicos o de investigación, o a su vez con fines personales (Cuadro).

Definición de Internet banda ancha

El acceso a Internet de banda ancha o de alta velocidad permite a los usuarios acceder a Internet y servicios relacionados a velocidades mucho más altas que los servicios de acceso telefónico. Las velocidades de banda ancha varían mucho según la tecnología y el nivel de servicio que contrate, los servicios de banda ancha para el consumidor suelen tener velocidades de descarga de datos más rápidas (desde Internet a su computadora) que velocidades de carga de datos desde su computadora a Internet (Ferderal Communications commision, 2016).

Definición de las Redes de acceso

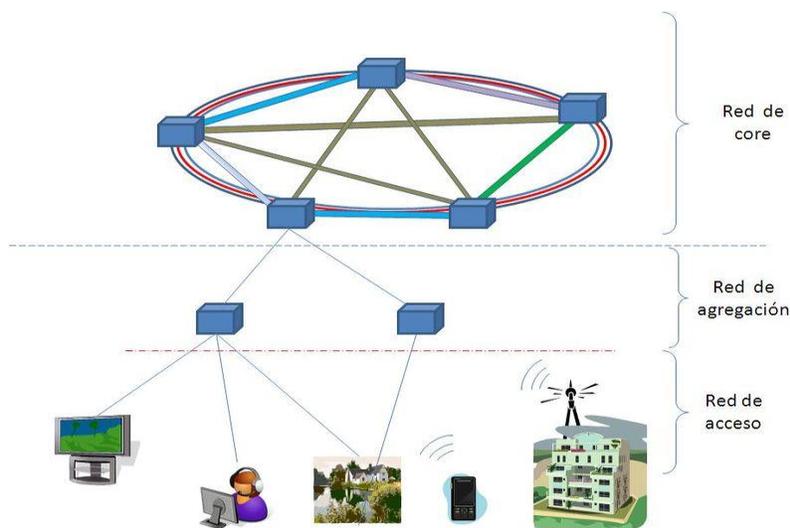
La red de acceso es la parte del sistema de comunicación más cercana a los usuarios finales. Estas redes conectan a los usuarios finales con los proveedores de servicios locales, los proveedores de servicios locales se conectan con los proveedores de servicios locales, los proveedores de servicios locales se conectan con los proveedores regionales, que a su vez se conectan con otros proveedores, y así sucesivamente hasta alcanzar el rango requerido para conectar la sesión de comunicación (Spiegato).

En la mayoría de los casos, la red de acceso es invisible para el usuario, en lugar de facturar al usuario directamente, la red factura a la empresa a la que se conecta el usuario, estas empresas luego dan la vuelta y cobran a los usuarios, desde la perspectiva del usuario, el proceso comienza con la red de acceso (Spiegato).

Este sistema es la conexión física que se establece entre el usuario y el hub de conmutación local, si la red de acceso existiera sola, sería como una red gigante cubriendo un área y convergiendo en un solo lugar, todos los teléfonos fijos de la zona están conectados a este sitio y el punto de convergencia es el operador de la central local (Spiegato).

Figura 1.

Estructura de conexión de la red de Acceso



Nota. En la figura se observa la conexión de la red de acceso. Tomado de (León, 2015).

Tipos de tecnología DSL para redes de acceso

El término o concepto de "banda ancha" se refiere a una red capaz de transmitir datos a alta velocidad, el término existe desde hace años, pero ha evolucionado a lo largo de los años y la tecnología es cada vez mejor y más rápida. Hace unos años, ADSL se consideraba banda ancha, por lo que se podría pensar que el término terminaba ahí, pero no es así. La banda

ancha es cualquier tipo de red capaz de transmitir información a alta velocidad. Es decir, aunque es fibra óptica, también había ADSL (García, 2022).

Tecnología HDSL

Este es un tipo de tecnología xDSL simétrica, lo que significa que ofrece el mismo ancho de banda en ambas direcciones. Debido a sus velocidades (1,5 Mbps para dos pares de cobre y 2,0 8 Mbps para tres pares), las compañías telefónicas utilizan HDSL como alternativa a las líneas T1/E1 (las líneas T1 utilizadas en Norteamérica y Japón tienen una velocidad de 1,5 Mbps). Mbps); Las líneas E1 utilizadas en Europa tienen una velocidad de 2.0 8 Mbit/s). Esto reduce el costo y el tiempo requerido para instalar estas líneas. HDSL puede operar hasta una distancia de 3,6 km. Aunque esta distancia es más corta que la de ADSL (que se analiza más adelante), existen repetidores que las compañías telefónicas pueden instalar para ampliar este rango sin aumentar indebidamente los costos. (Acebey & Rios, 2002).

Tecnología SHDSL

SHDSL es verdadero acceso de alta velocidad con velocidades simétricas y asimétricas como ADSL. Es una tecnología de comunicación desarrollada mediante la combinación de varias tecnologías de conexión DSL simétrica como HDSL, SDSL y HDSL-2 para convertirse en un nuevo estándar reconocido a nivel mundial. SHDSL se utiliza para satisfacer las necesidades de todos los servicios que requieren el mismo ancho de banda de carga y descarga. HDSL es una forma atractiva de reemplazar las líneas T1 existentes, pero HDSL requiere dos circuitos de par trenzado y estos suscriptores generalmente solo tienen un circuito de un par, lo que hace que esto no sea adecuado para suscriptores individuales. SDSL (Sometric Digital Subscriber Line) se desarrolló por lo tanto para proporcionar el mismo tipo de servicio sobre una sola línea de par trenzado que HDSL proporciona dos. Al igual que HDSL, SDSL utiliza tecnología de encriptación 2B1Q. La cancelación de eco se utiliza para lograr una transmisión full-dúplex en un solo par (Veintimilla, Beltrán, & Vidal, 2007).

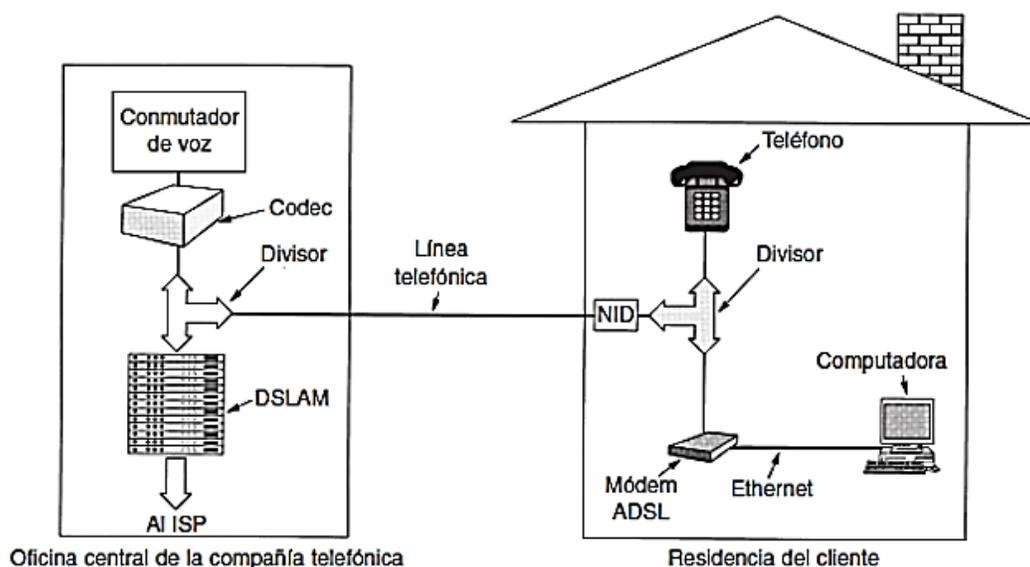
Tecnología ADSL

A pesar de ser concebido para una variedad de posibles aplicaciones, el objetivo principal del sistema ADSL (Línea de abonado digital asimétrica) hoy en día es brindar acceso a Internet a usuarios residenciales y a pequeñas empresas. Este tipo de abonados generalmente no requiere de un enlace de alta velocidad en sentido ascendente, ya que el carácter de los servicios a los que acceden habitualmente es tal que la cantidad de información que es necesario transmitir desde los servidores hacia los equipos de los usuarios es significativamente mayor que aquella en dirección contraria (LLamas, 2022).

ADSL es una tecnología asimétrica que transmite datos a 60 kbit/s de subida y 8 Mbit/s de bajada. Tiene un rango de frecuencia más alto que los sistemas telefónicos tradicionales. Este sistema maneja dos tipos de operaciones. Uno es la cancelación de eco (ECO) y el otro es el multiplexado por división de frecuencia (FDM). (Salto & Javier, 2002).

Figura 2.

Estructura de conexión ADSL



Nota. En la figura se observa el diagrama de bloques de la ADSL. Tomado de (Salto & Javier, 2002)

Historia de la Fibra Óptica

Con el potencial que podían proporcionar las comunicaciones ópticas, a mediados de los 70 se realizaron experimentos que utilizaban la atmósfera como canal de comunicación (lo que años después se manifestaría como las redes inalámbricas), posteriormente se intentó transmitir por diversos medios, tales como el agua, hasta que se introdujo la idea de utilizar vidrio para transmitir las señales de luz emitidas por un láser, sin embargo la pérdida de luz era demasiado grande, hasta 1990, cuando después de muchos años de investigación, se decidió utilizar un revestimiento al vidrio para evitar la pérdida desmedida de luz, y con este principio de transmitir luz por medio de una barra de vidrio dentro de un tubo, se dio origen a la fibra óptica (Renteria, 2007).

Aún con los avances hasta ahora obtenidos, la pérdida que representaba la utilización del vidrio la hacía inadecuada para la transmisión de datos, por ende, la hacía inoperante para las redes de telecomunicaciones a gran distancia. Después de muchos años de investigación con resultados pocos favorables, se llegó a la construcción de fibras a base de Silicio dopadas con germanio (para aumentar la refracción) o con flúor (para disminuir la refracción) (Renteria, 2007).

En la actualidad, las fibras ópticas son filamentos de vidrio de alta pureza extremadamente compactos: el grosor de una fibra es similar a la de un cabello humano. Fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado por medio de computadoras, para permitir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda luminosa, sea uniforme y evite las desviaciones, entre sus principales características se puede mencionar que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad debido a que son inmunes a las interferencias electromagnéticas (Renteria, 2007)

Definición de Fibra Óptica

Una fibra óptica es un medio a través del cual se transmite información, que consiste en un hilo transparente muy delgado que puede ser de vidrio o plástico, a través del cual se transmiten pulsos de luz láser o LED, la señal primero debe convertirse en una señal. Estos pulsos son pulsos de alta velocidad que transportan información y datos que abarcan distancias a través de cables de cobre y otros medios de transmisión, como los medios inalámbricos. (Pierri, 2010).

Ventajas de la Fibra Óptica

Las ventajas de usar fibra óptica para la comunicación incluyen: Fácil transmisión de grandes cantidades de información, es fácil de instalar y ahorra espacio, posee un peso más ligero que los cables tradicionales es inmune a la interferencia electromagnética en la naturaleza, es actualmente el mejor método de transferencia de datos por cable (hp, 2021).

Desventajas de la fibra óptica

Entre las desventajas de la fibra de óptica se encuentran las siguientes: es frágil porque la fibra interior es frágil, posee dificultad para realizar empalmes en zonas rurales, tiende a presentarse envejecido en presencia de agua, no posee almacenamiento óptico (hp, 2021).

Mientras que la instalación lleva tiempo debido al equipo adicional debido al filamento interno de la fibra óptica, es frágil cuando se trata de operaciones de doblado (hp, 2021).

Tipos de Fibra Óptica

Cuando la luz ingresa a una fibra óptica, se propaga en formas uniformes llamadas modos. Esto no es más que el camino (ondas electromagnéticas) que toma la luz a través de la fibra. Existen dos tipos principales de fibra óptica, dependiendo del número de modos de propagación: monomodo y multimodo (Pierri, 2010).

Fibra Monomodo

La fibra monomodo da una tasa de transmisión más alta y hasta 50 veces más distancia que un multimodo, pero también es más costosa. El pequeño núcleo y la onda de luz individual

virtualmente eliminan cualquier distorsión que pueda resultar por la sobre posición de pulsos de luz, brindando la menor atenuación de señal y la mayor velocidad de transmisión de cualquier tipo de cable de fibra óptica (Vargas, 2014).

La fibra monomodo ofrece la mayor capacidad en términos de transmisión de información, tiene una excelente velocidad de transmisión y puede transmitir información a distancias de 10 km o más. Tiene un valor de banda de paso de 100 GHz/km. El tamaño del diámetro de estas fibras varía entre 8 y 10 μm para mantener constante el índice de refracción y convertir la propagación en luz monomodo sin reflexión. (Pico & Jahir, 2021)

Figura 3.

Tipo de fibra monomodo



Nota. En la figura se observa la forma de transmisión del tipo de fibra monomodo. Tomado de (Pico & Jahir, 2021).

