

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



Una Institución Adventista

Diseño de una red DWDM (Multiplexación por División en Longitudes de Ondas Densas) para la implementación de un Sistema FTTH en Instituciones de Sicuani

Por:

Wilfredo Mamani Espirilla

Asesor:

Ing. Jorge Eddy Otazu Luque

Juliaca, octubre de 2018

DECLARACIÓN JURADA
DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Yo, Ing. Jorge Eddy Otazu Luque, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **"Diseño de una red DWDM (Multiplexación por División en Longitudes de Ondas Densas) para la implementación de un Sistema FTTH en Instituciones de Sicuani"** constituye la memoria que presenta el Bachiller Wilfredo Mamani Espirilla para aspirar al título de Profesional de Ingeniero de Sistemas, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca a los 31 días del mes de octubre del año 2018.


.....
Ing. Jorge Eddy Otazú Luque

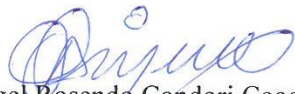
Diseño de una red DWDM (Multiplexación por División en Longitudes de Ondas Densas) para la implementación de un Sistema FTTH en Instituciones de Sicuani

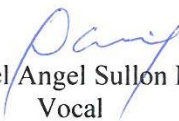
TESIS

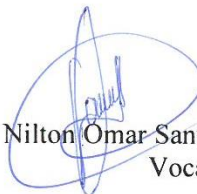
Presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero de sistemas

JURADO CALIFICADOR


Dr. Jorge Alejandro Sánchez Garcés
Presidente


Ing. Ángel Rosendo Condori Coaquira
Secretario


Mg. Abel Angel Sullon Macalupu
Vocal


Mg. Nilton Omar Santillan Aching
Vocal


Ing. Jorge Eddy Otazú Luque
Asesor

Juliaca, 31 octubre del 2018

DEDICATORIA

Gracias a mi Dios por darme la fuerza y el valor para hacer realidad este objetivo por estar conmigo en cada momento de mi vida y por cada regalo de gloria que me ha dado para emprender nueva etapa de mi vida gracias señor

A mi madre: Hermelinda Espirilla Saraya por haberme dado la vida y el amor incomparable A mi padre: Gerardo Mamani Castro quien con su ejemplo de trabajo me enseñó el camino de la felicidad quienes me brindaron su apoyo incondicional y confianza así a mi

A mis hermanas: Elvaluz Josefina, Estefani por brindarme su permanente aliento y apoyo moral para seguir adelante con inspiración optimista

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por hacer que culminemos una etapa más como profesionales en nuestras vidas, a la escuela de Ingeniería de Sistemas de la UPeU, agradecer a nuestro querido asesor al Ing. Jorge Eddy Otazu Luque, por compartir sus conocimientos en el desarrollo del proyecto de tesis, a todos ellos les damos las gracias por su colaboración

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE.....	vi
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE TABLAS.....	x
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	17
1.1 Identificación Del Problema	17
1.2 Objetivos	19
1.2.1 Objetivo General.....	19
1.2.2 Objetivos Específicos	19
1.3 Justificación De La Investigación	20
1.3.1 Relevancia Social.....	20
1.3.2 Utilidad Teórica	20
1.3.3 Relevancia Económica.....	21
1.3.4 Utilidad Práctica	21
1.3.5 Utilidad Metodológica	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	23
2.1 Antecedentes De La Investigación.....	23
2.1.1 Conceptos teóricos.....	24
2.2 Red de DWDM, Agregador y Accesos	24
2.3 Multiplexación por División de Longitud de Onda Densa	25
2.3.1 Anillos de DWDM.....	27
2.3.2 Capas de una red de transporte óptica	28
2.3.3 Amplificador Óptico (AO)	29

2.4	Equipos para el desarrollo de la red DWDM, AGG y ACCESOS	31
2.4.1	Huawei OptiX OSN 6800	31
2.4.2	Agregadores (AGG).....	33
2.4.3	Trunk entre Agregadores	34
2.4.4	Cite Router.....	35
2.4.5	La Fibra óptica	36
2.4.6	Clasificación de las redes de Fibra Óptica.....	38
2.4.7	Análisis de las características de los diferentes tipos de fibra óptica	39
2.4.8	Estándares de la fibra óptica	41
2.4.9	Tipos De Fibra Óptica	42
2.4.10	Según la fabricación	42
2.4.11	Propagación de la luz	42
2.4.12	Propagación de la luz por medio de la Fibra Óptica.....	43
2.4.13	Mono modo.....	44
2.4.14	Multi modo	45
2.4.15	Pérdida de paquetes por enlaces	46
2.4.16	Empalmes y conectores	49
2.4.17	Tipo de conectores	50
2.4.18	Trasmisor de señal óptica	52
2.4.19	Divisor óptico (mufa)	53
2.4.20	Fusión de fibra óptica	54
2.4.21	OTDR	56
2.5	Funcionamiento De La Red De Fibra Óptica.....	57
2.5.1	Red troncal.....	57
2.5.2	Topología de red FTTH	58

2.5.3	Red pasiva.....	60
2.5.4	Sistemas de conmutación para protección de redundancia.....	60
2.5.5	Recomendaciones de velocidad de puerto Gpon ITU-T-G.984.2	61
2.5.6	Red pasiva.....	63
2.5.7	Aplicaciones Ventajas y Desventajas de fibra óptica	64
2.5.8	Normas para el Tendido de una Red de Fibra Óptica.....	65
2.5.9	Proceso para la instalación de fibra óptica en la zona	66
2.6	Modalidad de diseño de una Red Mediante Fibra Óptica.....	70
2.6.1	Medio de transmisión	70
2.6.2	Importancia de las redes de fibra óptica en el Perú	70
2.6.3	Redes de cables submarinos	72
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....		74
3.1	Materiales.....	74
3.2	Metodología	74
3.3	Diseño de la investigación	76
3.3.1	Diagrama de flujo	77
3.3.2	Población.	78
3.3.3	Muestra.	78
3.3.4	Ubicación.....	78
3.3.5	Requerimientos de materiales para la instalación.....	79
3.4	Cronograma de actividades	79
3.5	Diseño de la red DWDM.....	80
3.5.2	Análisis topográfico de la región de cusco	83
3.5.3	Red de Acceso	86
3.5.4	Diseño red FTTH en el Distrito de Sicuani	87
3.5.5	Procedimiento experimental	88

3.6	Requerimientos para la Red de Acceso FTTH.....	89
3.6.1	Descripción de planta externa.....	89
3.6.2	Puntos de accesos de la red.....	90
3.6.3	Divisor óptico mufa	92
3.7	Diseño de Red de Distribución	94
3.7.1	Diseño de red de distribución secundaria	94
3.7.2	Red FTTH.....	95
3.8	Implantación de la Red FTTH con la arquitectura PON en la institución educativa.....	96
3.9	Instalación de equipos	97
3.9.1	ODF	97
3.9.2	Modem.....	97
3.9.3	Media comverter	98
3.9.4	Servicio de internet por FTTH.....	98
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES		100
4.1	Resultados	100
4.1.1	Análisis de confiabilidad para el análisis de Alpha de Conbach	101
4.2	Discusiones	107
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		109
5.1	Conclusiones	109
5.2	Recomendaciones.....	110
5.3	Referencias.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadística internacional de usuarios de internet a nivel global 2017	17
Tabla 2. Código de colores	41
Tabla 3. TIA/EIA 568 y el ISO/IEC 11801 valores máximo para la instalación.	47
Tabla 4. ANSI/TIA /EIA-526-7 Fibra óptica mono modo.	48
Tabla 5. Velocidad de puerto gpon ITU-T-G.984.2	61
Tabla 6. Atenuaciones por división	62
Tabla 7. Normas de cableado FTTH ITU-T-G.984.2.....	62
Tabla 8. Parámetros en el diseño para la olt	63
Tabla 9. Parámetros en el diseño para la ONU.....	64
Tabla 10. Normas de cableado estructurado.....	69
Tabla 11. Cableado estructurado con líneas eléctricas	70
Tabla 12. Requerimiento de materiales	79
Tabla 13. Cronograma de actividades	80
Tabla 14. Distritos con potencial acogimiento de internet	84
Tabla 15. Coordenadas de cusco	85
Tabla 16. Ubicación de divisores ópticos.....	92
Tabla 17. Coordenadas de punto de accesos	93
Tabla 18. Datos aproximados de cliente fijos.....	94
Tabla 19. Resumen de procesamiento de casos.....	102
Tabla 20. Estadísticas de fiabilidad	102
Tabla 21. Estadísticas de total de elemento	103
Tabla 22. Biblioteca o en centro de cómputo de tu escuela	104
Tabla 23.Velocidad de descarga (bajada).....	105
Tabla 24.Velocidad de carga (subida)	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Crecimiento de consumo de internet según cisco 2017	18
Figura 2. Red DWDM, Agregador y Accesos.....	25
Figura 3. La disposición en las bandas del espectro de la tecnología DWDM	26
Figura 4. Anillos en DWDM	27
Figura 5. Capas de la red de transporte óptica.....	28
Figura 6. Amplificador óptico	30
Figura 7. Huawei OptiX OSN 6800	32
Figura 8. Agregadores (AGG).....	34
Figura 9. Trunk entre Agregadores	35
Figura 10. Router de nivel acceso	35
Figura 11. Fibra óptica y sus divisiones	37
Figura 12. Clasificación de instalaciones de fibra óptica	39
Figura 13. Divisiones de la fibra óptica ADSS	40
Figura 14. Estructura de cable OPGW	41
Figura 15. Propagación de la luz	43
Figura 16. Propagación de luz en fibra óptica	44
Figura 17. Diferencias entre las Fibras óptica Mono modo y Multi modo	46
Figura 18. Pérdida de paquetes en el transcurso de instalación.....	46
Figura 19. Conectores ópticos	49
Figura 20. Conector FC.	50
Figura 21. Conector LX.....	51
Figura 22. Conector LC	52
Figura 23. Transmisor óptico Transceiver.....	53

Figura 24. Divisores ópticos y empalme	54
Figura 25. Fusión de fibra óptica.....	55
Figura 26. Medición de hilos con OTDR	56
Figura 27. Topología punto a punto	58
Figura 28. Punto- Multi Punto.....	59
Figura 29. Divisor pasivo	60
Figura 30. Certificación de redes GPON, normativa ITU G.984.x	61
Figura 31. Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica	66
Figura 32. Instalación de postes y fibra óptica	67
Figura 33. Radio de la curvatura de la fibra óptica	68
Figura 34. Cableado estructurado	69
Figura 35. Redes submarinas.....	72
Figura 36. Redes submarinas en el Perú.....	73
Figura 37. Metodología PPDIO.....	75
Figura 38. Diagrama de flujo.....	77
Figura 39. Diseño red DWDM en el Perú	81
Figura 40. Diseño dela red DWDM y el recorrido dela fibra óptica en todo el Perú.....	82
Figura 41. Topología de anillos en red DWDM.....	83
Figura 42. Distancias entre DWDM Y AGG.	85
Figura 43. Diseño de red a accesos	86
Figura 44. Distrito de Sicuani.....	87
Figura 45. Red de accesos en provincia de Sicuani.....	90
Figura 46. Red de alimentación primaria	91
Figura 47. Puntos de divisor óptico mufa.....	93
Figura 48. División de hilos para usuarios finales	95