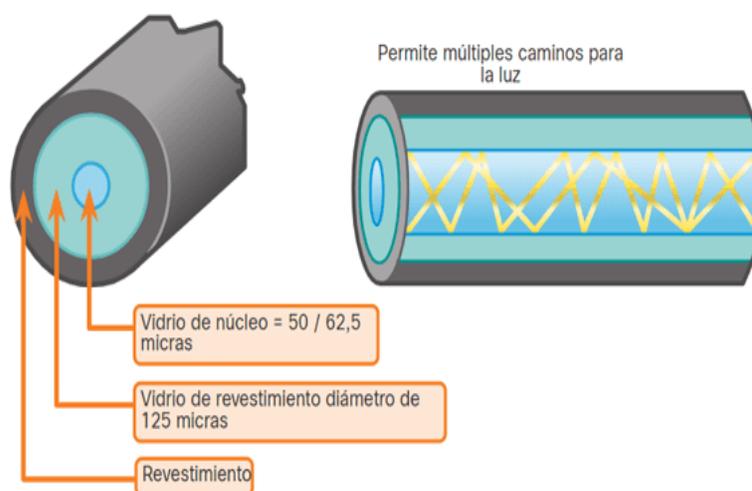
Fibra Multimodo

Esta fibra ofrece alto ancho de banda en distancias medias y altas velocidades (10 a 100 Mb) (alcanzando 275 m a 2 km en distancias gigabit). Las ondas de luz se dispersan en diferentes caminos o modos a medida que pasan a través del núcleo del cable, generalmente a

850 nm o 1300 nm. Los diámetros de núcleo multimodo típicos oscilan entre 50, 62,5 y 100 micras. Sin embargo, en cables largos (3000 pies o más), las rutas ópticas múltiples pueden introducir distorsión en el receptor y una transmisión de datos imperfecta, por lo que los diseñadores están recurriendo a la fibra monomodo para las nuevas aplicaciones de gigabit y más allá (Vargas, 2014).

Figura 4.

Tipo de fibra multimodal

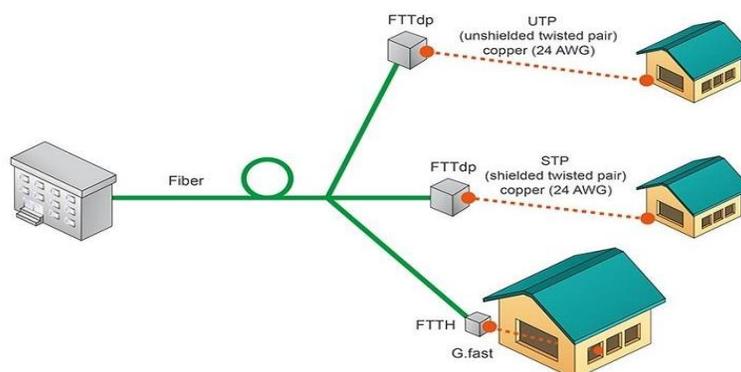


Nota. En la figura se observa la forma de transmisión del tipo de fibra multimodal. Tomado de Sánchez (2021).

Red FTTH

Que es una red FTTH

Las siglas de FTTH corresponden a las palabras Fiber To The Home, que significa "Fibra hasta el Hogar" en español. Estas siglas son muy utilizadas hoy en día en relación con el mundo de las comunicaciones, especialmente Internet. FTTH se refiere al tipo de línea de internet que llega a los hogares. H. Desde el centro ISP (Proveedor de Servicios de Internet) más cercano a su hogar (López, 2020)

Figura 5.*Red FTTH*

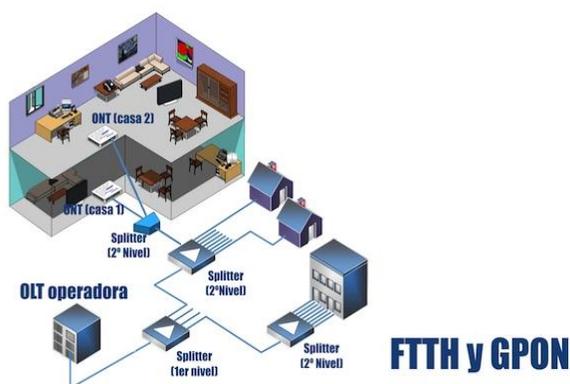
Nota. Estructura de una red FTTH Tomado de (Jatar City, 2020)

Como funciona una red FTTH

El funcionamiento básico de la conexión FTTH es realmente sencillo: la fibra óptica sale desde una oficina central. Después esta se conecta con un llamado concentrador de fibra (FDH). Esto a su vez con otro elemento que se llama punto de acceso a la red (NAP). Finalmente, ese punto de acceso a la red llega directo a la residencia mediante una caja de unión, que en muchas ocasiones es la llamada roseta terminal (Conectrónica)

Figura 6.*Funcionamiento de Red FTTH*

¿Cómo funciona una conexión de fibra?



Nota. Funcionamiento de una Red FTTH Tomado de (Naseros, 2017)

Arquitectura y componentes de FTTH

Una red FTTH consta de cinco áreas que se describen a continuación. Núcleo de red: El núcleo de red incluye equipos ISP de proveedores de servicios de Internet, PSTN, red telefónica conmutada por sus siglas en inglés conmutación de paquetes o conmutación de circuitos heredados) y equipos de proveedores de televisión por cable (Worton, 2021).

Área de Red Central.

De acuerdo a Cables y componentes para comunicaciones SL "La principal función del centro es albergar los Lotes y ODFs (Optical Distribución Frames) y suministrar la energía necesaria.

Red de Alimentación

Para su distribución, la energía eléctrica sale de la planta y de los generadores a través de cables aéreos cubiertos con una capa aislante y luego se coloca sobre mástiles metálicos.

Entonces, todas estas torres y cables se pueden definir como "red de distribución", en esta red de distribución, los transmisores operan en alta tensión, pero el propio concesionario también puede contener baja tensión.

Estos diferentes tipos de voltaje aseguran que la energía llegue al consumidor de manera óptima (Díaz, 2013).

Red de Distribución

Una red de distribución es un sistema de instalaciones de almacenamiento y medios de transporte que recibe mercancías y las pone a disposición de los clientes. En inglés, se hace una distinción entre redes de distribución y redes/cadenas minoristas.

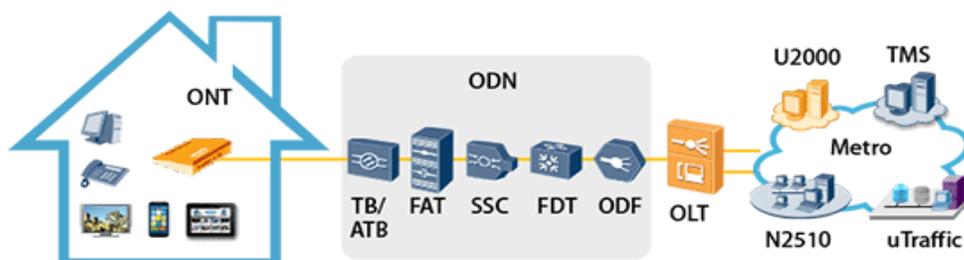
El segundo se refiere al sistema formado por los establecimientos que suministran los productos al cliente/consumidor final y la casa matriz (Sabater & Pedro, 2020).

Área de Usuario

Un usuario es una persona que utiliza regularmente un producto o servicio. En resumen, un usuario es alguien que utiliza regularmente un servicio en particular, independientemente de la industria a la que pertenezca el producto o servicio (Software DEL SOL).

Figura 7.

Arquitectura de una Red FTTH



Nota. Arquitectura de una Red FTTH. Tomado de (Swich Wifi)

Componentes de FTTH

Empalmes

Un empalme eléctrico, también conocido con el nombre de conexión eléctrica, es la unión de dos o más cordones conductores que unen un aparato doméstico o circuito eléctrico, siendo esta unión una línea para cerrar los ramales de la creación. puntos específicos en una instalación (Mendoza).

Figura 8.

Empalme Eléctrico



Nota. Empalme eléctrico. Tomado de (HellermannTyton)

Divisor Óptico

Un divisor de fibra óptica, también conocido como divisor de fibra o divisor de haz, es una guía de ondas integrada y un dispositivo de distribución de energía óptica que puede contener múltiples extremos de entrada y salida. La función de un divisor de fibra óptica es dividir un haz de luz entrante en dos o más haces de luz y viceversa. Los divisores de fibra óptica han jugado un papel importante en las redes ópticas pasivas (EPON, GPON, BPON, FTTX, FTTH, etc.) al permitir que muchos suscriptores compartan una única interfaz PON (FOCC, 2019).

Figura 9

Divisor Óptico



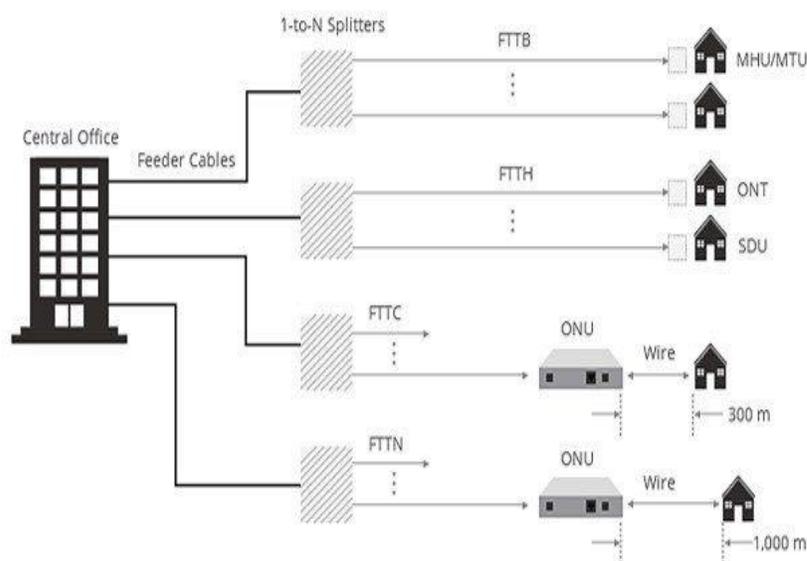
Nota. Ejemplo de un Divisor Óptico y sus Partes. Tomado de (FS community, 2021)

Equipo Condensador OLT. OLT (Terminal de línea óptica):

Terminal de línea óptica; dispositivo final para conectar troncales de fibra óptica. Los dispositivos OLT son dispositivos críticos de oficina central, puede conectarse al computador frontal (capa de agregación) a través de un cable de red y convertirse en una señal óptica. Una sola fibra óptica está conectada a un divisor óptico en el lado del usuario. Se implementan el control, la gestión y el alcance de la ONU del equipo de usuario. Y al igual que el dispositivo ONU, es un dispositivo integrado optoelectrónico (Watson, 2022).

Figura 10.

Equipo Condensador OLT



Nota. Equipo Condensador OLT. Tomado de (CONEXT)

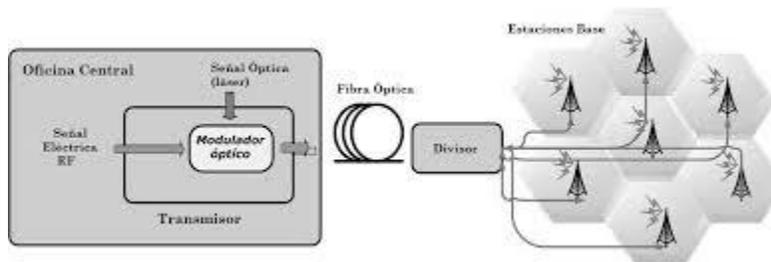
Conversor de la Señal Óptica a Eléctrica

También llamado convertidor opto eléctrico, su función es convertir señales ópticas y eléctricas. En términos generales, el proceso de transmisión es que las señales eléctricas se convierten en señales ópticas, se transmiten a través de fibras ópticas y las señales ópticas se convierten en señales eléctricas en el otro lado y se conectan a enrutadores, conmutadores y

otros dispositivos. En aplicaciones prácticas, la función más importante del transceptor de fibra óptica es extender la distancia de transmisión. Conversor de Señal (Odate, 2016).

Figura 11.

Conversor de señal óptica



Nota. Conversor de Señal Óptica a Eléctrica. Tomado de (Textos Científicos)

Equipo Terminal de Usuario ONT

El terminal de red óptica (ONT) es un módem óptico que se conecta al punto de terminación con un cable óptico. Se utiliza en las instalaciones del usuario final para conectarse a la red PON en un lado e interactuar con el usuario en el otro lado. Los datos recibidos del cliente final son enviados, agregados y optimizados por la ONT a la OLT ascendente. ONT también se conoce como unidad de red óptica (ONU). ONT es un término ITU-T, mientras que ONU es un término IEEE. Ambos se refieren al equipo del lado del usuario en la red GPON (Odate, 2016).

Equipo Terminal ONT

Una terminal de red óptica (ONT) es un módem óptico que se conecta a un punto de terminación a través de un cable óptico. Se utiliza en la ubicación del usuario final para conectarse al PON en un lado e interactuar con el usuario en el otro lado. Los datos recibidos de los clientes finales se envían desde ONT a OLT aguas arriba para su agregación y optimización. ONT también se llama Unidad de Red Óptica (ONU). ONT es un término ITU-T y

ONU es un término IEEE. Ambos se refieren al equipo del lado del usuario en una red GPO (FERNÁNDEZ, 2020).

Figura 12.

Equipo terminal del usuario



Nota. Equipo Terminal de Usuario ONT. Tomado de (FERNÁNDEZ, 2020)

Beneficios de Usar una Red FTTH

Algunos de los beneficios que ofrece la red FTTH: Low Signal los: a diferencia de otras tecnologías, las redes ópticas pasivas son inmunes a las interferencias electromagnéticas. En la práctica, esto significa que la interferencia de motores, transformadores y líneas de transmisión no afectará la señal, lo que hará que la conexión sea más estable. Reducción del consumo de fibra: Optimizar las redes punto a multipunto para acercar la distribución al cliente final. Esto ofrece varias ventajas para los administradores.

El bajo consumo de fibra reduce los costes de mantenimiento y simplifica el control y la monitorización. Alta capacidad y alcance: las redes GPON asimétricas pueden proporcionar velocidades de hasta 2,5 Gbps. En términos de alcance, es de hasta 20 kilómetros entre OLT y ONT. Estas condiciones reducen la inestabilidad, los tiempos de espera y la latencia (FOCC, 2020).

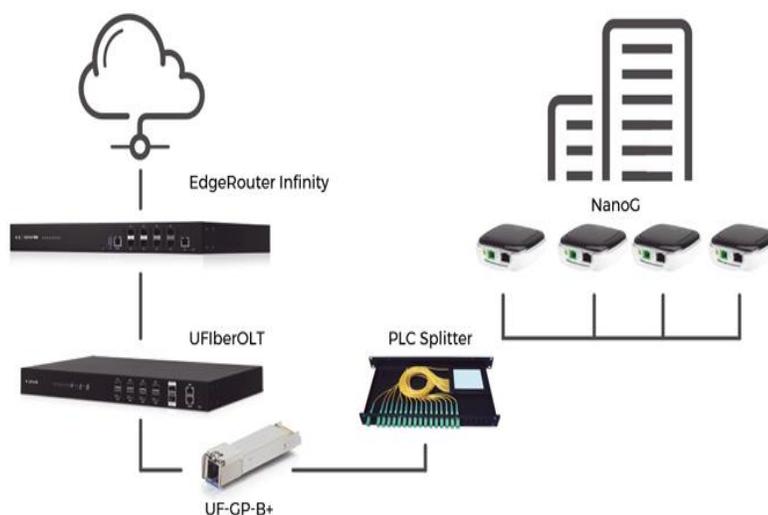
Tecnología GPON

Que es GPON

GPON es una tecnología de acceso a las telecomunicaciones que utiliza cables de fibra óptica para llegar a los usuarios finales. El objetivo es construir una red de banda ancha convergente basada en IP que maximice la utilización de recursos y permita que se entreguen más servicios en la misma infraestructura (Watson, Fs community, 2022)

Figura 13.

Red GPON



Nota. Estructura de una Red GPON Tomado de (SYSCOM, 2017)

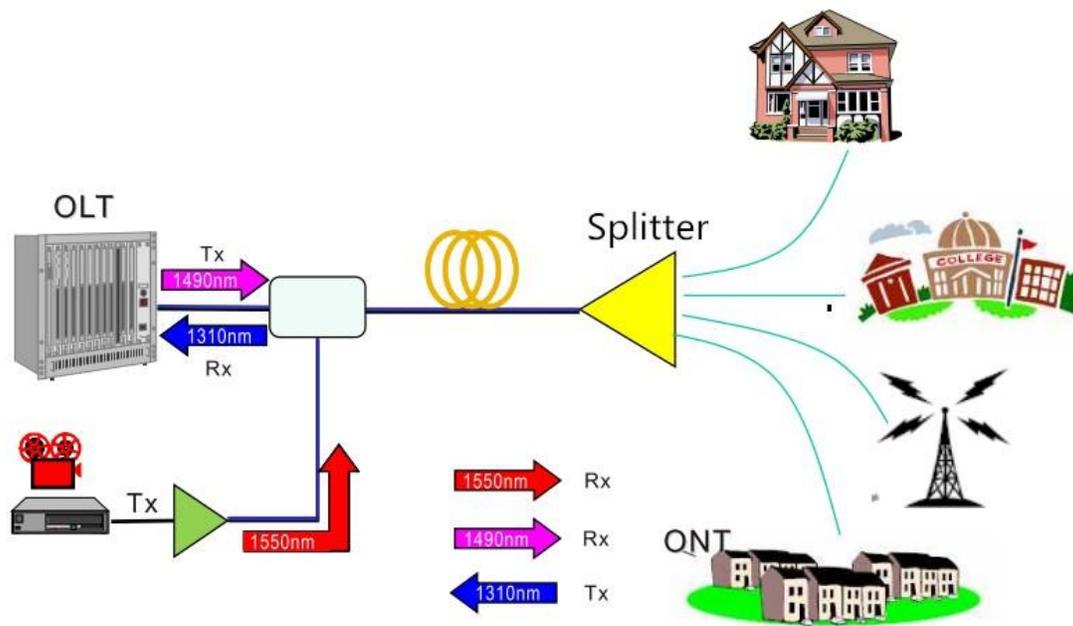
Funcionamiento

Las conexiones en una conexión GPON se realizan a través de un dispositivo denominado OLT (Optical Line Terminal) en una central telefónica y un dispositivo denominado ONT (Optical Node Terminal) en nuestros hogares. Las ONT también se denominan ONU (unidades de red óptica). Se debe colocar un divisor de fibra llamado divisor en el medio. Son

elementos pasivos. Es decir, se limita a agrupar o descomponer diferentes fibras, pero no a amplificar o modificar señales (López A. , 2022).

Figura 14.

Funcionamiento de una Red GPON



Nota. Funcionamiento y Componentes de una Red GPON. Tomado de (Medium)

Arquitectura de GPON

En el diseño GPON se encuentran un total de dos niveles. OLT (terminal de línea óptica) es una de las partes más importantes, ya que se utiliza para conectar varios dispositivos. También existen splitters que pueden dividir la fibra para conectar más usuarios al mismo tiempo, y finalmente tener una ONT para cada usuario. Por supuesto, como sugiere el nombre "GPON", todos estos dispositivos son pasivos (Tejedor, 2007).

Beneficios de Utilizar una Red GPON

Los expertos enumeran algunas de las ventajas que ofrece este tipo de red: Reducción de la inversión de capital. Costos operativos y funcionales reducidos. Evitar interferencias.

Garantiza seguridad de red avanzada. Mayor cobertura de la red con una distancia máxima de 20 km. El plazo es de 50 años. Todos estos beneficios aplican para establecimientos como restaurantes, hoteles e incluso camping (Alpha Telecom Solutions Barcelona).

Aplicaciones de GPON

GPON, que admite servicio triple play, mayor ancho de banda y mayor alcance (hasta 20 km), es aplicable en muchos escenarios, especialmente en redes FTTx. Además, los clientes de GPON suelen ser hogares y pequeñas empresas. La tecnología GPON puede transportar datos, voz y video IP, lo que la hace adecuada para la transmisión de fibra hasta el hogar (FTTH) y se usa ampliamente. En aplicaciones FTTH, las redes FTTH basadas en PON son punto a multipunto. Una arquitectura de red que utiliza divisores ópticos sin alimentación para conectar de 32 a 128 instalaciones a través de una sola fibra (Soluciones Globales, 2020).

A continuación, se muestran algunas de las aplicaciones y usos que ofrece la tecnología GPON, Las cuales son VoIP que se orienta en la telefonía por Internet en lugar de cobre, IPTV: televisión por Internet Juegos en línea Automatización del hogar: Videovigilancia Plataformas de transmisión: Netflix, Disney, HBO (Soluciones Globales, 2020).

CAPÍTULO III

Metodología

Enfoque

La investigación de red de fibra óptica con tecnología GPON que permite el mejoramiento de los servicios de las telecomunicaciones de la empresa Concreteltec en Picaihua, tuvo un enfoque cualitativo, según se caracteriza material recopilado en la investigación, dentro del contexto se utilizó un esquema cuantitativo lo cual permitió analizar, comprender para poder reunir la información necesaria para poder determinar de una manera firme al momento de tomar una correcta decisión al momento de tomar una decisión con respecto al tendido de la red de fibra en los capítulos anteriores realizamos su respectivo desarrollo paso a paso de la metodología planteada en la investigación está enfocada con la metodología descriptiva- explicativa, con un enfoque cualitativo y cuantitativo, puesto que se opta por planificar y evaluar el nivel del comportamiento de las variables dependientes e independientes que se presentan el recorrido de la ruta del ADSS, características de la red FTTH, de la tecnología GPON Y, y los datos que define que tendrá lugar a las posibles soluciones del problema.

Modalidad de investigación

Investigación bibliográfica

Se analizó el estado actual del problema de estudio por parte de la empresa Concreteltec por este motivo es indispensable leer investigar consultar en archivos documento que nos permitan de mejor manera realizar la investigación.

Figura 15.*Enfoque cualitativo*

Nota. En la figura se muestra el modelo del proceso de una investigación cualitativa: Tomado de (Nieto, 2016)

Investigación cuantitativa

Con el enfoque cuantitativo se pretende indagar la información, con una visualización de los datos numéricos recolectados en base a la construcción de La implementación de la red FTTH con tecnología GPON en la empresa CONCRELTEC y las necesidades de las variables planteadas en el problema de investigación.

Un enfoque cuantitativo representa una serie de procesos es continuo y final. Cada etapa precede a la siguiente, y las etapas no se pueden "saltar" ni evitar. Por supuesto, algunas fases se pueden redefinir, pero el orden es estricto (Herandez, Fernandez, & Batista).

Comienza con ideas delineadas y definidas, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco teórico o perspectiva. Las hipótesis se formulan

a partir de preguntas y variables determinadas. Se elabora un plan para probarlos (diseño). Las variables se miden en un contexto específico. Se analizan las medidas obtenidas por métodos estadísticos y se extrae un conjunto de conclusiones sobre hipótesis o niveles hipotéticos. Para ello se realiza un análisis estadístico (datos numéricos) (Herandez, Fernandez, & Batista).

Figura 16.

Enfoque cuantitativo



Nota. En la figura se muestra el modelo del proceso de una investigación cuantitativa. Tomado de (Nieto, 2016)

Tipos de investigación

Investigación descriptiva

Con la investigación descriptiva se pretende indagar la incidencia de las modalidades de diferentes tipos de red implementadas en ciertos sectores, se pretende describir datos, características de los materiales a utilizarse y responder inquietudes de quién, quienes, como y a quién beneficia el proyecto.

La investigación descriptiva consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos. Es decir, describir en detalle cómo existen y cómo aparecen. Por otro lado, busca identificar el proceso, objeto u otro fenómeno bajo análisis. Es decir, están destinados únicamente a medir o recopilar información sobre conceptos o variables relacionados, ya sea de forma independiente o colectiva (Herandez, Fernandez, & Batista).

Investigación descriptiva

En el proyecto planteado se debe emplear la investigación explicativa dado que se va a explicar la forma y el método por el cual se debe implementar una red RTTH, así como los beneficios y posibles inconvenientes que se podría citar con el paso del tiempo.

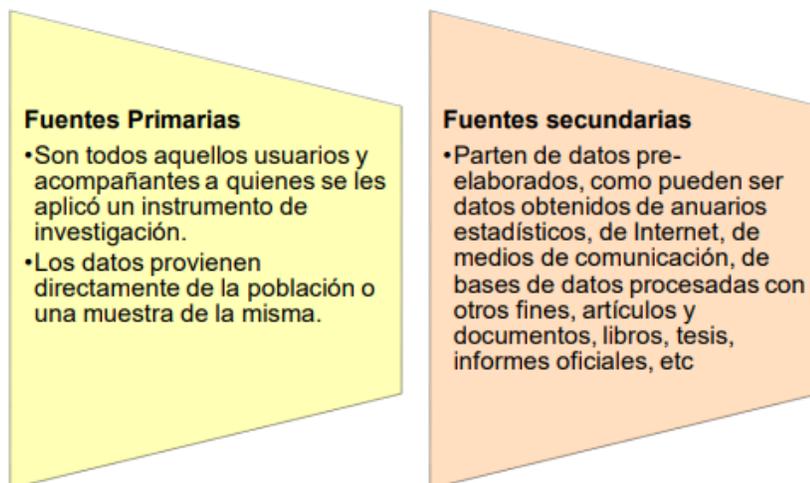
La investigación explicativa hace más que explicar conceptos y fenómenos o establecer relaciones entre conceptos. Es decir, se basa en responsabilizarse de las causas y consecuencias de los hechos y proyectos realizados (Jervis).

Fuentes de recopilación de la información

Una vez definida la justificación, es importante determinar las fuentes y técnicas utilizadas en el proceso de recopilación de información que servirá de apoyo para contrastar hipótesis sobre el tema planteado (Santos, 2022).

Fuentes de información

Son todos medios para obtener información que satisface una necesidad de conocimiento sobre una situación o problema presentado y que luego se utiliza para lograr un fin esperado (Santos, 2022).

Figura 17.*Fuentes de información*

Nota. En la figura se muestra la clasificación de las fuentes de información. Tomado de (Nieto, 2016)

Fuentes primarias

Todas estas son fuentes inmutables. Es decir, ya está establecido y se obtiene directamente. Contener información original nueva resultante de investigaciones científicas, incluyendo: monografías, publicaciones seriadas, documentos oficiales de autoridades públicas, informes técnicos, patentes, normas, tesis (Martínez, 2018).