Figura 49. Plamos para el desarrollo y despliegue de fibra óptica FTTH	96
Figura 50. Instalación de equipos ópticos	97
Figura 51. Modelo de servicio a usuarios	98
Figura 52. Medición de internet en el centro educativo con speedtest	100
Figura 53. Encuesta sobre el internet en la biblioteca	104
Figura 54. Velocidad de descarga (bajada)	105
Figura 55. Velocidad de carga (subida)	106
Figura 56. Nuevo servicio de internet	107

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Encuesta de satisfacción	115
Anexo B. Carta de validación del servicio	125

RESUMEN

En el proyecto de investigación se busca diseñar una red (DWDM Dense Wavelength Division Multiplexing) también conocido Multiplexación por División en Longitudes de ondas Densas, es una red jerárquica es una arquitectura en forma de anillo para el mejoramiento del tráfico la cual se desea diseñar la red DWDM capaz de soportar gran cantidad de datos y poder implementar el sistema de la red (Long reach PON) mediante una red de fibra óptica (FTTH del inglés Fiber To The Home), también conocida como fibra hasta la casa o fibra para el hogar en el distrito de Sicuani con uno de los medios más rápidos del mundo basado en multiplexación por división de onda densa (DWDM) que presta una de las técnicas de transición de datos más eficaces para la actualidad, esta permite ampliar la capacidad de transmisión de datos para las instituciones públicas de Sicuani mediante el análisis de la situación actual los servicios de internet y la proyección de la demanda de los mismos, se aplicaran los conocimientos de planificación de redes de telecomunicaciones y comunicaciones ópticas seleccionando la tecnología en tres capas DWDM para la red de transporte con una arquitectura en forma de anillo y en la capa de acceso y (FTTH) para los usuarios finales las redes PON o red pasiva que permitirá definir la variables y parámetros y a tener en cuenta en el diseño y analizar la diferentes propuestas encontradas para la implantación de este tipo de redes a partir de la información obtenida se procederá a realizar el diseño de la red y se deberá realizar la infraestructura y las instalación respectiva, finalmente se mostraran los resultados obtenidos después de la instalación.

Palabras clave: Fibra óptica, redes de acceso, red DWDM, Agreadores AGG, Passive Optical Network(PON), switches ópticos, módulos.

ABSTRACT

The research project seeks to design a network (DWDM Dense Wavelength Division Multiplexing) also known as Division Multiplexing in Density Wavelengths, it is a hierarchical network is a ring-shaped architecture for the improvement of traffic which you want to design the DWDM network capable of supporting a large amount of data and being able to implement the network system (Long reach PON) through a fiber optic network (FTTH of the English Fiber To The Home), also known as fiber to the house or fiber for the home in the Sicuani district with one of the fastest means in the world based on dense wave division multiplexing (DWDM) that provides one of the most effective data transition techniques for today, this allows to expand the capacity of data transmission for the public institutions of Sicuani by analyzing the current situation the internet services and the projection of the demand for them, s and apply the knowledge of planning of telecommunications networks and optical communications by selecting the technology in three layers DWDM for the transport network with a ring architecture and in the access layer and (FTTH) for the end users PON networks or passive network that will allow to define the variables and parameters and take into account in the design and analyze the different proposals found for the implementation of this type of network based on the information obtained, the network design will be carried out and the infrastructure and the respective installation, finally the results obtained after the installation will be shown.

Keywords: Fiber optic, access networks, DWDM network, AGG aggregators, Passive Optical Network (PON), optical switches, modules

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Identificación del Problema

En la actualidad el acceso a internet ha crecido de manera exorbitante según en la tabla 1 en la cual se muestra las estadísticas de la población que tiene acceso a internet a nivel mundial se nota el crecimiento en área de latinoamericana desde el año 2000 hasta el año 2017 tuvo un aumento de la población con accesos a internet

Tabla 1
Estadística internacional de usuarios de internet a nivel global 2017

ESTADISTICAS DEL INTERNET Y DE LA POBLACION MUNDIAL - 2017						
Regiones	Poblacion (2017 Est.)	Usuarios Dic. 31, 2000	Usuarios Mar. 31, 2017	Crecimiento % (2000-2017)	Penetración (% Población)	Facebook Junio 30, 2016
Africa	1,246,504,865	4,514,400	353,121,578	7,722.1 %	28.3 %	146,637,000
Asia	4,148,177,672	114,304,000	1,874,136,654	1,539.6 %	45.2 %	559,003,000
Europa	822,710,362	105,096,093	636,971,824	506.1 %	77.4 %	309,576,660
Medio Oriente	250,327,574	3,284,800	141,931,765	4,220.9 %	56.7 %	76,000,000
Norte America	363,224,006	108,096,800	320,068,243	196.1 %	88.1 %	223,081,200
Latinoamerica / Caribe	647,604,645	18,068,919	385,919,382	2,035.8 %	59.6 %	296,636,180
Oceania / Australia	40,479,846	7,620,480	27,549,054	261.5 %	68.1 %	18,239,110
TOTAL MUNDIAL	7,519,028,970	360,985,492	3,739,698,500	936.0 %	49.7 %	1,679,433,530

Fuentes: Desarrollado por (Group, 2017).

El crecimiento de la demanda del servicio de internet es un problema serio en la saturación de las red y la baja señal transmisión y resección generando perdida de paquetes en los usuarios del Distrito de Sicuani como también diferentes lugares del Perú problemas con la calidad de servicio, se dan por un mal funcionamiento de equipos con la mala instalación de la

infraestructura de redes, la transmisión de video de alta definición “trasferencia punto a punto de grandes archivos juegos en línea según el proyecto de en la figura 1 la cantidad de tráfico IP por mes crecerá de 93 exabytes en el 2016 a 278 exabytes para el 2021” (cisco, 2017).

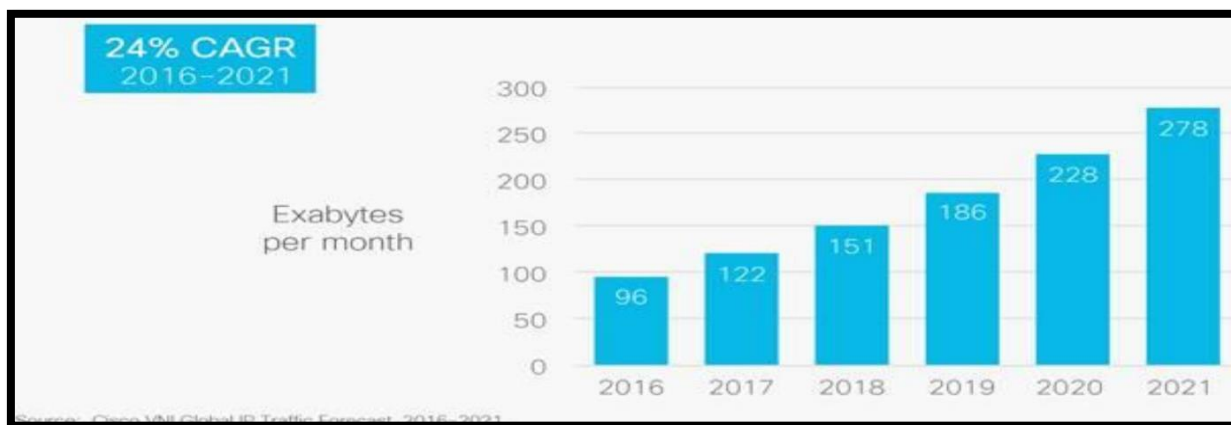


Figura 1. Crecimiento de consumo de internet según cisco 2017.

Fuentes: desarrollado por el (cisco, 2017).

Por la cual “necesidad de aumentar las velocidades de transmisión y la capacidad de la transmisión de información de videos y datos” (Arvelo & Hernández, 2012) la red backbone en la mayoría de “las empresas dedicadas a la telecomunicaciones su red de transmisión es de microondas lo que genera perdida de paquetes un par de años no podrá soporta gran cantidad de datos” (comercio,2017) las operadoras y empresas que están en el distrito de Sicuani no tendrán un servicio adecuado de señal internet eso generara pérdida de clientes y malestar en usuarios finales.

No hay un diseño adecuado de la red metro con DWDM y “un cableado estructurado en los postes de alumbrado público la cual genera caídas de postes causando incidencias como ruptura y generando atenuaciones como perdida de paquete (packet loss)” (tejedor, 2015) en DWDM Dense Wavelength Division Multiplexing, AGG agregadores, Accesos, FTTH (Fiber

To The Home) En las instituciones educativas del distrito de Sicuani actualmente presenta una lentitud de datos generando varios minutos para que el sistema responda, docentes y estudiantes de instituciones de Sicuani, generando el malestar al momento de esperar mucho tiempo para abrir una página en la web o para consultar en línea es necesario diseñar una nueva red y el modelo de transmisión de tráfico comúnmente usado hasta la actualidad a fin de responder a esta demanda el diseño de red de transporte ha evolucionado constantemente está evolucionando hacia una futura red óptica inteligente.

Es por esta razón, que se ha identificado como una zona potencial para la prestación de este tipo de servicios, y observan diferentes instituciones de Sicuani, que podrán beneficiarse de innovaciones tecnológica y una infraestructura adecuada y cableado de red y la capacitada para ofrecer servicio de Internet con la máxima calidad posible. “Esta será una red propia que será explotada por el operador clientes través de diferentes modelos de servicios descrito por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones descrito por el autor (MTC, 2015)”.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar de una red DWDM para implementación de un sistema FTTH en instituciones educativas del distrito de Sicuani

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diseñar y estructurar la red óptica de DWDM.
- Identificar los requerimientos para la implementación FTTH en la institución educativa del colegio nacional inmaculada concepción.
- Diseñar puntos de accesos para la implementación de una red fiber-to-the-home (FTTH)

- Implementar la red FTTH con la arquitectura PON para las instituciones educativas
- Realizar un análisis de confiabilidad con Alpha de Conbach.

1.3 Justificación De La Investigación

En la empresas de telecomunicación su red DWDM tiene de transacción de microondas eso generará saturación y perdida de paquetes, en el distrito de Sicuani no se cuentan con un buen servicio de internet tienen una mala infraestructura y mal despliegue sin previo coordinación y análisis de la ruta causando incidencias dentro del distrito y un mal aspecto en el cableado generando ruptura de fibra FTTH es por eso los usuarios del distrito de Sicuani no cuentan con buen servicio de internet y es insuficientes satisfacer las necesidades de los usuarios.

1.3.1 Relevancia Social

El diseño de la red DWDM para la implementación del sistema de red de fibra óptica FTTH, permitirá brindar “datos como internet sin pérdida de paquetes” (alvares, 2011) las instituciones públicas de las instituciones de estudio tendrán acceso con mayor ancho de banda a Internet en tiempo real para que puedan desarrollar sus actividades de labor con normal sin ningún percance o perdida de señal.

1.3.2 Utilidad Teórica

La utilidad teórica que se derivada de la presente investigación, es que los temas de tecnología de punta que se abordan en la presente investigación, los las Redes metro la de fibra óptica, DWDM, AGG, ACCES en la arquitectura en forma de anillo, “FTTH redes de Punto-a-

punto”(Yagüe, 2015) por lo que el presente trabajo de investigación realizado es un aporte teórico en cuanto a las aplicaciones que se pueden realizar de las tecnologías aquí desarrolladas.

1.3.3 Relevancia Económica

El trabajo de investigación se basa en esta nueva tecnología DWDM “mejorando la capacidad y alta velocidad de internet cuyos costos cada día son más económicos, el acceso a la tecnología y FTTH para las nuevas aplicaciones pues constituyera una fuente importante de ahorro para las diferentes instituciones públicas descrito por desarrollado por la empresa” (OSIPTEL, 2017) por la demanda de las instituciones públicas del distrito de Sicuani son el aumento consumo de voz y datos

1.3.4 Utilidad Práctica

La utilidad práctica de la presente investigación, radica en que permitirá la difusión de las nuevas tecnologías de información y conocimiento, relacionadas al desarrollo de la red metro DWDM Internet a nivel global, el conocimiento de estas tecnologías y sus aplicaciones, permitirá que las personas puedan adaptarlas y adoptarlas, en los diversos contextos y grupos que integren, estas tecnologías serán fácilmente replicadas por todo aquel Institución que tenga acceso se podrá mejorar el servicio de internet dedicada de alta velocidad para las instituciones públicas.

1.3.5 Utilidad Metodológica

Metodológicamente la utilidad de la presente investigación radica en que se está desarrollando un diseño para un tema moderno como es las aplicaciones de la fibra óptica la metodología de trabajo de investigación se desarrolla el diseño de una red DWDM (Dense

Wavelength Division Multiplexing) y para la implementación FTTH la metodología desarrollada para el análisis y estudio de este tema de investigación, servirá de guía para el desarrollo de nuevos trabajos o estudios de aplicación tecnológica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Según Snaches (2017) Tema “DISEÑO DE UNA RED LAN /WAN PARA EL TRIBUNAL CONSTITUCIONAL” El objetivo de las tres capas es asegurar que desde el origen al destino los datos lleguen correctamente también se lleva un control de congestión que impide la saturación del proceso de red existen dispositivos conocidos como Router que simplifican el trabajo de envío la metodología utilizada es la recolección de información se basa en técnicas de investigación de campos encuestas y entrevistas en herramientas de diagnóstico de red (análisis de protocolo) mejora la administración adecuada de una infraestructura de red aporta valiosos elementos para el mejoramiento de la seguridad que en proceso de monitoreo y los resultados esperados son incidentes y planificar estrategias al incidente.

Según Arteaga (2017) Tema “ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED GPON FTTH, Las Telecomunicaciones en el mundo y en el Estado Ecuatoriano son la base para el desarrollo de las actividades productivas” y de todo tipo la historia recoge diferentes maneras de comunicación a lo largo de los siglos pasados, desde las pinturas, los gráficos de las escrituras con jeroglíficos, la cuantificación de los objetos a través de los números, hasta el inicio del lenguaje los resultados enviar mensajes o comunicaciones que tenían el gran inconveniente de tardarse mucho en llegar a sus destinos.

Según Burgos (2017) Tema “DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO FTTH UTILIZANDO EL ESTANDAR GPON PARA LA EMPRESA AMITEL S.A.C, PUNO el objetivo esta tecnología usa como medio físico la fibra óptica tiene grandes ventajas sobre el cable de cobre, como la posibilidad de un mayor ancho de banda y menos interferencias por ruido, debido a estas ventajas de la fibra óptica se crearon las redes PON (Pasiva Óptica Network), redes que permite a los usuarios y operadores de telecomunicaciones contar con un mayor ancho de banda y mejores servicios, su naturaleza punto a multipunto, resultados en ahorros significativos en la instalación de la fibra óptica y en interfaces ópticos otra de las ventajas es que estas redes no requieren de elementos activos entre el operador y el abonado lo que es una ventaja para el operador en gastos de operación e implementación”.

2.1.1 Conceptos teóricos

En este apartado se detallará los conceptos y teorías necesarias para comprenderla temática que abarca el diseño de una red DWDM para la instalación de un sistema FTTH.

2.2 Red de DWDM, Agregador y Accesos

Introducción

La tecnología WDM, sus diferentes clases con énfasis en la Multiplexación por División por Longitud de Onda Densa se presentan los diferentes elementos que integran los sistemas DWDM, así como las topologías que se encuentran.

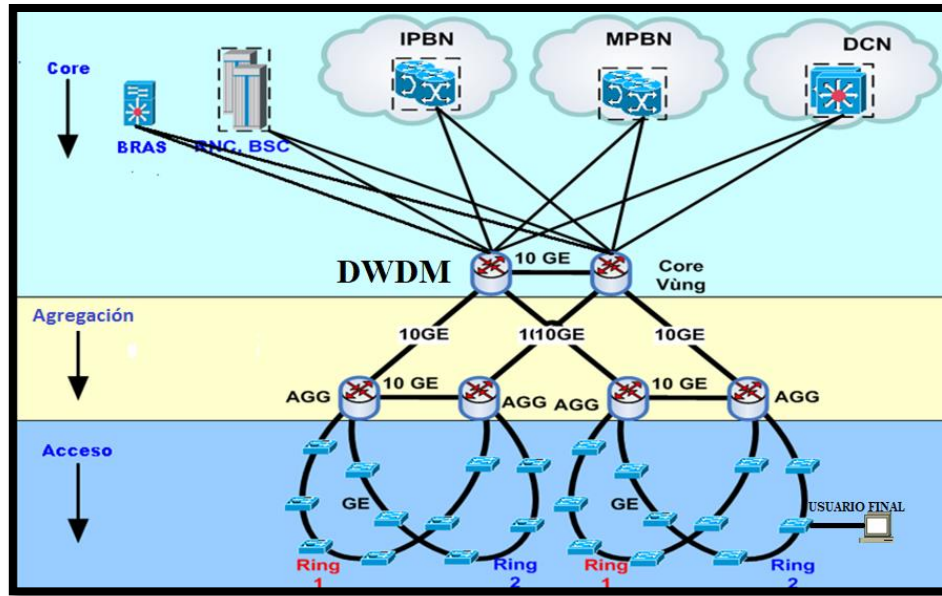


Figura 2. Red DWDM, Agregador y Accesos.

Fuentes: Desarrollado por (ZTE, 2017).

El diseño de redes jerárquicas implica la división de la red en capas independientes cada capa cumple funciones específicas que definen su rol dentro de la red general la separación de las diferentes funciones existentes en una red hace que el diseño de la red se vuelva modular y esto facilita la escalabilidad y el rendimiento este modelo de la diseño jerárquico típico se separa en tres capas de acceso, capa de distribución, capa de núcleo como se observa en la figura 2.

2.3 Multiplexación por División de Longitud de Onda Densa

La Multiplexación por División de Longitud de Onda Densa (DWDM) se caracteriza por un menor espaciamiento entre los canales o longitudes de onda que en CWDM en la recomendación G.694.1 se define el plan espectral para esta tecnología a partir de una frecuencia central correspondiente a los 193.10 THz. como se muestra me la Figura 3 Actualmente se encuentra estandarizado por la UIT cuatro espaciamientos en frecuencia entre canales para el

DWDM: 12.5 GHz, 25 GHz, 50 GHz y 100 GHz; aunque se tiene en cuenta espaciamentos múltiples enteros de 100 GHz hasta llegar a 1 THz descrito por (Olivares, 2017).

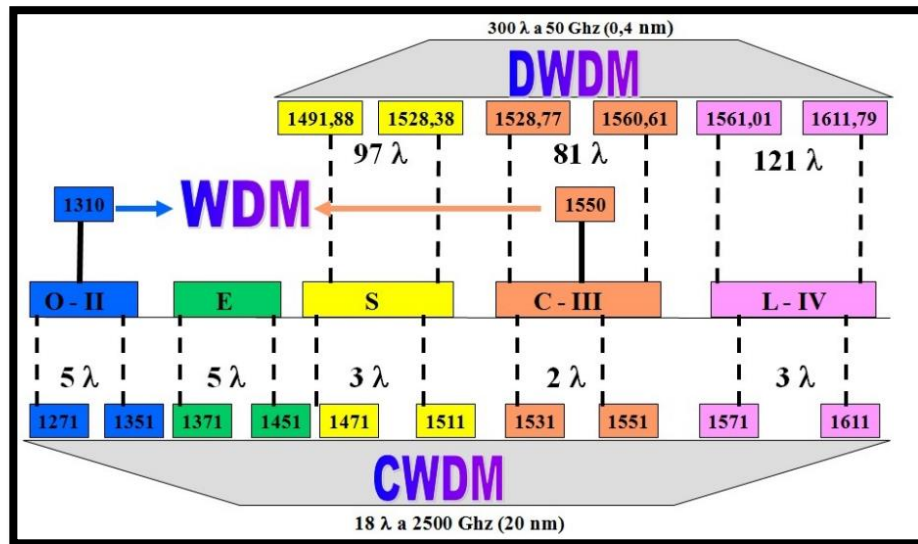


Figura 3. La disposición en las bandas del espectro de la tecnología DWDM

Fuentes: Desarrollado por (Olivares, 2017).

Los sistemas DWDM tienen dos sentidos la cual son bidireccionales y unidireccionales en los sistemas unidireccionales las longitudes de onda multiplexadas viajan en un mismo sentido por lo que se necesitan dos fibras para transmitir en ambas direcciones se divide el espectro en dos bandas una para cada dirección, esto permite emplear una sola fibra óptica pero reduce el número de canales del sistema en general además de hacer un uso más eficiente del ancho de banda que ofrece la fibra óptica y de aumentar la capacidad de los sistemas de transmisión los sistemas DWDM son escalables y brindan gran flexibilidad asignan dinámicamente el ancho de banda según la demanda y permite la inserción y extracción de una longitud de onda sin afectar a las demás.

2.3.1 Anillos de DWDM

Un anillo de la DWDM se refiere a la topología de red en la que cada nodo se conecta exactamente a otros dos nodos, formando una única vía continua para las señales a través de cada nodo o entre nodo es una configuración de anillo está diseñada para soportar una sola falla el sistema se reconfigura automáticamente como se muestra en la figura 4.