Fuentes secundarias

Estas fuentes son las que se obtendrán de otros investigadores como fuentes secundarias para la obtención de información, estos datos implican la revisión de documentos, registros públicos, y archivos físicos o electrónicos, en este proyecto se enfatizará las fuentes de información secundarias en proyectos de investigación que aborden relación con tesis, enciclopedias, artículos referentes a los sistemas para la instalación de una Red FTTH con tecnología GPON.

Incluyen información organizada y refinada, artefactos analíticos, síntesis y reorganización de fuentes primarias, diccionarios, enciclopedias, antologías, directorios, almanaques, bibliografías, catálogos, boletines resumidos, índices de citación o índice de impacto, referencias, etc. obras etc. (Martínez, 2018).

Fases de la metodología para el diseño de la red

El presente apartado se detallará las características de los componentes que se utilizarán para la implementación de la RED FTTH y de la tecnología GPON a utilizar. Con eso se pretende dar solución al problema de ancho de banda y garantizar el acceso a voz, datos y aplicaciones actuales que manejan realidad virtual y cuentan con más exigencias.

En la primera fase se deberá analizar las necesidades actuales de la empresa CONCRELTEC y los requerimientos potenciales que se creen convenientes tener en cuenta en el futuro de la empresa y de acuerdo a las necesidades de los clientes.

En la segunda fase se deberá realizar el diseño de la red FTTF con tecnología GPON de acuerdo a las consideraciones de los cálculos del cable, cajas de distribución, dispersión y demás elementos necesarios al momento de implementar la red. Aquí se deberá considerar la planificación de la obra física, la distancia para el tendido del cable, los materiales y equipos a utilizar en la implementación.

En la tercera fase se debe tener en cuenta el proceso de implementación de la red FTTH con tecnología GPON para la empresa CONCRELTEC, y la implementación real, los datos característicos en base a su funcionamiento y el manual de uso.

Identificación del recorrido de la ruta del ADSS

La identificación del recorrido de la ruta, se lo deberá hacer mediante el programa Google Earth, en la que se podrá ubicar el sector donde se implementará la red, la ruta de la línea desde la empresa CONCRELTEC.

Utilizando Google Earth, identifique el ADSS de UNIANDES a Totoras, la distancia desde el letrero de reserva y la ubicación de la caja.

Diseño de la red GPON

Para realizar una investigación práctica del caso a implementar, en la que se detalle las características de las demandas, los requerimientos de las telecomunicaciones, el tipo de servicio actual que presenta la empresa.

Se debe considerar el análisis de los materiales y equipos de distribución de la empresa CONCRELTEC, el número de cuartos con los que cuenta, si posee áreas administrativas, de facturación o un área de instrumentación. Verificar el cuarto de telecomunicaciones y verificar el estado del rack mediante los equipos de distribución óptica.

Sistema y áreas de dispersión

En este apartado se deberá analizar el área del tendido de la red, la sectorización de lugar, la distancia del cableado, el diagrama de los posibles puertos libres para expansiones futuras.

Detallar cuál será el medio de apoyo de las redes de tendido eléctrico y para los cables de fibra óptica, si están a la distancia correcta o necesitan de agregar algún poste o soporte de apoyo.

El diagrama del tendido de fibra óptica es esencial para el tendido y la distancia de este cable, por tal razón se deberá analizar el tipo de diagrama tales como: diagrama de pulpo, diagrama de pescado, diagrama tipo gusano. Y seleccionar el diagrama con el que se trabajará.

Teniendo en cuenta los diagramas cabe resaltar los siguientes:

- En el diagrama de pulpo se puede identificar las interacciones de la red con los clientes, tiene una mayor utilidad para el análisis de los procesos orientados hacia el cliente.
- En el diagrama de pescado se clasifica las ideas y se identifica las causas que presentan el problema que se pretende solucionar.

Cobertura de NAPS

En este apartado se deberá detalla la estructura de las áreas de distribución de tal forma que se observe la capacidad de la caja principal y el número de cajas de dispersión.

Es importante considerar que dentro de las cajas de distribución se tienen los modelos NAP Transforme, en el que se encontrará los terminales para los cables troncales con protección.

Metodología para el diseño del cable de fibra óptica

Aquí se detallan los posibles casos de los materiales que serán parte del proceso de implementación de la red FTTH.

Cálculo de cable de fibra óptica

Para el cálculo de la distancia de la fibra óptica se lo podrá realizar mediante el programa Google Maps, se debe tomar una reserva de 10% para imprevistos y una reserva del 8% que se debe guardar en la caja en caso de alguna desconexión o reubicación de postes.

Para la longitud real del cable se deberá utilizar la ecuación 1.

$$L = d + d * 0,10 + d * 0,08 \quad 1$$

Donde:

d: Distancia medida

l: longitud del cable

Cálculo de cable de fibra óptica

Para el cálculo de la obtención del número de postes se debe tener en cuenta la distancia existente entre los postes y considerar el índice de proximidad de 0,35.

Para el número de postes se debe utilizar la ecuación 2.

$$np = \frac{de}{dp} + \frac{de}{dp} \cdot 0,35 \quad 2$$

Donde:

np: número de postes

de: distancia del enlace

dp: distancia del poste

Comprobación visual para el cable

Para la comprobación de los cables instalados o por instalar se debe considerar las siguientes normativas.

- Verificar que hay el cable instalado.
- Verificar que el cable se ha tendido por el conducto designado para ello.
- Verificar el correcto etiquetado del cable.
- Verificar que el radio de curvatura del cable es superior al especificado en todas las arquetas de recorrido.
- Correcta instalación de la misma.
- Correcta protección y ubicación de los empalmes en la caja.
- Correcto corte de los cables para realizar el empalme.
- Correcta etiquetación de los empalmes y durabilidad de la misma
- Correcto cierre y ubicación de la caja en la arqueta.
- No deterioro de la caja en su apertura, manipulación o cierre.
- Eliminación de escombros y sobrantes.

Comprobación visual para el repartidor óptico

Para la comprobación del repartido óptico se debe tener en cuenta los siguientes aspectos.

- Verificar el correcto estado del repartidor óptico
- Verificar la instalación del mismo.
- Correcta limpieza de los conectores.
- Correcta realización de la conectorización.

- Limpieza y recogida exhaustiva de los materiales sobrantes y escombros producidos en la ejecución.

Diseño de la roseta óptica

En el diseño de la roseta óptica, se debe considerar las respectivas seguridades para evitar que sea manipula, ya que este se ubica en el interior de la casa del abonado.

Es importante considerar que la roseta óptica se constituye como una pequeña caja que presenta un puerto de ingreso para el cable de fibra óptica y dos accesos de salida óptico, en el interior de la caja se encuentra una bandeja que sirve para ordenar las fibras ópticas de entrada y las demás funciones que sirven para conectar la fibra hacia la ONT.

Selección de la óptica Network Unity (ONU)

Para determinar la ONU a utilizar en la puerta del enlace doméstica de gama alta para la solución FTTH en tecnología GPON, se debe realizar una comparación entre varias marcas, en las que se visualice las siguientes características:

- Configuración.
- Parámetros
- Presentación
- Puertos PON
- Ventana de operación
- Compatibilidad
- Administración remota
- Distancia de transmisión
- Capacidad de ONUs

Esto con el fin de seleccionar la alternativa que se adapte con el proyecto.

Cálculo del enlace

De acuerdo a las clases de ODN se debe verificar las pérdidas mínimas requeridas y máximas admitidas en las que depende directamente como parámetro principal en la selección de los equipos activos OLT y ONT para la red FTTH.

Entre las pérdidas introducidas en las ventanas de operación de la fibra óptica se tiene las siguientes:

- Pérdida introducida en los splitter's.
- Pérdida por conectorización

Pérdidas por empalmes mecánicos y por fusión La pérdida total del enlace se obtendrá en base a la ecuación 3:

$$A = \alpha L + \alpha_s x + \alpha_c y \quad 3$$

Donde:

A: Atenuación medidas en dB

α : Coeficiente de atenuación de la fibra óptica medida en $\frac{dB}{Km}$

α_s : Atenuación por empalmes medidas en dB

α_c : Atenuación por conectores medidas en dB

x: Número de empalmes por enlace

y: Número de conectores por enlace

Red de distribución

La red deberá ser utilizada para la conexión entre la salida del OLT y las cajas NAPs transformadores de distribución, y para esta conexión se debe utilizar los cables de fibra anteriormente seleccionados.

Para esta red se deberá tener el diagrama de la ADSS, el recorrido de las rutas, la estabilidad en la red Tato, sus puertos libres, y el orden que lleva en toda la secuencia.

Otros de los aspectos a considerar será la distancia total del cable de distribución y la cantidad de fibra para realizar el sangrado de fibra óptica (bifurcar hilos de fibra que se fusionan con otros hilos de una diferente fibra óptica).

Splitter's

Un splitter es un elemento pasivo de una red que permite conexiones punto a multipunto, dependiendo de la terminación del splitter estos pueden ser enchufables o fusionados, según el estándar ITU-T G98 , clase A, B o C. Para elegir un divisor E, debe compararse la capacidad y la pérdida de cada uno.

Red feeder

La red feeder es la conexión principal constituida por cables de fibra óptica que unen los OFD (Optical Distribution Frame) situadas en la central o también conocida como nodo de telecomunicaciones. La fibra óptica para feeder puede ser tendida de manera manual o por tracción, comúnmente se emplean cables de 96, 144, 288 hilos y estos pueden ser aéreos o canalizados y pueden contar con múltiples extensiones de feeder en concordancia con el diseño de la red.

CAPÍTULO IV

Implementación

Desarrollo e implementación de la red

Una vez ya estructurado analizado y seleccionado para el diseño necesario de la red para la construcción respectiva de la red de fibra óptica para a construir en Picaihua, se detalla de manera general los elementos necesarios para la construcción de la red.

Elementos de implementación

Tabla 1

Elementos de implementación

Elemento	Cantidad
Longitud de la ruta (m)	8000
Cajas IP 68	10
Splitters de 1 x 16 upc	4
Splitters 1 x 8 azul upc	6
Herraje tipo A	35
Ganchos de dispersión	230
Etiquetas	460
Cinta Eriban	10
Hebillas	330
mosquetones	30
Amarras grandes	400
Grilletes	4
Sizalla	1
Preformados (m)	70
Amarras pequeñas	920
Conos	4
Escaleras	2
Casco	8
Sunchadora	2

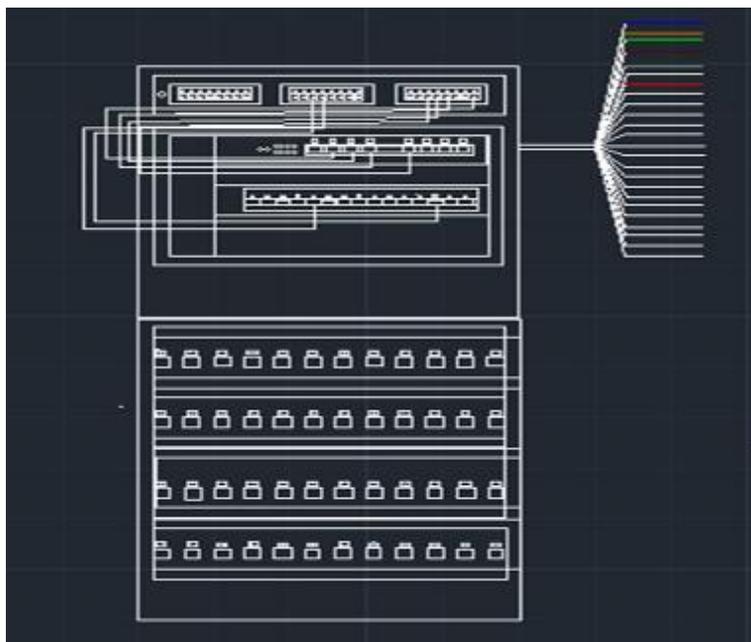
Nota. Detalle de los elementos y la cantidad necesaria para la implementación.

Primero realizar el respectivo análisis de la distribución interna, realizar un recorrido de campo inspeccionando donde sería el recorrido más viable, en el cual se analiza la distribución del buffer, se analiza el orden de distribución de cada hilo según el código de colores.

Identificación de los puertos libres para el respectivo tendido del ADSS

Figura 18.

Puntos de envío del ADSS



Nota. Estructura de un Rack y su respectiva distribución de cada puerto. Tomado de (Alpha Telecom Solutions Barcelona)

Recorrido o trayecto

Se analiza el respectivo recorrido de la ruta más factible para la implementación del Adss se toma en consideración las reservas y donde cruces lo cual se utilizó la herramienta Google Maps para analizar el total de 230 postes se ingresa la información obtenida para tener las referencias necesarias en el mapa satelital de Google Earth

Figura 19.

Software de diseño Google Earth



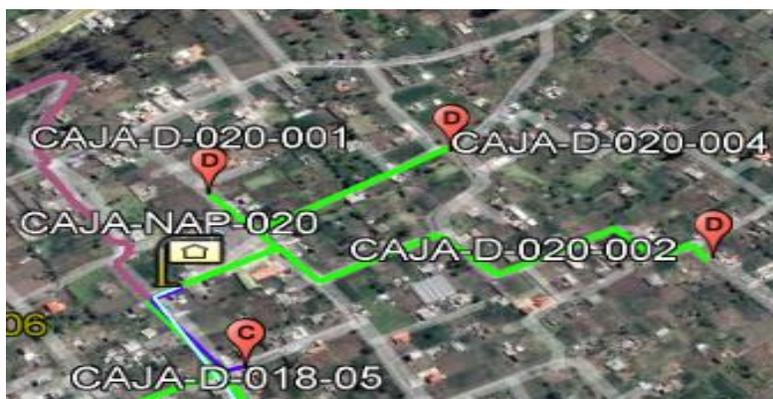
Nota. Modelo respectivo de la ruta más factible del recorrido.