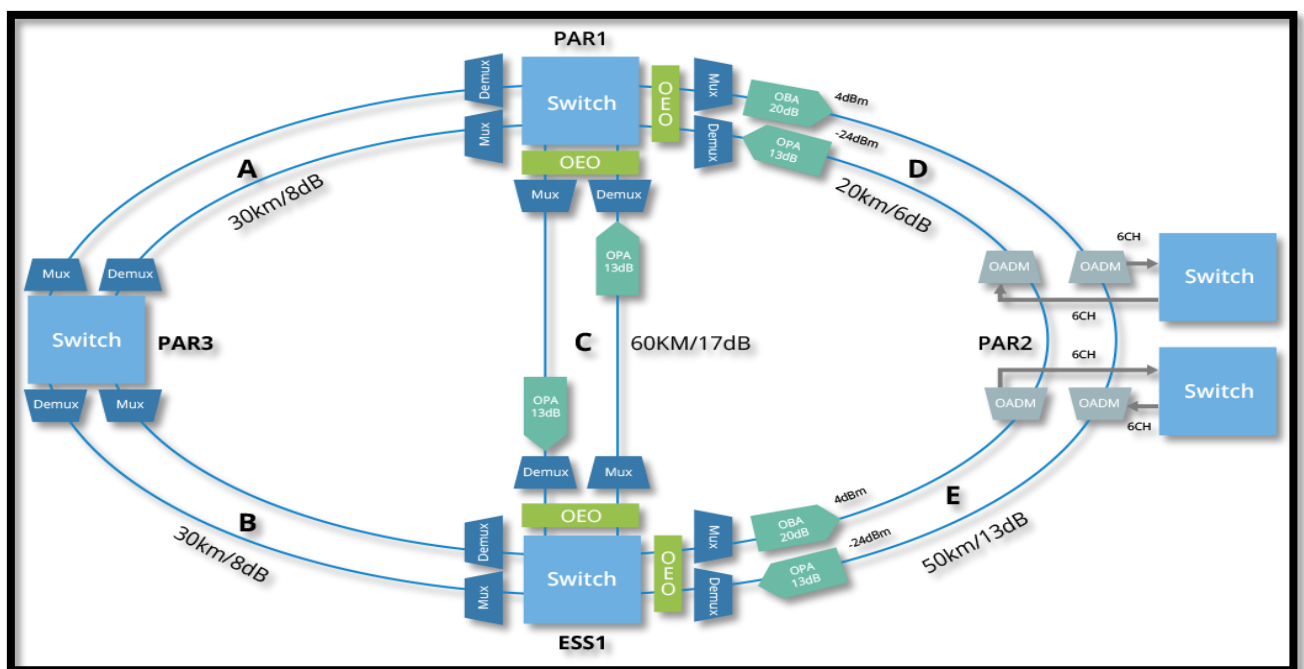


Figura 4. Anillos en DWDM.

Fuentes: Desarrollado por (Fiber optic, 2016).

De forma similar, una red en anillo DWDM incluye una fibra en una configuración de anillo que interconecta los nodos por completo dos anillos de fibra incluso se presentan en algunos sistemas para la protección de la red esta topología de anillo DWDM se adopta comúnmente en un área local o metropolitana que puede abarcar algunas decenas de kilómetros

muchos canales y nodos de longitud de onda pueden estar involucrados en el sistema de anillo DWDM.

2.3.2 Capas de una red de transporte óptica

Una red de transporte óptica consta de 3 capas de Canal Óptico (OCh), de sección de Multiplex Óptico (OMS) y de Sección de transmisión Óptica (OTS) en la figura siguiente se muestra el alcance de dichas capas como se muestra en la figura 5.

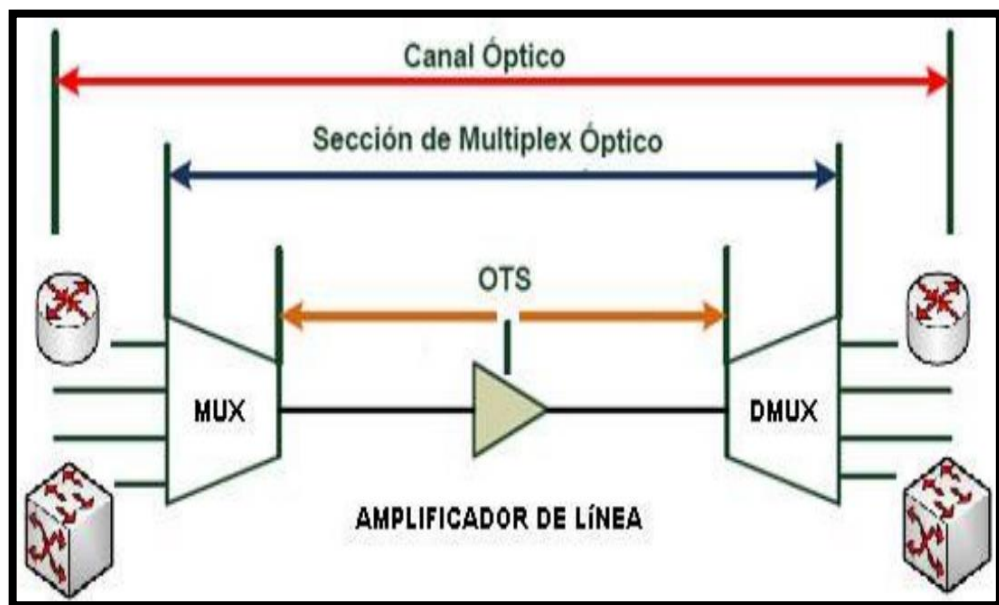


Figura 5. Capas de la red de transporte óptica.

Fuente: Desarrollado por (Paul Littlewood, 2015).

2.3.2.1 Capa de canal óptico (OCh).- En esta capa tiene vital importancia la terminación de camino del canal óptico en este punto tienen lugar varios procesos entre los que se encuentran dentro de la validación de la integridad de la conectividad “la evaluación de la calidad de la transmisión y la detección e indicación de defectos en la transmisión una señal óptica de ancho de banda máximo y relación señal a ruido definidas, asociada con la conexión de red por canal óptico un tren de datos que constituye tara fuera de canal” (Paul Littlewood, 2015).

2.3.2.2 Capa de sección de multiplex (OMS).- La capa de sección de multiplex es la que ofrece la funcionalidad para la interconexión de redes ópticas asegura la integridad de la información adaptada a la sección de multiplex y posee funciones de operación y mantenimiento para esta capa.

2.3.2.3 Capa de Transmisión Óptica (OTS).- En esta capa se lleva a cabo el transporte de la señal proveniente de la capa de sección de multiplex óptica (OMS) entre puntos de acceso. “Hay que señalar que una sección de transmisión óptica de orden n solo es capaz de transmitir una sección de multiplex de orden similar, esto determina una relación biunívoca entre ambas capas”(Paul Littlewood, 2015).

2.3.3 Amplificador Óptico (AO)

La gran magnitud de las redes de transporte ópticas se ve limitado entre otros factores por la atenuación introducida por el medio de transmisión, en este caso la fibra óptica en los sistemas de larga distancia tradicionales se utilizan los regeneradores conocido también como agregadores, en los cuales se realiza la conversión de la señal óptica recibida a eléctrica para volverla a convertir a una señal óptica después de ser procesada estos agregadores presentan gran complejidad y son relativamente caros para emplearlos en los sistemas DWDM el

amplificador óptico se utiliza en las redes WDM para compensar la atenuación en los enlaces “es un dispositivo que recibe una o varias longitudes de onda y las amplifica de manera simultánea por medio de la emisión estimulada en un medio activo adecuado” (GARCÍA, 2012) por la cual este proceso ocurre sin convertir las señales a eléctricas aumentando así la fiabilidad del sistema de transmisión se muestra en la figura 6 se muestra un esquema del proceso de amplificación en un sistema WDM.

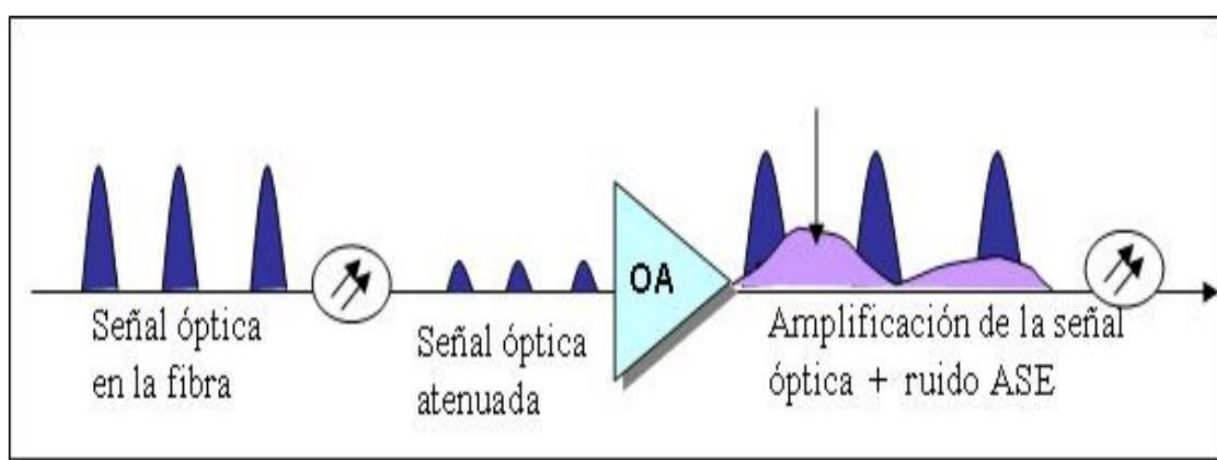


Figura 6. Amplificador óptico.

Fuentes: desarrollado por (GARCÍA, 2012).

Las amplificaciones se alcanzan mediante un proceso de bombeo por la cual se aumenta la potencia de las señales de entrada este bombeo se realiza con una fuente local que acopla su potencia a las señales incidentes de esta forma se amplifican estas señales mediante la transferencia de potencia de forma directa o a través de las impurezas del medio.

2.4 Equipos para el desarrollo de la red DWDM, AGG y ACCESOS

2.4.1 Huawei OptiX OSN 6800

El OptiX OSN 6800 forma parte de la Plataforma de Transporte Óptico Inteligente de Nueva Generación de Huawei Technologies conocido como NG - WDM. Está orientado al futuro desarrollo de las redes metropolitanas y las redes Core basadas en el protocolo IP permite el acomodo dinámico y flexible de servicios en la capa óptica y eléctrica “Presenta gran integración, fiabilidad y soporta gran variedad de servicios. Su plano de control se basa en el protocolo GMPLS. Puede utilizarse en redes DWDM y CWDM” (Huawei, 2018).

Las aplicaciones DWDM utiliza la banda C con un espaciamiento entre longitudes de onda de 100 GHz para 40 longitudes de onda, con velocidades de 2.5 / 5 / 10 / 40 Gbps también las capacidades total del sistema es de 80 canales con una separación de 50 GHz para redes CWDM tiene una capacidad de 18 longitudes de onda con espaciamiento de 20 nm y las velocidades hasta de 5 Gbps. “Su principal aplicación se encuentra en las redes de larga distancia, redes locales y metropolitanas” (Huawei, 2018) como está diseñado en la figura 7.