Implementación

Numeración y señalización de las reservas cada 500m según rige la normativa y se cambia 3 lugares de reserva según el trayecto del camino y el estado de posterior que se determina necesario para futuros cambios que se debe considerar cambios y aumentó de población a futuro y posibles cambios y ensanchamiento de las vías.

Figura 20.

Muestreo de reservas en el trayecto



Nota. En la figura se muestra las reservas y su respectivo cruce americano y la caja que se va a implementar en un punto más estratégico:

Figura 21.

Reservas de las cajas de empalmes



Nota. Modelo del proceso de una implementación y reservas para cajas.

Se deja reserva y se añade una caja de primer orden IP68 o cajas Naps de cajas de abonados y sus respectivas reservas para futuros empalmes y extensión de red y si se cambiara de armazón de soporte.

Figura 22

Reservas de los cruces

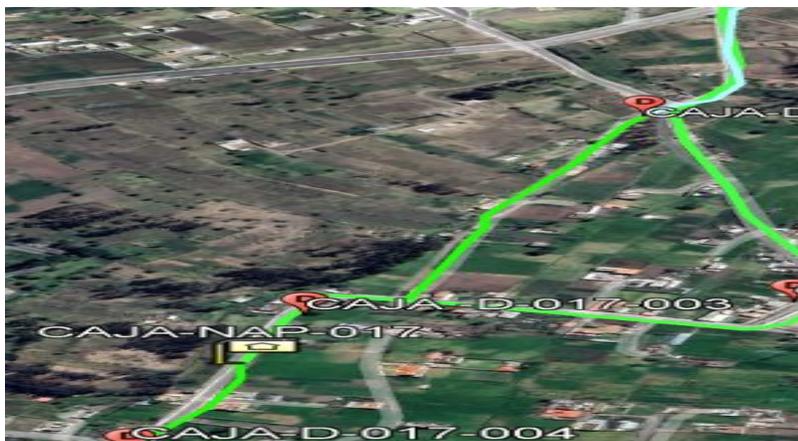


Nota. Enfoquen del otro extremo del tendido de la red y sus reservas cada 500m.

Se detalla los Splitters de que potencia y su respectivo rango según los puertos. Splitters de 16 según el orden para cajas naps de primer orden y sus respectivas potencias y sus variantes que se debe considerar según la implementación y sus respectivas pérdidas acorde a cada empalme realizado en el trayecto del tendido.

Figura 23.

Finalización del recorrido



Nota. Modelo del proceso de reservas en los cruces.

Se realiza un atabla especifica de cada perdida según el puerto de cada splitters según la normativa sus variaciones en cada escala de 1 a 16 y de 1 a 8 se detalla quienes tienen una menor variación en pérdidas de potencia según el orden de cada puerto.

Figura 24.

Tabla de pérdidas del splitter de 1 a 16

1280-1310-1340-1380		Operating Wavelength (nm)				Input:Multim Fiber/Output:Multim Fiber	
Description		PLC Splitter -1*16 SC/UPC					
Fiber Type		Insertion Loss (dB)		P1D (dB)		Return Loss (dB)	
ITEM		Wavelength (nm)		P1D (dB)		Return Loss (dB)	
Specification (dB)		1310	1550	1310	1550	1310	1550
Part - 01		13.36	13.28	0.10	0.03	PASS	PASS
Part - 02		13.01	13.47	0.06	0.03	PASS	PASS
Part - 03		12.99	13.11	0.09	0.06	PASS	PASS
Part - 04		13.34	13.45	0.06	0.04	PASS	PASS
Part - 05		12.80	12.89	0.03	0.06	PASS	PASS
Part - 06		12.90	12.00	0.09	0.06	PASS	PASS
Part - 07		13.27	13.18	0.01	0.01	PASS	PASS
Part - 08		13.07	13.05	0.07	0.06	PASS	PASS
Part - 09		13.07	13.25	0.09	0.02	PASS	PASS
Part - 10		13.26	13.36	0.05	0.06	PASS	PASS
Part - 11		13.18	13.16	0.01	0.04	PASS	PASS
Part - 12		13.37	13.20	0.01	0.07	PASS	PASS
Part - 13		12.00	13.49	0.02	0.04	PASS	PASS
Part - 14		12.82	13.34	0.09	0.01	PASS	PASS
Part - 15		12.82	13.17	0.08	0.05	PASS	PASS
Part - 16		12.80	13.08	0.04	0.07	PASS	PASS
Core Part		-----					
MAX		13.37	13.47	0.10	0.07	-----	
MIN		12.80	12.80	0.01	0.01	-----	
FUNCTION	Uniformity (dB)	±1.0	0.57	0.66	-----		Directivity (dB) ±55

Nota. Cuadro comparativo del splitter azul de 16 puertos

Las respectivas pérdidas de potencia de cada puerto y así verificar en las cajas de segundo orden.

En el siguiente cuadro se detalla las pérdidas del splitter de 8 en cada puerto requiere para las cajas de los clientes el cual se debe considerar la perdida máxima mínima y media que hay para su óptimo servicio.

Figura 25.

Tabla de pérdidas del splitter de 1 a 8 puertos

PLC SPLITTER TEST DATA (FQD-GV16)									
PRODUCT NAME	PLC Splitter			Product Type			PLC-1*8 SCIUPC 1.6 M		
PO	PLC108-OM202108045M			Inspection Standard			<<YADOT 2000 1-2014>>		
Testing Parameter	Insertion Loss (Db)			PDL (Db)			Return Loss (dB)		
Require wavelength (nm)	1260-1650								
Operating Wavelength (nm)	1310	1490	1650	1310	1490	1650	1310	1490	1650
Testing Standard (dB)	≤ 10.4			≤ 0.2			≥ 50		
Port 1	10.02	9.79	9.44	0.10	0.17	0.17	51.42	53.96	52.12
Port 2	9.99	10.09	9.71	0.04	0.19	0.12	50.72	52.25	54.45
Port 3	9.75	9.87	9.96	0.14	0.17	0.22	51.01	53.05	52.96
Port 4	9.95	9.87	9.54	0.09	0.17	0.10	50.72	54.19	51.29
Port 5	9.44	9.69	9.90	0.06	0.12	0.19	50.45	50.09	51.70
Port 6	9.47	9.46	9.96	0.09	0.15	0.17	54.09	51.71	54.47
Port 7	10.04	9.72	10.01	0.09	0.16	0.18	50.82	54.09	50.73
Port 8	9.45	9.87	9.52	0.17	0.16	0.13	52.27	51.63	51.26
Uniformity	0.60	0.63	0.57	Appearance			Pass		

Nota. Cuadro comparativo del splitter azul de 16 puertos.

Las abrazaderas de cables de anclaje PA-1500 Son autoajustables diseñada para anclar líneas de transmisión de cables de fibra óptica sin dañarlos es muy ajustable, el cual sujetan el cable óptico tiene una amplia gama de capacidades de superación archivados por los diferentes tipos de cunas de la abrazadera del anclaje Adss, es un acero inoxidable el cual permite instalar de una manera óptima.

Figura 26.*Pinzas tensoras**Nota. Pinzas tensoras*

Los preformados ayudan a sujetar el Adss de ambos extremos para que el cable no se dañe y se mantenga en la parte alta. El herraje tipo A tiene un recubrimiento galvanizado el cual permite sujetar la fibra del ADSS desde el inicio o fin de un enlace o en cambios de dirección de la ruta en tramos mayores o iguales a 90 metros los cuales son adosados a los postes con una cinta y hebilla de acero para cada cinta que se sujeta en el poste en este caso se utilizó cinta de $\frac{3}{4}$ al igual que las hebillas para después pasa el ADSS.

Figura 27.*Herraje tipo A*

Nota. Herraje tipo A ayuda a sujetar de una manera más duradera lo cual esta diseñada para este tipo de cables como se puede observar.

Las cajas de distribución o conocidas como IP68 ayudan a una mejor organización de la bandeja lo cual se encuentran endosados a la caja por bloques que facilita una organización y optima distribución del splitter lo cual el tamaño es un factor importante viene con su propio fleje y su soporte para endosar al poste y tener una fijación exacta en el poste.

Figura 28.

Caja Ip 68 todos sus accesorios



Nota. Muestreo de las cajas Ip 68 sus materiales internos y externos.

Figura 29.

Caja Ip68 su respectiva bandeja



Nota. Se puede visualizar su contextura de la caja de una manera más óptima ya que servirá de bandeja para nuestras conexiones a las cajas de segundo orden.

El cable aserrado sirve para sujetar en el aire como soporte para redireccionar el Adss para cambiar de sentido según el trayecto del recorrido de la ruta lo cual se aplica por falta de postes en el sector y redireccionamiento de la ruta.

Figura 30.

Cable acerado



Nota. Cable acerado y el trayecto.

La forma eje que va a dejar en el cruce americano para redireccionar y a su vez no hay portería óptima y se sujeta el cable acerado como si fuera un poste y a su vez en su extremo se sujeta con los grilletes dos a su vez en lados opuestos para obtener mayor precisión y estabilidad el cual se utilizó grilletes de hierro G-101.

Figura 31.

Grilletes



Nota. Grilletes de hierro.

La cizalla es una herramienta utilizada generalmente cortar metales, contactando con doble presión es importante destacar que para realizar los cortes se debe ajustar la cantidad de presión que se va a necesitar el corte.

Figura 32.

Cizalla pequeña



Nota. Con la cizalla se corta el excedente de cable galvanizado para empezar en el otro extremo en el aire.

Se realiza un eje en la camioneta para poder girar el Adss y enviar más rápido se opta por enviar desde lo más complicado hacia abajo para que se quede alto y no se lleve ningún camión o quede muy bajo y cualquier empresa pueda endosarse al Adss y dañarlo.

Figura 33.

Recorrido del cable ADSS



Nota. Cable ADSS y recorrido

Para el control y reconocimiento de los propietarios de los cables en los tendidos eléctricos en el territorio nacional, dispone el uso obligatorio de etiquetas acrílicas con su respectiva identificación en cada extremo del soporte en este caso el poste, se debe identificar cada cable de distribución de la red del operador como una norma regida por el ente regulador de las telecomunicaciones ARCOTEL.

Figura 34.

Etiquetas



Nota. Se detalla el recorrido en la etiqueta acrílica respectivamente.

El sistema de mosquetones facilita el fácil recorrido del Adss sin ningún problema antes de sujetar y sin enredarse en el trayecto.

Figura 35.

Tendido del Adss



Nota. Tendido del cable Adss

Como se verifica como es un cable muy delicado se necesita varias personas unas se encuentran en la parte inferior y otras en la parte exterior sujetando el cable, el otro tercio del equipo se encarga de distribuir el cableado, los integrantes restantes se encuentran etiquetando el cable y verificando que no crucen automóviles para que no averíen el Adss.

Figura 36

Pinzas



Nota. Cable sujeto con las pinzas en los postes.

Mientras con los preformados envían al cable resguardado y sujeto en la parte alta en la parte inferior hay personas sujetando para que no quede elongaciones al momento de ajustar el cable como se muestrea en las imágenes.

Figura 37.

Transporte del carrete



Nota. Envió del cable con mucho cuidado

Se sigue enviando el cable desde el carro como mientras en el poste se sujeta con las pinzas y otra persona presiona en la parte contraria a lo que se está tensando la fibra para mayor precisión.

Figura 38.

Reserva cada 500 m



Nota. Reserva cada 500m de Adss.

Se deja reserva cada 500 m ya que es óptimo, pero según los metrajes no puede desperdiciar solo en reservas se ha reconsiderado dejar solo en puntos estratégicos y que serán movidos postes o posibles partiduras a futuro ya que es un cable grueso con una textura recubierto muy difícil de partir se deja una reserva lo que tope el suelo un aproximado de unos 15 m se hace un nudo cruzado en la parte alta a la izquierda se sujeta con amarras grandes.

Figura 39.

Nudo cruzado del Adss



Nota. Cruce del cable Adss en trayecto.

En la imagen se puede verificar que el ADDS la forma correcta de pasar lo más limpio posible en el trayecto del tendido del ADSS ya que no debe doblarse en trayecto no debe mezclarse con las demás fibras ya que un mínimo doble se daña el spain del Adss debe estar en perfectas condiciones para evitar atenuaciones.

Figura 40.

Tendido aéreo



Nota. Se puede observar que el tendido aéreo como pasa el Adds sobre los demás cables de forma impecable el cable.

Figura 41.

Reserva del cable Adss



Nota. Reserva del Adss en los cruces.

Se verifica como se deja la reserva para las NAP se deja 32 m es lo más factible ya que ellos dos metros de excedente para acomodar en la caja y organizar de mejor manera.

Figura 42.

Curvatura del cable



Nota. Curvatura un extremo sujeto el Adss.

Se puede observar de mejor manera una vez que ya está sujeto el Adss en los postes tanto del lado izquierdo y derecho con pinzas se observa de mejor manera que el Adss ya queda en línea recta y no pandeado entre los postes.