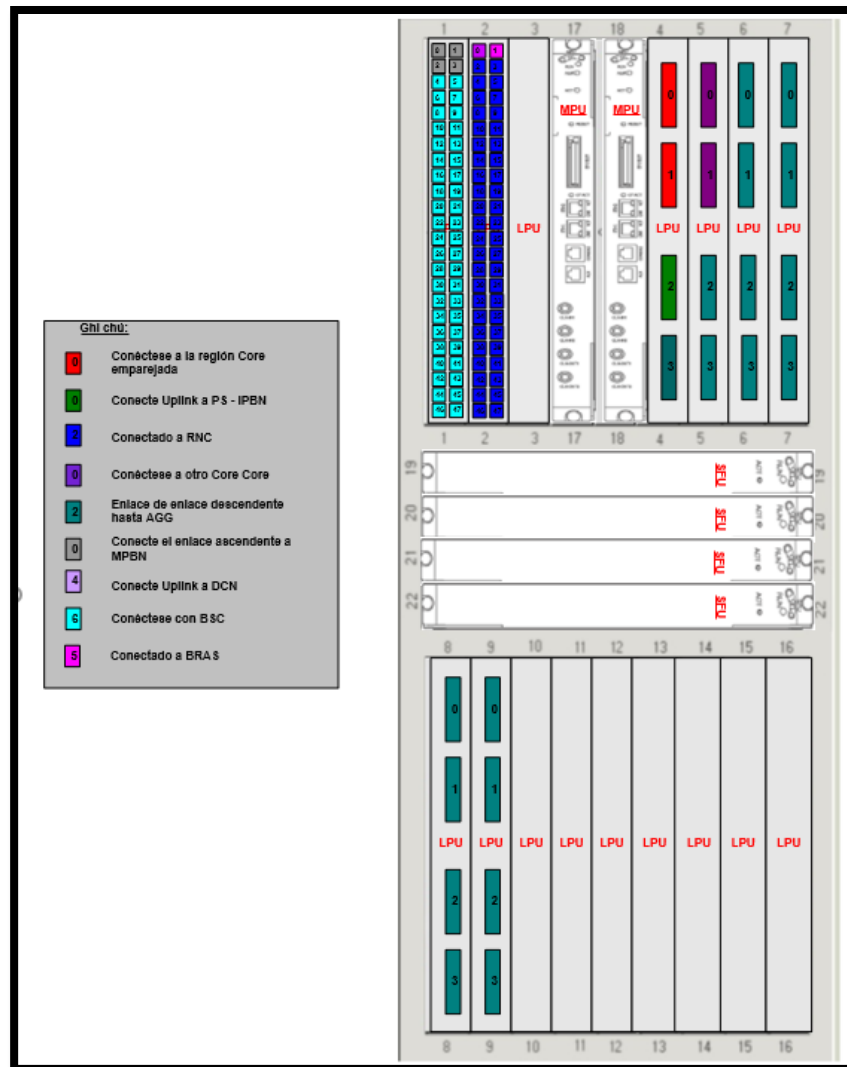


Figura 7. Huawei OptiX OSN 6800.

Fuentes: Desarrollado por (Huawei, 2018).

2.4.2 Agregadores (AGG).

La Agregation consiste en la agregación de varios puertos juntos para implementar el balance de carga de entrada y salida sobre los puertos miembros del grupo, y aumentar la estabilidad de la conexión para los puertos miembros en un grupo, sus configuraciones básicas deben ser las mismas esto significa que, si un puerto es Trunk los otros puertos también deben serlo, si un puerto cambia a Access, los otros también los Switches más conocido como router Ethernet Serie cx600 Huawei pueden soportar hasta 24 grupos de agregación cada grupo puede tener hasta 24 puertos Ethernet de 100 Mbps o cuatro puertos Gigabit SPF como máximo la cual puede formar anillos entre sí descrito por (Huawei, 2017).

Las funciones del router de borde de múltiples servicios (MSER) permiten el tráfico de vídeo, voz y datos con administración unificada de servicios de abonados y calidad del servicio jerárquica la agregación de IP y la funcionalidad y se consolidan en un solo Router en alta disponibilidad y excelente elección para aplicaciones de misión crítica del gobierno y las industrias de transporte, teledifusión, finanzas que implementan tecnologías de redes inteligentes de suministro eléctrico normalmente desplegados en los bordes de las redes troncales del “Protocolo de Internet (IP), las redes de área metropolitana IP puede ser desplegado de forma flexible en el borde o núcleo de las redes IP simplificando la red” (Huawei, 2017) como se muestra en la figura 8.

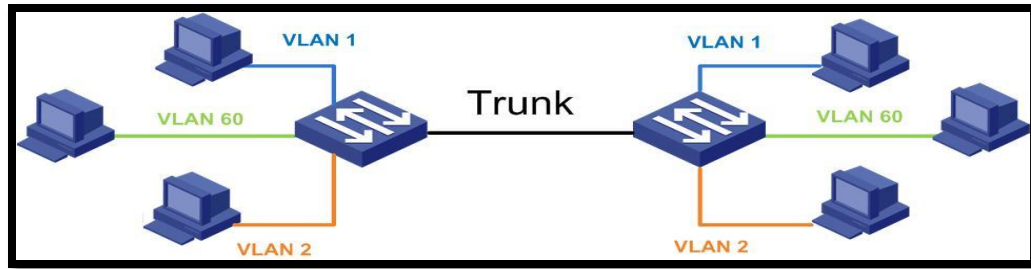


Figura 9. Trunk entre Agregadores.

Fuente: Desarrollado por (Cisco, 2017).

2.4.4 Cite Router.

También conocido como enrutador caminador o Router es un dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red o nivel de tres capas en el modelo OSI su función “principal consiste en enviar o encaminar paquetes de datos de una red a otra, es decir, interconectar subredes, entendiendo por subred un conjunto de máquinas IP que se pueden comunicar sin la intervención de un en caminador (mediante puentes de red)” (ZTE, 2017) como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Router de nivel acceso.

Fuente :Elaborado por (ZTE, 2017).

2.4.5 La Fibra óptica

La fibra óptica es el componente muy importante para la transmisión de datos de los sistemas de comunicaciones es una estructura básica de una fibra óptica se muestra en la Figura 11 la cual tiene un núcleo central un revestimiento y recubrimiento externo que protege y refuerza la fibra.

Es un medio de transmisión empleado de última tecnología en las redes y consta de hilos muy fino de material transparente vidrio o cuarzo por el que se envían pulsaciones de luz que representan que representas información como voz y datos por la cual se trasmite información (MAG, 2015) “el haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el núcleo de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total en función de la ley de Snell” la fuente de luz puede ser láser o un led que pasa por la fibra óptica que se utilizaran constantemente en las redes PON ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una grandes distancias con una velocidad similares a las de la luz solar “es el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión” (ECURED, 2018).



Figura 11. Fibra óptica y sus divisiones.

Fuente: Desarrollado por (Mag 2015).

Desde las primeras instalaciones las “líneas que enlazaban las grandes centrales de conmutación, la fibra se está trasladando hoy en día hasta los mismos hogares(Guarochico, 2016)” “extendiéndose su uso a un mayor abanico de aplicaciones este papel destacado de las fibras es debido a sus muchas propiedades favorables, entre las que merecen destacarse” (Carmen, 2005).

- Gran capacidad de transmisión (por la posibilidad de emplear pulsos cortos y bandas de frecuencia elevadas).
- Reducción de atenuación de la señal óptica.
- Inmunidad frente a interferencias electrónicas.
- Cables ópticos de pequeño diámetro ligeros, flexibles y de vida media superior a cables de conductores.

2.4.6 Clasificación de las redes de Fibra Óptica.

En las redes de fibra óptica poseen la mayoría de transporte de información, la distancia de cobertura es muy grande ya que posee menor atenuación a diferencia de otros medios de comunicación como se muestra en la figura 12.

- “FTTN: (Fiber to the node) la fibra óptica llega hasta una central que pertenece al ISP para luego se repartirá entre los abonados de una ubicación geográfica circulante al central” (Tomkos, 2011).
- “FTTC: (Fiber to the curb) es similar a FTTN pero la central o armario de comunicaciones está aproximadamente a 300 metros de abonado posteriormente se distribuye en par trenzado o cable coaxial a internet” (Tomkos, 2011).
- “FTTB: (Fiber to the building) la conexión de fibra óptica llega hasta el edificio e internamente se distribuye en acceso internet con cable coaxial o par trenzado” (Tomkos, 2011).
- “FTTH: (Fiber to the Home) la fibra óptica llega hasta el abonado, generalmente es usado en redes PON en la cual el abonado posee una unidad de óptica de red ONU para poder convertir los datos que llegan por medio de luz eléctrica a impulsos eléctricos” (Tomkos, 2011).

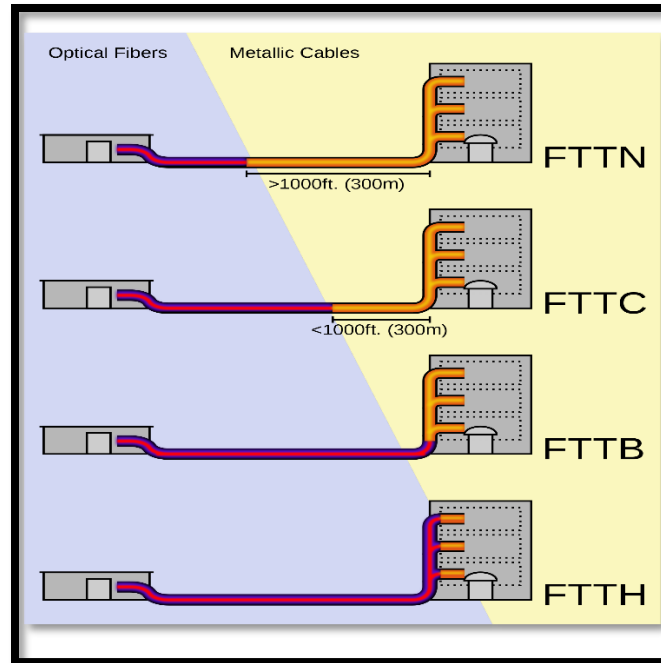


Figura 12. Clasificación de instalaciones de fibra óptica.

Fuentes : Desarrollado por el autor(Tomkos, 2011).

2.4.7 Análisis de las características de los diferentes tipos de fibra óptica

2.4.7.1 ADSS (All Dielectric Self-Supported).-ADSS tiene su propio soporte y son totalmente dieléctricos quiere decir que no pasa energía eléctrica y tienen cable mensajero son utilizados para largas distancias y tiene una gran facilidad de mantenimiento y los costos muy bajos como se muestra en la figura 13.