Figura 43.

Metraje restante del cable



Nota. Numeración del cable restante

Cada tramo se va verificando la medición del ADS, para poder verificar en que trayecto en las mediciones de campo da pérdidas y poder corregir de mejor manera la traza. Se suelta el Adss para poder pasar de forma segura en el trayecto y no hay que sacar en exceso que puede dañarse el cable y para desenredar es muy complejo.

Figura 44.

Cable sobrante de Adss



Nota. Cable en el piso antes de sujetar en el poste

Se verifica que las pinzas tensoras de forma organizada con los ganchos de dispersión y sin realizar senos, ya que no se ve ético en los postes y es contraproducente para que otras empresas se adosen al cable.

Figura 45.

Pinzas tensoras sujetas al Adss



Nota. Pinzas sujetas al Adss.

Figura 46.

Numeración del Adss



Nota. Verificando las mediciones planteadas hasta su finalización

Se finaliza el primer trayecto en cual se deja una reserva lo cual se debe tomar en cuenta que cruces se va hacer en la avenida y si es factible dejar o no la reserva según las dificultades que tendría a corto y largo plazo.

Figura 47.

Finalización del primer carrete



Nota. El primer carrete esta vacío el cual era de 4000 km

Se puede observar que el Segundo carrete de Adss se realiza una cama en 8 para tender el segundo trayecto.

Figura 48.

Con el cable



Nota. Mitad del cable para el respectivo tendido

Se empieza hacer cama en figura ocho de forma cruzada, el trayecto es más complicado y hay más cables y toca pasar lo más alto posible de los demás cables para evitar doblez en el trayecto dejar libre el Adss.

Figura 49.

Desenvolvimiento de la fibra



Nota. Se añade una carpa grande para evitar que se raye el cable y se enrede con alguna basura.

Se redistribuye en grupos de trabajo de forma organizada para el recorrido del Adss y otro acomoda y otra persona verifica en la mitad que este bien organizado los cruces ya que al finalizar se debe girar el Adss para enviar el extremo en los mosquetones.

Figura 50.

Cruce del Adss



Nota. Se verifica que el cruce en figura ocho se encuentre realizado correctamente.

Se verifica que el transado del cable está organizado se verifica antes de girar y cambiar de posición el cable para organizar de forma óptica el envío del ADSS.

Se hala el cable en las curvas para no dañar, el apoyarse en la cintura para hacer fuerza ayuda a equilibrar y aumentar fuerza y que el cable pueda ser recorrido siempre y cuando teniendo un ángulo óptimo no muy contraproducente para no afectar en la fibra y así evitar doblez y por ende pérdidas.

Figura 51.

Envío del Adss



Nota. Se realiza el envío del Adss en el recorrido

Se realiza el envío de la traza mediante el otdr para verificar si el cable esta nítido y sus respectivos hilos de cada buffer.

Figura 52.

Equipo de revisión Otdr



Nota. Se verifica que esté con batería

Es un instrumento el cual permite de forma óptica verificar con exactitud las fallas y a que distancia donde está la falla para poder solventar de forma rápida y sin pérdida de tiempo el cual es fundamental en la revisión de fibra óptica en el trayecto del tendido.

Figura 53.

Manipulación del Otdr

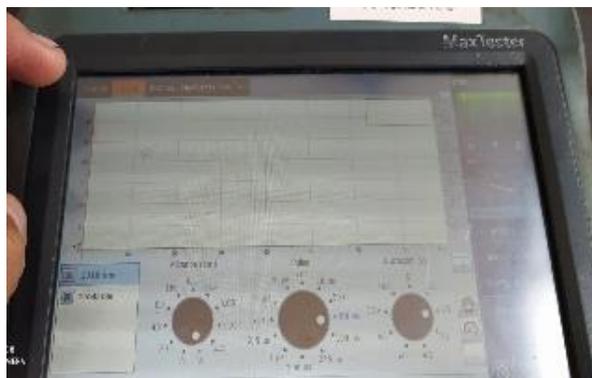


Nota. Manejo del Otdr

Se puede visualizar la ventana con su respectivo icono para el envío de la traza del recorrida y las respectivas distancias y guardar las trazas en el otdr para poder determinar con paciencia.

Figura 54.

Ajustes del Otdr



Nota. Se ajusta el equipo en los kilómetros tendidos y el tiempo se ajusta.

Se calibra las pulsaciones el kilometraje el tiempo de duración de pulsación para realizar la medición es la ventana principal ya que antes debes saber y conocer que puede servir para medir potencia se envía desde la primera caja armada hasta el final según el código de los colores.

Figura 55.

Envío de las trazas de cada hilo



Nota. Envío de las trazas de cada hilo del Adss según el código de colores

Manejo del otdr se verifica el ingreso del pictail para verificar traza a traza según el código de hilos del Adss y guardar de forma óptima en el otdr y enviar a corregir.

Figura 56.

Separación de los pictail



Nota. Se debe tener cuidado al manejar el Otdr siempre cuando no esté con potencia.

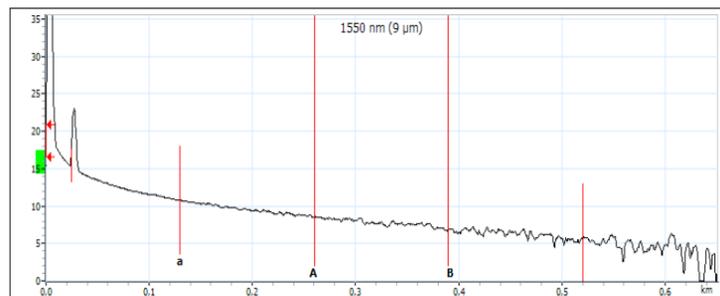
Se debe tener cuidado con el manejo del Otdr ya que es un equipo costoso y un mínimo golpe se daña y el costo de reparación es muy elevado se debe verificar a lo que se guarda en que parte del Otdr se guarda para después se abre para dar lectura de cada hilo y verificar el tramo para proceder a medir potencias y consecuentemente el armado de la red Gpon sea exitoso.

Procedimiento de Certificación de la Fibra Óptica

Hilo Azul

Figura 57.

Ventana de trabajo del hilo azul en el trayecto



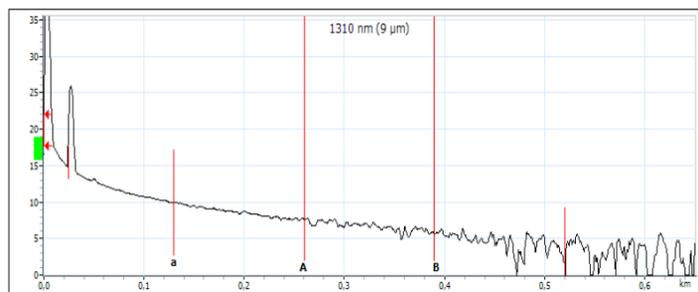
Nota. Se analiza que tan nítido esta los empalmes antes de la conectar.

Se verifica las hendiduras que tiene en el trayecto del Adss y sus respectivos empalmes en sus tres aspectos eventos, mediciones, resumen general de la traza ultima que debe quedar el trayecto impecable ido para sus respectivas mediciones.

Hilo Verde

Figura 58

Análisis de pérdida del hilo verde

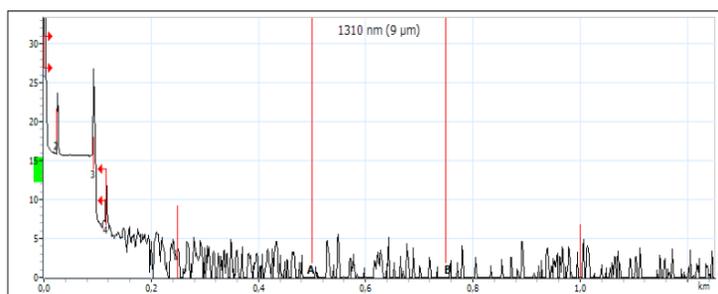


Nota. Se verifica distancia y si hay pérdidas.

Hilo Naranja

Figura 59.

Verificación de la traza del hilo naranja



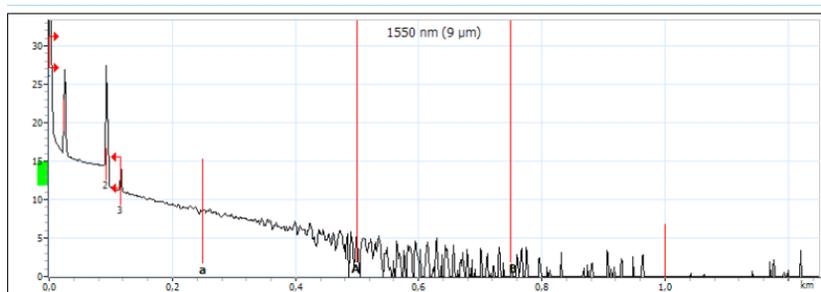
Nota. Verificación del estado de la fibra en el trayecto.

Se verifica las hendiduras que tiene en el trayecto del Adss y sus respectivos empalmes en sus tres aspectos eventos, mediciones, resumen general de la traza ultima que debe quedar el trayecto impecable ido para sus respectivas mediciones.

Hilo Café

Figura 60

Mediciones del hilo café



Nota. Se manda trazas para la respectiva revisión.

Se verifica las pérdidas que tiene en el trayecto del Adss y sus respectivos empalmes en sus tres aspectos eventos, mediciones, resumen general de la traza ultima que debe quedar el trayecto impecable ido para sus respectivas mediciones.

Hilo Gris

Figura 61. Medición del hilo gris

Marcador	Posición (km)	Valor (dB)	Atenuación A-B LSA:	1,629 dB/km	Pérdida promedio A-B:	0,000 dB/km
a	0,2500	2,455	Pérdida A-B LSA:	0,407 dB	Pérd. evento en 4 puntos:	2,012 dB
A	0,5000	0,000	A-B ORL:	0,00 dB	Reflectancia máxima:	-66,2 dB
B	0,7500	0,000				
b	1,0000	0,000				

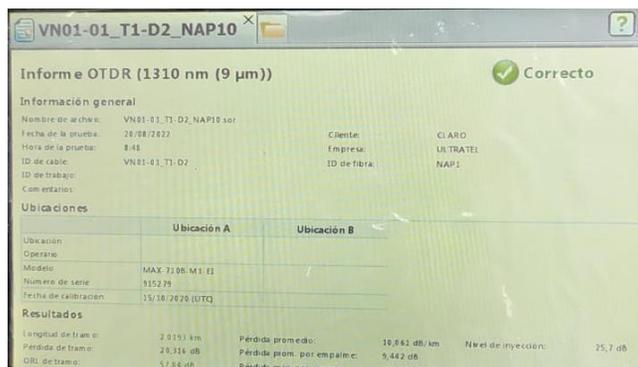
Nota. Se verifica que no haya pérdidas el trayecto

Se verifica las pérdidas que tiene en el trayecto del Adss y sus respectivos empalmes en sus tres aspectos eventos, mediciones, resumen general de la traza ultima que debe quedar el trayecto impecable ido para sus respectivas mediciones.

Hilo Blanco

Figura 62.

Medición del hilo blanco



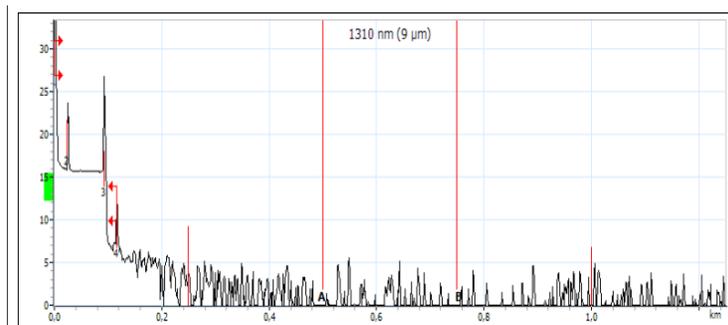
Nota. Trazas de medición el hilo blanco con el Otd.

Se verifica las pérdidas que tiene en el trayecto del Adss y sus respectivos empalmes en sus tres aspectos eventos, mediciones, resumen general de la traza ultima que debe quedar el trayecto impecable ido para sus respectivas mediciones.

Hilo Rojo

Figura 63.

Mediciones del hilo rojo



Nota. Se detalla las mediciones de la traza.

Se verifica las atenuaciones que tiene en el trayecto del Adss y sus respectivos empalmes en sus tres aspectos eventos, mediciones, resumen general de la traza ultima que debe quedar el trayecto impecable ido para sus respectivas mediciones.

Hilo Negro

Figura 64.

Medición del hilo negro

Tipo	N.º	Pos./L. (km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)	Atenuación (dB/km)	Acumulativo (dB)
Primer conector	1	0,0000	---	> -22,3		0,000
Sección		0,0243	0,944		38,935	0,944
Reflexivo	2	0,0243	0,482	-54,4		1,426
Sección		0,0677	0,121		1,788	1,547
Reflexivo	3	0,0919	9,038	-45,1		10,585
Sección		0,0237	0,000		0,000	10,585
Reflexivo	4	0,1156	---	-57,4		10,585

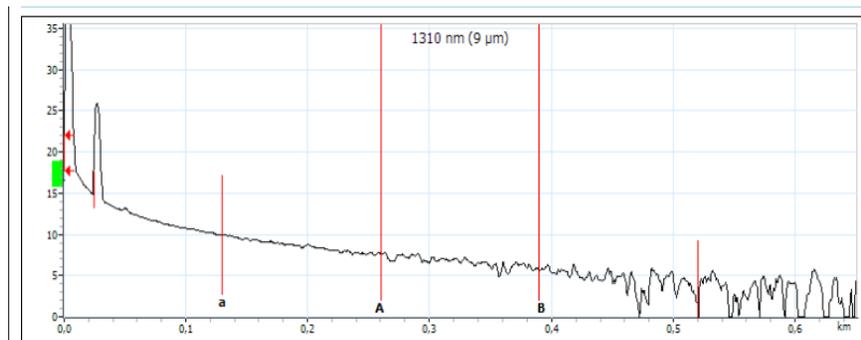
Nota. Verificación de las trazas del hilo negro.

Se verifica las hendiduras que tiene en el trayecto del Adss y sus respectivos empalmes en sus tres aspectos eventos, mediciones, resumen general de la traza ultima que debe quedar el trayecto impecable ido para sus respectivas mediciones.

Hilo Amarillo

Figura 65.

Mediciones del hilo amarillo



Nota. Se verifica las trazas del hilo amarillo.

Se verifica las pérdidas que tiene en el trayecto del Adss y sus respectivos empalmes en sus tres aspectos eventos, mediciones, resumen general de la traza ultima que debe quedar el trayecto impecable ido para sus respectivas mediciones.

Hilo Violeta

Figura 66.

Mediciones del hilo violeta

Marcador	Posición (km)	Valor (dB)	Atenuación A-B LSA:	13,047 dB/km	Pérdida promedio A-B:	15,985 dB/km
a	0,1300	9,961	Pérdida A-B LSA:	1,696 dB	Pérd. evento en 4 puntos:	3,938 dB
A	0,2600	7,688	A-B ORL:	50,30 dB	Reflectancia máxima:	-70,9 dB
B	0,3900	5,610				
b	0,5200	1,979				

Nota. Se verifica las pérdidas en el trayecto.

Se verifica las pérdidas que tiene en el trayecto del Adss y sus respectivos empalmes en sus tres aspectos eventos, mediciones, resumen general de la traza ultima que debe quedar el trayecto impecable ido para sus respectivas mediciones.

Hilo Rosado

Figura 67.

Mediciones del hilo rosado

Tipo	N.º	Pos./L. (km)	Pérdida (dB)	Reflectancia (dB)	Atenuación (dB/km)	Acumulativo (dB)
Eventos combinados	1	0,0000	...	> -21,0		0,000

Nota. Se verifica el trayecto del hilo rosado.

Se verifica las hendiduras que tiene en el trayecto del Adss y sus respectivos empalmes en sus tres aspectos eventos, mediciones, resumen general de la traza ultima que debe quedar el trayecto impecable ido para sus respectivas mediciones.

Hilo Aqua

Figura 68.

Mediciones del hilo aqua

	1310 nm (9 μm)
Pérdida por empalme (dB)	0,300
Pérdida por conector (dB)	0,750
Pérdida del divisor (dB)	4,500
Reflectancia (dB)	-40,0
Atenuación de la sección de fibra (dB/km)	0,400
Pérdida de tramo (dB)	20,000
Longitud de tramo (km)	0,0000
ORL de tramo (dB)	15,00

Nota. Se verifica el muestreo de los umbrales

Se verifica las pérdidas que tiene en el trayecto del Adss y sus respectivos empalmes en sus tres aspectos eventos, mediciones, resumen general de la traza ultima que debe quedar el trayecto impecable ido para sus respectivas mediciones.

Figura 69.

Sangrado del Adss



Nota. Des chaqueta do del Adss.

Es importante distinguir el tipo de fibra óptica según la terminación del cable para la preparación del sangrado de buffer se debe distinguir chaqueta interna y chaqueta externa.

Capa por capa del Adss o sangrado el recubierto es un hilo de color amarillo y un hilo blanco trenzado de color blanco el cual es más factible ir sangrado partes por partes ya que

hay que dejar unos 1m y 15 cm en cada extremo y recubrir con Taípe para que sellado cea de forma precisa para que no quede mal ajustado y se mueva el Adss y por ende se desacomode en la bandeja los hilos.

Figura 70.

Sangrado de los buffers



Nota. Sangrado de buffer

Se des chaqueta buffer por buffer y se corta el núcleo principal de color blanco el cual da firmeza a los buffer, se des chaqueta con paciencia el buffer que se va utilizar, ya que es aceitoso y se limpia con unas especie de gasas que vienen en las propias cajas sus 12 accesorios para poder realizar el empalme de manera óptima y con precisión, ya que se debe realizar con paciencia , lo cual los hilos son como un cabello y una función realizada innecesariamente es una pérdida y eso se refleja en la potencia al trayecto final del Adss.

Figura 71.

Reserva en figura ocho con su respectiva etiqueta



Nota. Se deja las reservas respectivas organizadas y etiquetadas.

Una vez revisado y acomodado se procede a dejar las reservas respectivas en figura ocho para evitar las aglomeraciones en los postes y como norma general y sin olvidar la respectiva etiqueta acrílica como distintivo para poder identificar el Adss y su respectivo trayecto.

Figura 72.

Verificación de potencia



Nota. Se verifica las potencias optimas en las cajas después de los empalmes.

Se puede verificar las mediciones optimas del medidor de potencia la cual es ya tomado de una de las cajas de cliente, pero solo las Nap están bordeadas con ADSS y para las cajas de abonados aún siguen con drop, lo cual se suma las pérdidas de dobles, pero es un estándar acá que debe quedar como máximo 24 en la caja de abonados para que el cliente en últimos de los cajos llegue con 25 db.

Figura 73.

Potencia de las cajas de segundo orden

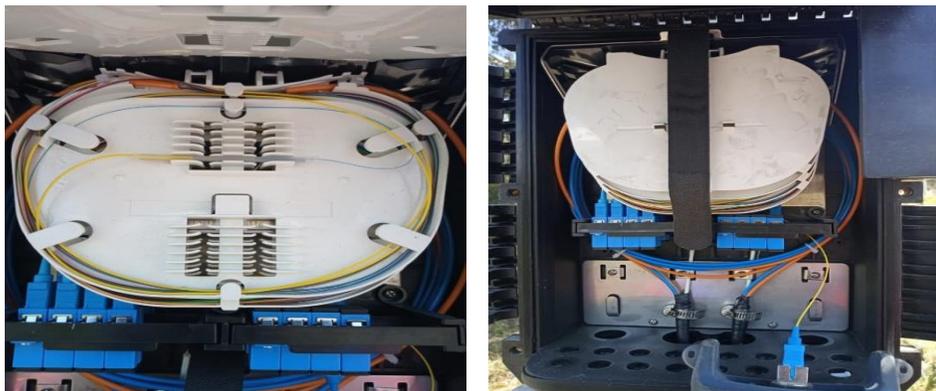


Nota. Se verifica las potencias en las cajas de segundo orden.

Se puede verificar las potencias en las cajas y su respectiva organización antes de realizar la instalación al cliente en ingreso de la fibra drop hasta el hogar del usuario final.

Figura 74.

Armado de cajas Ip68 con el Adss



Nota. Ingreso del Adss en las cajas Ip68 en las bandejas de las cajas de segundo orden con el splitter correspondiente de color azul.

Se verifica que haya potencia para realizar la respectiva conexión de la caja de segundo orden hacia el cliente antes de proceder a la instalación del cliente final.

Figura 75.

Implementación de la red



Nota. Se realiza la conexión de la caja de segundo orden.

Se etiqueta en nombre del cliente que se va a realizar la instalación previamente antes de realizar se verifico que la potencia sea optima menor a 22 db antes de la conectorizacion del

cliente se empieza el tendido del cable drop con sus respectivos ganchos telefónicos hasta llegar con la acometida al domicilio del usuario final.

Figura 76.

Instalación al usuario final

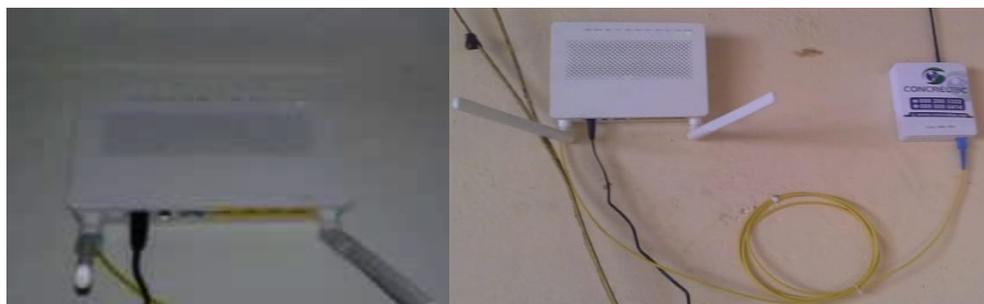


Nota. Se realiza instalación para el usuario final

Se configura paso a paso el router para poder tener internet en nuestros dispositivos, siempre en orden se habilita las LAN, WAN, WLAN de esa manera podemos llegar con el servicio hasta el usuario final con el servicio de internet.

Figura 77.

Instalación dentro del domicilio



Nota. Instalación interna del usuario final

Se puede verificar ya en la instalación del cliente y su estabilidad de conexión y mayor seguridad, pero se debe tomar en cuenta para que el dispositivo sea receptado de mejor manera la señal se debe poner en una mesa o en un lugar que se puedan redistribuir las ondas

y no tengan interferencia lo cual es inalámbrica Bajo ciertas consideraciones y normas que se le indica al cliente se debe tomar en cuenta para evitar inconvenientes con la conexión.

Figura 78.

Pruebas del servicio de internet



Nota. Se verifica las pruebas finales verificando en cada dispositivo.

Se realiza pruebas con los clientes y se verifica el alcance y cobertura del internet lo cual los clientes verifican la calidad de servicio optimo con una gran velocidad de navegación.

Figura 79.

Conectamos varios dispositivos en un videochat



Nota. Pruebas en los dispositivos de la red mediante videochat.

Se conectar varios dispositivos un poco más alejados para verificar la calidad del servicio y alcance los cuales son un éxito al momento de realizar las pruebas pertinentes.

Figura 80.

Pruebas en los pc



Nota. Verificación de los dispositivos en la red.

CAPITULO V

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Luego de haber ejecutado el presente proyecto de tesis se puede concluir lo siguiente:

Para los respectivos cálculos se trabajó con las distancias lejano, ubicado desde el nodo central de la red hasta el extremo final mediante cálculos ópticos para establecer una comunicación optima lo cual se encontró dentro de los parámetros aceptables de la red con una potencia optima en las cajas de primer orden y segundo orden lo cual llego donde el usuario final un excelente servicio optimo y rápido sin perdidas.

Se necesita realizar un cálculo lo cual se utiliza por poste dos pinzas un fleje una hebilla dos etiquetas acrílicas dos amarras y 30 amarras grandes para reservas y cable galvanizado para cruces americanos cajas Ip68 según lo dispuesto en los planos de tendido de red tanto para red pasiva y red activa.

Por medio del desarrollo se determinó tanto en red activa es la que utiliza energía eléctrica la olt y ont la red pasiva todo lo que no consta ningún tipo de conexión eléctrica es todo lo que corresponde al odn.

Los equipos de mediciones de potencia disponibles y el seguimiento de la certificación del recorrido de la red sin perdidas insertadas en el enlace por diferentes elementos presentes de esta manera nos facilitó las revisiones optimas y agilizar el trabajo de certificación de la red en óptimas condiciones para la activación de la red.

El uso de implementos de seguridad es indispensable al momento de realizar el tendido de la red y antes de sujetar un cable verificar que no sean cables de alta tensión, es recomendable no dejar el cable Adss tan cerca es recomendable seguir las normas del tendido de red.

Recomendaciones

Hay que disponer de al menos un 20% más de cable del presupuestado para cualquier eventual daño y posibles reparaciones futuras.

Los planos se pueden solventar de manera más óptima con el uso de herramientas digitales de geo localización que se tiene a la mano, esto puede ahorrar valioso tiempo y recursos antes de la instalación.

Se debería etiquetar con una nomenclatura para cada trayecto para una mejor identificación para futuros técnicos de igual manera dejar reservas optimas de lo que llegue del herraje al hasta el piso y un metro más para el respectivo sangrado sin problemas al igual que futuros empalmes.

Se recomienda tomar en cuenta que el cable debe ir lo más nítido posible y aun solo nivel de red desde el inicio hasta el final del tendido de la red esto nos garantizaría una óptima distribución de los accesorios para la implementación.