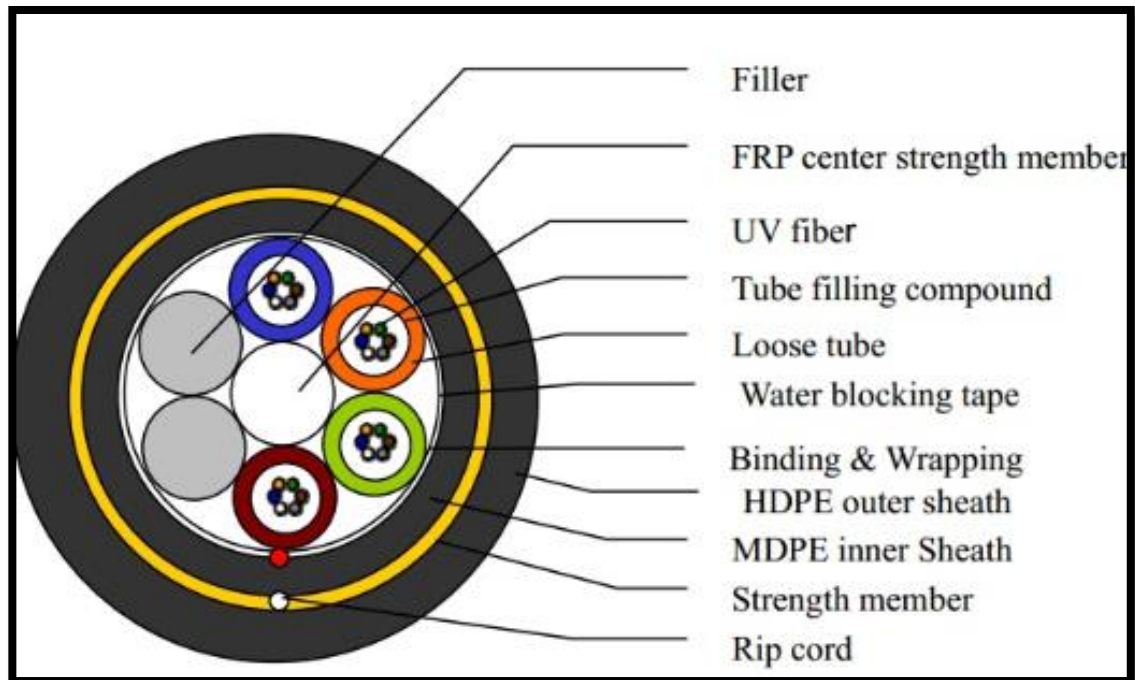


Figura 13. Divisiones de la fibra óptica ADSS.

Fuente: Desarrollado por (Antonio Gaona, 2018).

2.4.7.2 Fibra Óptica OPGW. - La fibra óptica OPGW es el cable de guarda usado en la construcción de líneas de transmisión y distribución eléctrica ya que el cable combina las funciones de tierra y comunicación consta de una estructura tubular con una o más fibras ópticas rodeadas de cables de acero y aluminio como se muestra en la figura 14

El principal de aluminio extruido tiene una buena combinación de aplastamiento y resistencia a la torsión, el tubo central es de forma segura y sencilla se pueden dirigir los cierres sin armadura y tiene fácil acceso a núcleo óptico.

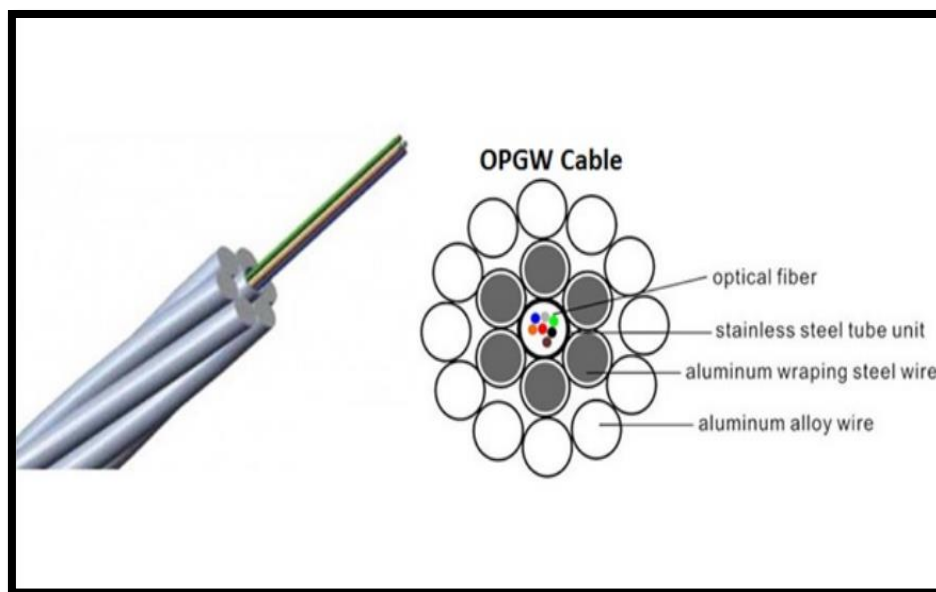


Figura 14. Estructura de cable OPGW.

Fuente: Desarrollado por (Antonio Gaona, 2018).

2.4.8 Estándares de la fibra óptica

La codificación de colores de cableado de fibra óptica y la agrupación se basa en la norma TIA/EIA-598-A, la fibra óptica debe de seguir el siguiente código de colores como se muestra en la tabla 2:

Tabla 2.
Código de colores

FIBRA	COLORES
01	Azul
02	Naranja
03	Verde
04	Marrón
05	Gris
06	Blanco

Fuente. Diseñado por el mismo Autor.

2.4.9 Tipos De Fibra Óptica

Tipo de fibra óptica son agrupadas en diversos conjuntos y consta 4 hilos, 8 hilos, 12 hilos, 24 hilos que a su vez se agrupan en diversos búferes para facilitar el número de hilos el color y también el despliegue masivo las cuales están recubiertos de varias capas de material aislante presta protección mecánica, contra humedad y otros riesgos que puedan existir finalmente en “su exterior poseen una capa protectora alrededor de todo el paquete y están recubiertos de un revestimiento apto para soportar los daños que pueda infligir el entorno y cuya apariencia externa es la de un cable flexible” (Medrano, 2016) fácil de instalar y transportar grandes cantidades de tención la cual dependerá que numero de spam requiere cada cableado.

2.4.10 Según la fabricación

Todos los tipos de fibra óptica son fabricados a base de vidrio y plástico, sus diversidades son:

2.4.10.1 Núcleo y revestimiento de plástico. - Poseen mayor flexibilidad, fáciles de instalar debido a su peso, menos costosas; su desventaja es la atenuación que tienen.

2.4.10.2 Núcleo de vidrio con revestimiento de plástico (PCS). - Tienen atenuaciones bajas, no presentan mayor perturbación cuando está presente radiación.

2.4.10.3 Núcleo de vidrio con revestimiento de vidrio (SCS). - Obtienen mejores características de propagación, cuando se exponen a radiación aumenta su atenuación.

2.4.11 Propagación de la luz

En la Figura 15 se muestra este principio cuando la luz viaja desde el aire hacia el agua “Cuando la luz llega a la superficie del agua con un ángulo de incidencia Theta menor que el

ángulo crítico θ_c , se desplaza dentro del agua, pero cambia de dirección en el límite entre el aire y agua (refracción) Cuando un haz de luz llega a la superficie del agua con un ángulo mayor que el ángulo crítico”(Física, 2017) la luz se refleja en la superficie del agua en cada material tiene diferentes componentes por lo cual la refracción es distinta.

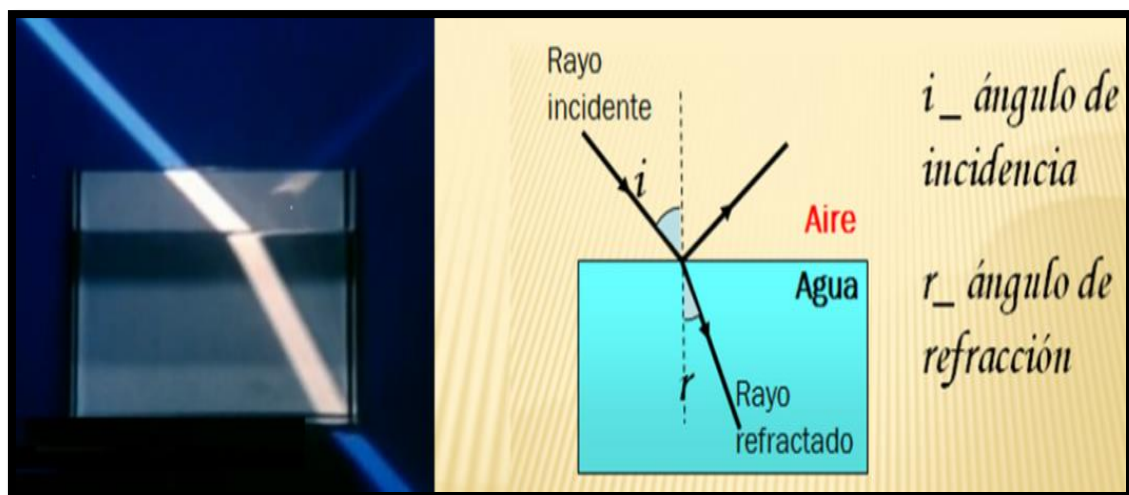


Figura 15. Propagación de la luz.

Fuentes: Desarrollado por (Física, 2017).

2.4.12 Propagación de la luz por medio de la Fibra Óptica

La propagación de la luz en las fibras ópticas depende de dos factores modo de propagación la onda y el perfil de índice los modos de propagación son mono modo y multi modo el índice de perfil se refiere a como se encuentra el índice de refracción en la sección transversal fibra óptica, es decir es la variación de en función al radio del núcleo del cable.

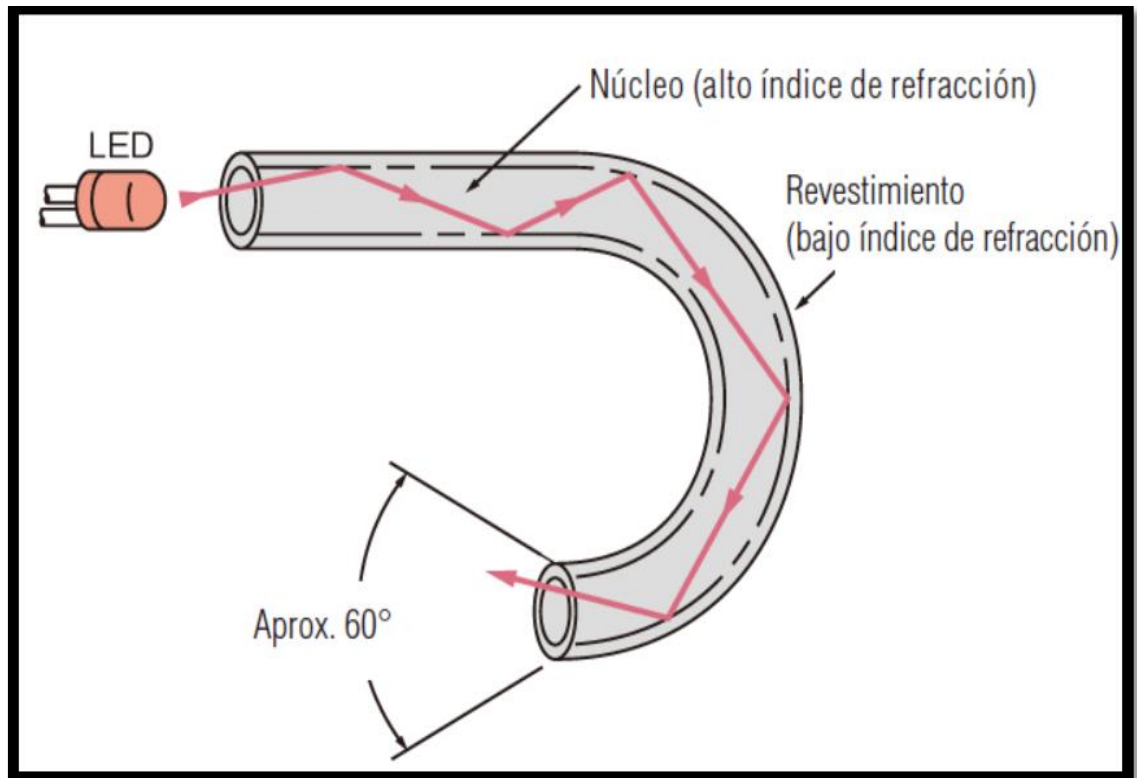


Figura 16. Propagación de luz en fibra óptica

Fuentes: Desarrollado por (keyence ,2017).