Bibliografía

- Acebey, J. A., & Rios, G. G. (18 de 12 de 2002). Acceso a Internet mediante tecnologías DSL. *Scielo*, 2(1). Obtenido de <https://scholar.google.com/scholar?hl:>
http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v2n1/v2n1_a15.pdf
- Alpha Telecom Solutions Barcelona. (s.f.). *Alpha Telecom Solutions Barcelona*. Obtenido de Redes GPON ¿Qué son? ¿Qué posibilidades ofrecen?:
<https://alphaenginyeria.com/redes-gpon>
- Broandband. (06 de 2021). *Elementos de la red GPON*. Obtenido de <https://neobroadband.net/elementos-de-la-red-gpon/>
- Citelia. (30 de Marzo de 2019). *Tipos de Fibra Óptica*. Obtenido de <https://citelia.es>:
<https://citelia.es/blog/tipos-fibra-optica-internet/>
- Conectrónica. (s.f.). *Conectrónica*. Obtenido de FTTH y FTTX Que es?:
<https://www.conectronica.com/fibra-optica/ftth-fftx-fibra-optica/ftth-redes-fftx-fibra-optica>
- CONEXT. (s.f.). *CONEXT*. Obtenido de Etiqueta: FTTX Network: <https://conext.com.ve/tag/fttx-network/>
- Cuadro, E. d. (s.f.). *Cuaderno de Documentación multimedia*. Obtenido de INTERNET: CONCEPTOS BÁSICOS.: <file:///C:/Users/user/Downloads/ecob,+59279-4564456547463-1-CE.pdf>
- Díaz, E. W. (0 de Octubre de 2013). *Repositorio Universidad Salesiana*. Obtenido de “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA ELECTRIFICACIÓN:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6349/1/UPS-KT00804.pdf>
- Ferederal Communications commision. (27 de Octubre de 2016). *Ferederal Communications commision*. Obtenido de Obtenga Banda Ancha:
<https://www.fcc.gov/consumers/guides/obtenga-banda-ancha>
- FERNÁNDEZ, Y. (22 de Septiembre de 2020). *Xataka Basics*. Obtenido de Qué es una ONT y cómo saber cuál debes elegir para sustituir el router de fibra de tu operadora:

<https://www.xataka.com/basics/que-ont-como-saber-cual-debes-elegir-para-sustituir-router-fibra-tu-operadora>

FOCC. (4 de Junio de 2019). *FOCC*. Obtenido de ¿Qué es un divisor de fibra óptica?:

<http://www.fibresplitter.com/info/what-is-a-fiber-optic-splitter-35901321.html>

FOCC. (20 de Mayo de 2020). Obtenido de FTTH: Brindándole los beneficios que mejoran la

vida: [http://www.fibresplitter.com/news/ftth-bringing-you-the-life-enhancing-benefits-](http://www.fibresplitter.com/news/ftth-bringing-you-the-life-enhancing-benefits-34880753.html#:~:text=Por%20supuesto%2C%20todos%20sabemos%20que%20FTTH)

[34880753.html#:~:text=Por%20supuesto%2C%20todos%20sabemos%20que%20FTTH%20es%20una,mucha%20comodidad%20a%20la%20vida%20de%20las%20personas.](http://www.fibresplitter.com/news/ftth-bringing-you-the-life-enhancing-benefits-34880753.html#:~:text=Por%20supuesto%2C%20todos%20sabemos%20que%20FTTH%20es%20una,mucha%20comodidad%20a%20la%20vida%20de%20las%20personas.)

FS community. (07 de Julio de 2021). *FS community*. Obtenido de ¿Qué es splitter fibra

óptica?: <https://community.fs.com/es/blog/what-is-a-fiber-optic-splitter-2.html>

García, R. (24 de Abril de 2022). *AZ adsl Zone*. Obtenido de ¿Que es la banda ancha?:

<https://www.adslzone.net/esenciales/preguntas/que-es-banda-ancha/>

HellermannTyton. (s.f.). *HellermannTyton*. Obtenido de Empalmes eléctricos de gel IP68 para

uso interior y exterior: <https://www.hellermanntyton.es/competencias/empalmes-de-gel>

Herandez, S., Fernandez, R. C., & Batista, C. y. (s.f.). Obtenido de Metodología de la

investigación: [http://metodos-comunicacion.sociales.uba.ar/wp-](http://metodos-comunicacion.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/219/2014/04/Hernandez-Sampieri-Cap-1.pdf)

[content/uploads/sites/219/2014/04/Hernandez-Sampieri-Cap-1.pdf](http://metodos-comunicacion.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/219/2014/04/Hernandez-Sampieri-Cap-1.pdf)

Hidalgo, J. (2016). *El efecto de la definición regulatoria de banda ancha sobre la difusión y la*

competencia del mercado de servicios de Internet fijo en Colombia. Universidad del

Rosario. Obtenido de <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/12233>

hp. (23 de Agosto de 2021). *hp*. Obtenido de Diez ventajas de tener conexión a internet por

fibra óptica: [https://www.hp.com/cl-es/shop/tech-takes/diez-ventajas-de-tener-conexion-](https://www.hp.com/cl-es/shop/tech-takes/diez-ventajas-de-tener-conexion-a-internet-por-fibra-optica)

[a-internet-por-fibra-optica](https://www.hp.com/cl-es/shop/tech-takes/diez-ventajas-de-tener-conexion-a-internet-por-fibra-optica)

Jatar City. (05 de Junio de 2020). *Jatar City*. Obtenido de Zafarraya desplegará una red de

acceso de fibra óptica FTTH que llegará directamente a las casas:

- <https://www.jatar.city/zafarraya-desplegara-una-red-de-acceso-de-fibra-optica-ftth-que-llegara-directamente-a-las-casas/>
- Jervis, T. M. (s.f.). *Lifeder*. Obtenido de Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos: Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos
- José, C. L. (20 de 03 de 2013). <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio>. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio>: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4565>
- Kramer, .. G. (2002). *EPON (Ethernet Passive Optical Network)*. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4625804>
- León, C. (06 de 2015). *Repositorio de Tesis de Grado y Post Gradi*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9204/Tesis%20Carlos%20Leon.pdf>
- LLamas, J. (03 de Febrero de 2022). *Economipedia*. Obtenido de ADSL: <https://economipedia.com/definiciones/adsl.html#:~:text=La%20tecnolog%C3%ADa%20ADSL%20consiste%20en%20una%20red%20de,de%20informaci%C3%B3>
- Llangari, N. (2015). *Redes GPON*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/41488451/REDES_GPON-with-cover-page-v2.pdf
- López, A. (6 de Junio de 2022). *RZredes zone*. Obtenido de Qué es y cómo funciona la tecnología GPON: secretos técnicos: <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-cable/tecnologia-ftth-gpon-que-es-funcionamiento/>
- López, P. (12 de Agosto de 2020). *GEEKNETING*. Obtenido de ¿Qué es FTTH y para qué sirve?: <https://www.geeknetic.es/FTTH/que-es-y-para-que-sirve>
- Martínez, R. A. (19 de Marzo de 2018). *Comunicar*. Obtenido de Las fuentes de información y su evaluación: <https://www.revistacomunicar.com/wp/escuela-de-autores/las-fuentes-de-informacion-y-su-evaluacion/>

Medium. (s.f.). *Medium*. Obtenido de Una visión general de la red de acceso FTTH con GPON:

<https://xxxamin1314.medium.com/una-visi%C3%B3n-general-de-la-red-de-acceso-ftth-con-gpon-104bc8973d65>

Mendoza, A. (s.f.). *Academia*. Obtenido de Empalmes eléctricos:

https://www.academia.edu/11393734/Empalmes_el%C3%A9ctricos

Naseros. (13 de Marzo de 2017). *Naseros*. Obtenido de Cómo funciona una conexión de fibra.

GPON y FTTH: <https://naseros.com/2017/03/13/como-funciona-una-conexion-de-fibra-gpon-y-ftth/>

Nieto, C. C. (0 de Agosto de 2016). *Repositorio Institucional Universidad Coperativa de*

Colombia. Obtenido de Plan de negocio de una empresa de diseño y comercialización de calzado femenino Andromeda:

<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/5437?locale=en>

Noroña, D. (2011). *Análisis del comportamiento de las tarifas del servicio de internet en la provincia de pichincha en el período 2009 – 2010 y desarrollo de un modelo que permita realizar un análisis comparativo de tarifas*. Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4851/1/UPS-QT00013.pdf>

Oñate, I. (27 de Septiembre de 2016). *Instaladores de telecom hoy*. Obtenido de Convertidores de señales ópticas a eléctricas: <https://www.instaladoresdetelecomhoy.com/convertidores-senales-opticas-electricas/>

Pardo, A. (2020). *Diseñar e implementar una red GPON y Arquitectura FTTH aplicando los estándares ANSI/TIA/EIA-568-B.3 y TIA 598-A, en la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones*. La libertad: Primera.

Pérez Porto, J. G. (17 de Marzo de 2008). <https://definicion.de/internet/>. Obtenido de Pérez

Porto, J., Gardey, A. (17 de marzo de 2008). Definición de internet - Qué es, Significado y Concepto. Definicion.de. Recuperado el 25 de noviembre de 2022 de <https://definicion.de/internet/>

- Pérez Porto, J. M. (s.f.). <https://definicion.de/telecomunicacion/>. Obtenido de <https://definicion.de/telecomunicacion/>: Pérez Porto, J., Gardey, A. (24 de noviembre de 2014). Definición de telemática - Qué es, Significado y Concepto. Pérez Porto, J., Merino, M. (5 de mayo de 2008). Definición de telecomunicación - Qué es, Significado y Concepto. Definicion.de. Recuperado e
- Pico, S., & Jahir, J. (0 de 0 de 2021). *Repositorio Universidad Salesiana*. Obtenido de Desarrollo de la red FTTH con tecnología GPON de la empresa ALFATEL para la ciudad El Ángel provincia del Carchi: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19785>
- Pierri, J. (2010). *Comisión Interamericana de telecomunicaciones*. Obtenido de La Fibra Óptica: https://www.oas.org/es/citel/infocitel/2010/abril/ftth_e.asp
- Renteria, J. (2007). *Economipedia*. Obtenido de Historia de la fibra optica: www.gestiopolis.com/historia-de-la-fibra-optica/
- Rodríguez, Y. (2009). *historia de la fibra óptica*. Guayaquil: academia.edu.
- Sabater, G., & Pedro, J. (04 de Febrero de 2020). *Universidad Politecnica de Salesiana*. Obtenido de Redes de Distribución: <https://riunet.upv.es/handle/10251/137643>
- Salto, L. d., & Javier, R. (2002). *Repositorio Escuela Politecnica Nacional*. Obtenido de Estudio de la tecnología ADSL (Linea Digital Asimétrica de abonado) para su implementación en la estructura de la red de Andinatel S.A. en la ciudad de Quito: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5355>
- Santos, D. (14 de Septiembre de 2022). *Hubspot*. Obtenido de Recolección de datos: métodos, técnicas e instrumentos: <https://blog.hubspot.es/marketing/recoleccion-de-datos>
- Software DEL SOL. (s.f.). *Software DELSOL*. Obtenido de Usuario: <https://www.sdelsol.com/glosario/usuario/>
- Soluciones Globales. (10 de Marzo de 2020). *Soluciones Globales*. Obtenido de Todo sobre las soluciones GPON: <https://atlascomunicaciones.com/soluciones-gpon/>

Spiegato. (s.f.). *Spiegato*. Obtenido de ¿Qué es una red de acceso?:

<https://spiegato.com/es/que-es-una-red-de-acceso#:~:text=La%20red%20de%20acceso%20es%20la%20parte%20de,sistema%20de%20telecomunicaciones%20m%C3%A1s%20cercana%20al%20consumidor%20final.>

Swich Wifi. (s.f.). *Swich Wifi*. Obtenido de Descripción general de la solución FTTH:

[https://switch-wifi.com/solucion-ftth/.](https://switch-wifi.com/solucion-ftth/)

SYSCOM. (14 de Septiembre de 2017). *SYSCOM*. Obtenido de ¿Qué es GPON?:

<https://www.syscomblog.com/2017/09/que-es-gpon.html>

Tejedor, R. J. (2007). *Reservas Pinpoint WP*. Obtenido de ¿Que es Gpon?:

<https://www.ramonmillan.com/tutoriales/gpon.php#:~:text=un%20OLT%20GPON.-,Arquitectura%20de%20red%20de%20GPON,uno%20soportando%20hasta%2064%20ONT.>

Textos Científicos. (s.f.). *Textos científicos*. Obtenido de CONVERSIÓN ELÉCTRICA –

ÓPTICA: <https://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/conversion>

Vargas, I. A. (2014). *Academia*. Obtenido de Sistemas de Fibra óptica:

https://www.academia.edu/23265696/SISTEMAS_DE_FIBRA_OPTICA

Veintimilla, P. F., Beltrán, & Vidal, J. P. (2007). *Repositorio Universidad del Azuaya*. Obtenido de Estudio de tecnologías XDSL y su aplicación en la ciudad de Cuenca:

<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2307/1/06863.pdf>

Viabi. (2020). *Red óptica pasiva (PON)*. Obtenido de <https://www.viavisolutions.com/es-es/red-optica-pasiva-pon>

Watson, D. (13 de Junio de 2022). *Fs community*. Obtenido de Qué es el OLT (Terminal de

Línea Óptica): Características, aplicación: <https://es.vsolcn.com/blogs-detail/what-is-olt>

Watson, D. (9 de Febrero de 2022). *V-SOL*. Obtenido de ¿Qué es la red GPON?:

<https://es.vsolcn.com/blogs-detail/what-is-gpon-gpon-networks-22>

Wikipedia. (2022). *FTTx*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/FTTx>

Worton. (28 de Mayo de 2021). *FS COMMUNITY*. Obtenido de Una visión general de la red de acceso FTTH con GPON: <https://community.fs.com/es/blog/an-overview-of-gpon-ftth-access-network.html>

Anexos