En la figura 16 se observa que la fibra óptica consiste de un núcleo y un revestimiento, que presentan diferentes índices de refracción “el haz de luz viaja a través del núcleo rebotando repetidamente en la pared del revestimiento el haz de luz, habiendo pasado a través de la fibra sin ninguna pérdida en la cantidad de luz” (ZAPARDIEL, 2014) se dispersa en un ángulo de aproximadamente 60° y se emite hacia el objeto.

2.4.13 Mono modo

Las fibras ópticas mono modo como se muestra en la figura 16 poseen un diámetro del núcleo muy estrecho, de manera que solo permiten un modo de transmisión poseen una atenuación típica de entre 0,1 dB y 0,4 dB por kilómetro y el núcleo tiene una medición

aproximado de 8 μm entre 10 μm , por lo que requiere un acoplamiento de la luz muy confinado y preciso “Este diámetro tan estrecho causa, además, que el haz se propague siguiendo una trayectoria muy paralela al eje de la fibra por lo que se evita el desfase al final de la transmisión y reduce la dispersión causada” (ZAPARDIEL, 2014).

El elevado ancho de banda de este tipo de fibras, junto con sus bajas pérdidas y su dispersión modal inexistente, la convierten en una fibra idónea para enlaces de larga distancia “No obstante, a menudo requiere de una minuciosa instalación y mantenimiento” (Rincón, 2014) ya que su minúsculo diámetro da lugar a un cono de aceptación sustancialmente menor .

2.4.14 Multi modo

La Fibra óptica multi modo como se muestra en la figura 17 está hecho de fibras de vidrio, con diámetros comunes en el rango de 50 a 100 micrones para el componente de transporte ligero (el tamaño más común es 62.5) es un nuevo cable basado en plástico que promete un rendimiento similar al cable de vidrio en recorridos muy cortos, pero a un costo menor la fibra multi modo le da un alto ancho de banda a altas velocidades en distancias medias las ondas de luz se dispersan en numerosos caminos, o modos, a medida que viajan a través del núcleo del cable, típicamente 850 o 1300 nm los diámetros típicos de núcleo de fibra multi modo son 50, 62,5 y 100 micrómetros “Sin embargo, en tramos de cable largos (más de 3000 pies [914.4 ml]), múltiples trayectorias de luz pueden causar distorsión de la señal en el extremo receptor, lo que resulta en una transmisión de datos poco clara e incompleta” (Telpromadrid, 2017).

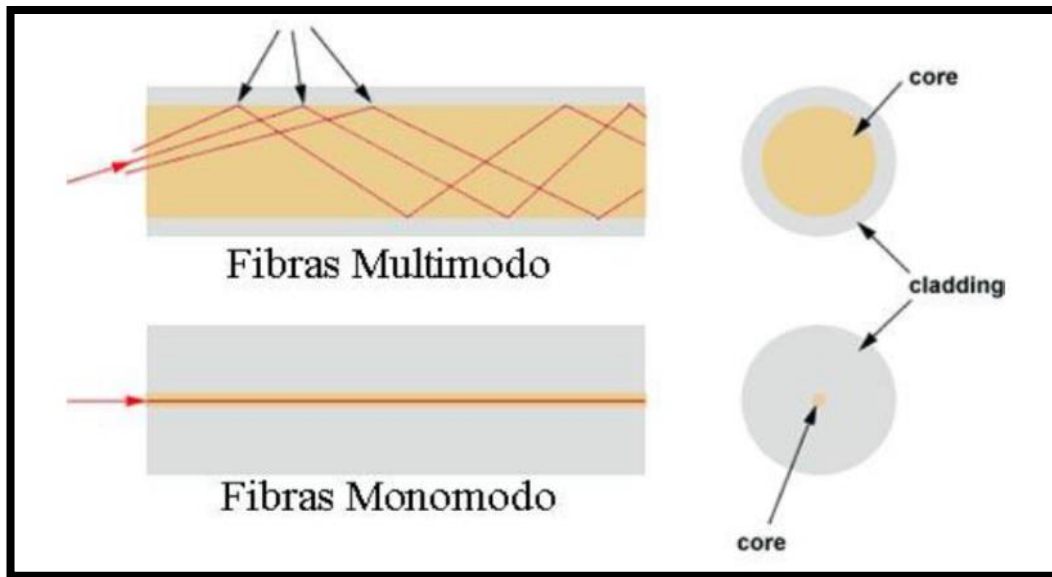


Figura 17. Diferencias entre las Fibras óptica Mono modo y Multi modo.

Fuente :Desarrollado por (Conectoreshoy, 2017).

2.4.15 Pérdida de paquetes por enlaces

La pérdida de transmisión de datos es la baja señal y ocasiona la disminución de la señal óptica o perdida de paquetes, que se le conoce también como atenuación, en la fibra óptica se produce la reducción del ancho de banda y la velocidad de transmisión de datos en todo el sistema de la red óptica por la cual se expresa en decibel (dB) como se muestra en la figura 18.

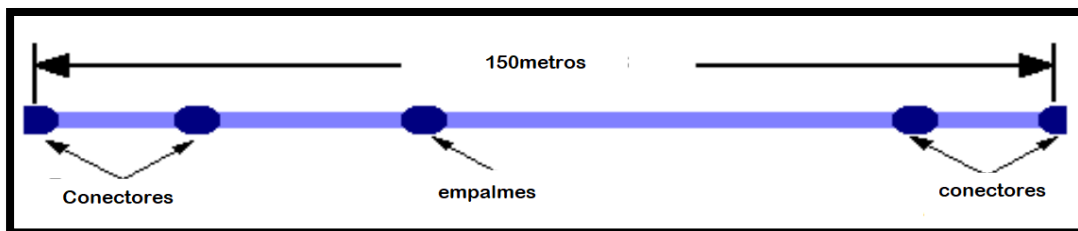


Figura 18. Pérdida de paquetes en el transcurso de instalación.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

La TIA/EIA 568 y el ISO/IEC 11801 establecen la siguiente formula como se muestras en la tabla 3 para determinar los valores límites máximos para cada enlace con la formula atenuación de enlace

OLB= atenuación del enlace=coeficiente de atenuación de cable[Db/KM] x longitud de cable [Km] + (número de conectores x perdida por conector [dB] + (número de empalmes o uniones) x perdida de empalme [Db].

Tabla 3.
TIA/EIA 568 y el ISO/IEC 11801 valores máximo para la instalación.

Tipo de Fibra	Longitud de onda	Coeficiente de atenuación del cable	Pérdida por conector	Pérdida por empalme
62.5/125	850 nm	3.75 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
62.5/125	1300 nm	1.5 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
50/125	850 nm	3.75 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
50/125	1300 nm	1.5 dB/km	0.75 dB	0.3 dB
Monomodo	1310 nm	1.0 dB/km	0.75 dB	0.2 dB

Fuentes: Desarrollado por el autor (Pedro, 2005).

OLB=0,75dB x 4 conectores +0,3dB x 1 empalme +3,75dB /km x 0.15 km =3.68Db

850mm/longitud de onda

De modo que este enlace debería tener una atenuación medida menor a igual a 3.86dB. Las pruebas de fibra óptica mono modo deben hacerse los siguientes requisitos con esta norma ANSI/TIA /EIA-526-7 con la tabla 4 con este método debe hacerse ambos lados tanto transmisión y recepción.

Tabla 4.
ANSI/TIA /EIA-526-7 Fibra óptica mono modo.

Longitud	< = 90 m	91-1000 m	1001-2000 m	2001-5000 m
Atenuación @ 1310 nm	< = 2.0 dB	< = 3.0 dB	< = 3.3 dB	< = 4.7 dB

Fuentes: desarrollado por el (Pedro, 2005).

2.4.15.1 Pérdidas por acoplamiento. - Este tipo de pérdidas se producen en la interconexión de las dos fibras mediante un adaptador puede suceder si la conexión de la fibra no está bien alineada.

2.4.15.2 Pérdidas de la fibra óptica por flexión. - la fibra óptica en curvas cerradas esto crea un ángulo demasiado agudo que parte la luz que ya no se refleja de nuevo en la fibra y se escapa del revestimiento resultando en pérdida de señal la pérdida óptica aumenta a medida que el radio de la fibra disminuye.

2.4.15.3 Pérdidas por transmisión. - En una transmisión de datos por la fibra óptica se produce una disminución de potencia de la onda de luz que se debe a distintos factores como la absorción, dispersión en materiales, dispersión cromática, dispersión modal y radiación

2.4.16 Empalmes y conectores

Dado que la red está compuesta de diferentes tramos, es lógico pensar que hay diferentes tramos de “fibra enlazados entre sí para conformar la red se debe tener en cuenta además que, en muchas ocasiones es necesario practicar divisiones o segregaciones en los cables de fibra óptica, o bien es necesario rectificar alguna rama para realizar un diseño completo de una red de fibra óptica”(Medrano, 2016) sobre todo para dar disponibilidad a una zona nueva o ampliar alguna ya existente como se muestra en la figura 19.



Figura 19. Conectores ópticos

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor

2.4.17 Tipo de conectores

2.4.17.1 Conector FC. - Pérdida de Inserción: Típica: $\leq 0.20\text{dB}$ Máxima: $< 0.50\text{dB}$ Pérdida. de

Retorno: Típica: $\geq 65\text{dB}$ Mínima: $> 60\text{dB}$ receptibilidad: Pérdida de Inserción maso menos 0.1dB en 1000 conexiones vida Operativa y cantidad de calor 0.2dB

Caída, Impacto y Vibración: $\leq 0.10\text{dB}$; Tracción: $\leq 0.20\text{Db}$ para 100N mínima

Normativa: de diseños NTT (CECC86000) como se muestra en la figura 20.



Figura 20 . Conector FC.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

2.4.17.2 Conector LX.- Los únicos conectores estandarizados que poseen el más pequeño factor de forma para alta densidad de conexiones conector tipo push-pull con retención cierre automático en conector y adaptador para protección contra el polvo y seguridad frente a la luz láser apto para alta potencia, con mecanismo desbloqueo integrado alta resistencia mecánica y térmica, de acuerdo con Telcordia GR-326-CORE fácil emparejamiento de conectores simples como se muestra en la figura 21.



Figura 21. Conector LX.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

2.4.17.3 Conector LC.-Pérdida de Inserción: Típica: $\leq 0.20\text{dB}$ Máxima: $< 0.50\text{dB}$ Pérdida de Retorno: Típica: $\geq 5\text{dB}$ Mínima: $> 40\text{dB}$ receptibilidad: Pérdida de Inserción 0.1dB en 1000 conexiones Vida Operativa Estabilidad Térmica: $< 0.2\text{dB}$ en Caída, Impacto y Vibración: $\leq 0.10\text{ dB}$; Tracción: $\leq 0.20\text{dB}$ para 100N mínima Normativa GR326 IEC874 aplicaciones en redes de comunicación de datos, área local y procesamiento de datos como se muestra en la figura 22.



Figura 22. Conector LC

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor

2.4.18 Transmisor de señal óptica

Transmisor de Señales RF (siglas de Radio Frecuencia) cumpliendo esta doble funcionalidad de Emisor y Receptor de esta comunicación, realizando este nexo utilizando como canal de comunicación la Vía módulo Transceiver.

2.4.18.1 Transceiver. -El dispositivo tiene una dualidad de funcionalidades que van en la Recepción de la señal de comunicación como emisor o receptor.



Figura 23. Transmisor óptico Transceiver.

Fuentes: Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

Como se muestras en la figura 23 el Transceiver tiene la posibilidad de emitir una señal en particular, permitiendo la emisión de señales transición (tx) y resección (rx) de la comunicación.

2.4.19 Divisor óptico (mufa)

A lo largo del recorrido de la red la fibra se verá sometida a divisiones, y demás operaciones que hacen uso de empalmes “debido a que es necesario pelar por completo una sección de la fibra para este fin de unir la fibra óptica, el segmento de fibra afectado se vuelve

vulnerable ante tensiones o perturbaciones del exterior”(ZAPARDIEL, 2014)para salvaguardar este inconveniente se instalan cajas de empalme (mufas).

Las cajas de empalme proporcionan un medio de protección contra las inclemencias del entorno al segmento de fibra que contiene las uniones de fibra óptica como se muestra en la figura 24.

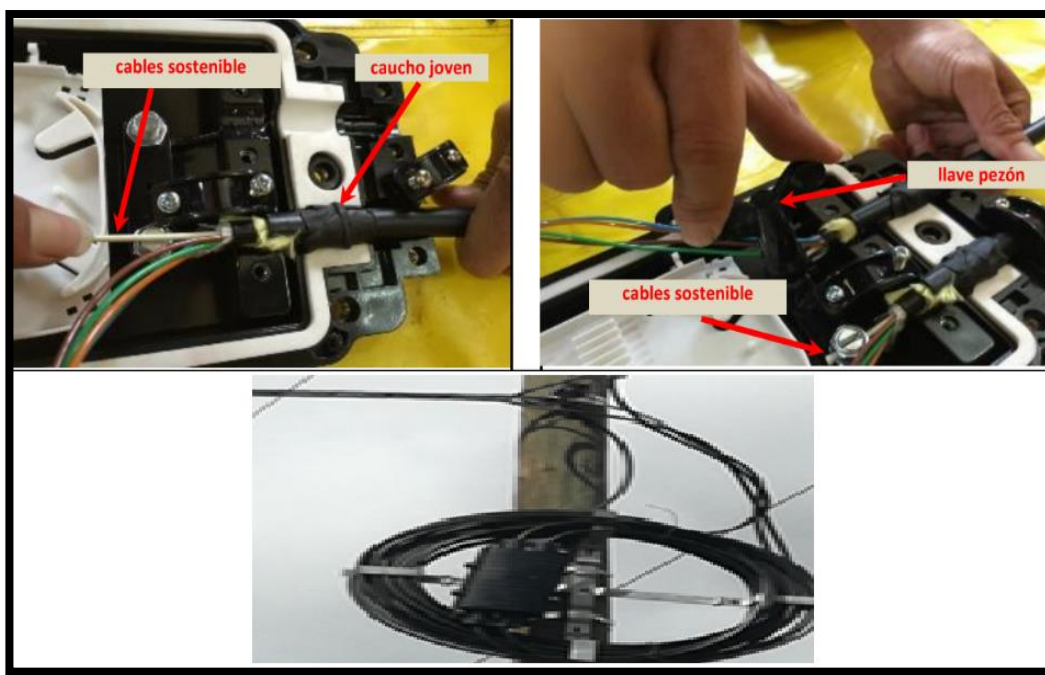


Figura 24. Divisores ópticos y empalme

Fuentes: Fuentes: Desarrollado por el mismo autor

2.4.20 Fusión de fibra óptica

La fusión de fibra óptica a grandes rasgos, consiste en unir dos hilos de fibra óptica para unir una red fusionando los hilos tomando las puntas insertando un termocontraiver para el auto soportable dela fibra fusionada mediante la aplicación de una fuente calorífica que suele estar

compuesta por dos electrodos entre los cuales se produce un arco eléctrico cuando se les aplica una fuente de alta tensión de 4000 a 5000 voltios con corriente controlada la el inmenso calor del arco eléctrico dependerá de la corriente que en cada momento suministre la fuente de alta tensión como se muestra en la figura 25.



Figura 25 Fusión de fibra óptica.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

Los empalmes por fusión se realizan utilizando una máquina a la que se suele denominar como empalmadora fusora o máquina de empalme la succionadora realiza como funciones principales aproximación de las fibras, alineamiento, fusión, cálculo de pérdidas estimadas figura 13 y por último las máquinas disponen de un calefactor integrado que permite

colocar el protector al “empalme empalme < 0.01 DBm De Site a Site (aprox 1Km): < 0.25 DBm” (SUMITOMO, 2018).

2.4.21 OTDR

Es utilizado para estimar la longitud de la fibra, y su atenuación incluyendo pérdidas por empalmes y conectores también puede ser utilizado para detectar fallos, tales como rupturas de la fibra como se muestra en la figura 26.



Figura 26. Medición de hilos con OTDR.

Fuentes: desarrollado por el mismo autor.

Para realizar su función “OTDR inyecta en la fibra bajo análisis una serie de pulsos ópticos también extrae, del mismo extremo de la fibra, luz que ha sido dispersada y reflejada de vuelta desde puntos de la fibra con un cambio en el índice de refracción” (YOKOGAWA, 2018).

2.5 Funcionamiento De La Red De Fibra Óptica

Las redes de fibra óptica son creadas para satisfacer las necesidades actuales de información para comunicaciones a larga distancia que proporcionan conexiones transcontinentales y transoceánicas, a la vez existen en la actualidad las redes de área local, los cuales se conectan a una serie de abonados locales con equipos informáticos, este sistema aumenta el rendimiento de los equipos y permite fácilmente la incorporación a la red de nuevos usuarios.

2.5.1 Red troncal

Es el medio de comunicación con alta tecnología y fiabilidad en transmisión de datos informáticos el objetivo es prevenir incidentes en la red troncal también conocido como backbone es la columna vertebral para el intercambio de información entre nodos en la Figura 4 se observa cuatro nodos DWDM función será para formar otro anillo para los diferentes accesos y están enlazadas en forma de anillo, es decir forman un círculo entre ellas la topología de anillo doble es igual a la topología de anillo, con la diferencia de que hay un segundo anillo redundante que conecta los mismos dispositivos en otras palabras para quien dice es (INFROMTICA, 2011) “incrementar la fiabilidad y flexibilidad de la red, cada dispositivo de red forma parte de dos topologías de anillo independiente la topología de anillo doble actúa como si fueran dos anillos independientes” de los cuales se usa solamente uno por vez en lugar de un anillo, hay dos para aumentar la fiabilidad de la red.

2.5.2 Topología de red FTTH

Las redes de punto a punto son aquellas redes en la cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos a nodos son redes dedicadas como se muestra en la figura 27.

2.5.2.1 Punto a Punto

- Tener un punto de principal de y tener hijos designados para cada usuario final
- Tener varios puntos de acceso para dar a poder cubrir toda la zona
- Tener varios puertos disponibles para cada usuario
- se puede instalar en calles postes de alumbrado públicos sin causar daños
- permite hacer mantenimientos respectivos sin causar danos a otros usuarios
- permite hacer mediciones a usuarios sin dañar la red con el OTDR

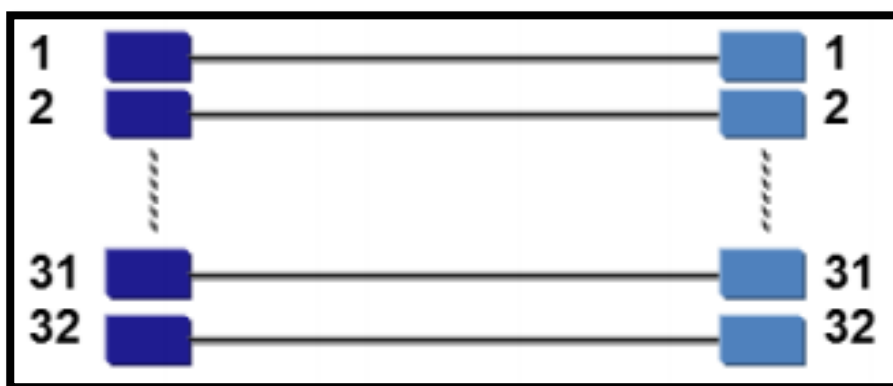


Figura 27. Topología punto a punto.

Fuentes: Diseñado por el autor propio.

2.5.2.2 Punto a Multipunto

Unos o dos hilos de fibra óptica se pueden dividir en varios hilos para diferentes usuarios finales muestra en la Figura 28.

- Se puede instalar en diferentes partes como postes de alumbrado público.
- Tiene menor pérdida por colocación de empalmes y fusiones.
- Esta topología es dedicada desde el router hasta el ODF.
- El primer día de la instalación de debe instalar todos los divisores ópticos.
- Los manteamientos de la instalación tanto por fallas se deben realizar solo en las noches sin perjudicar a los varios usuarios finales.

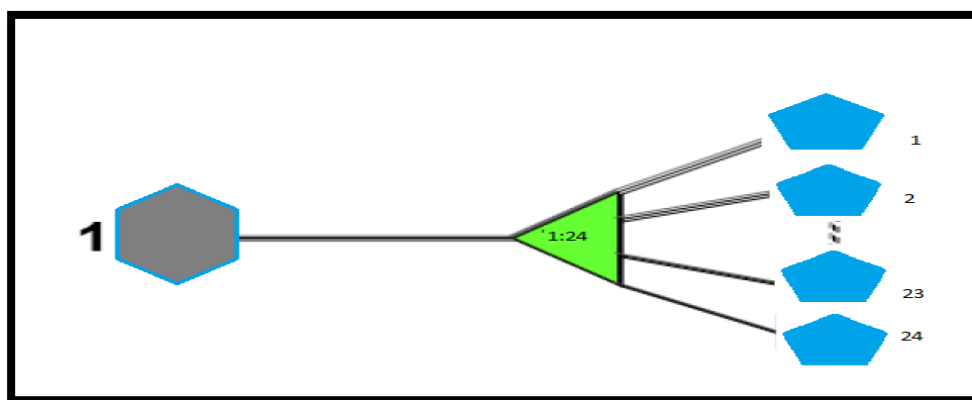


Figura 28. Punto- Multi Punto.

Fuentes: Diseñado por el autor propio.

2.5.3 Red pasiva

La red pasiva es una red donde se observa dos tipos de topología de redes punto a punto y punto a multipunto como se muestra en la figura 29.

- Un cable de fibra óptica, todos los hilos tienen su propio láser en el punto de y una fibra usuario final.
- Permiten agregado según crecimiento de la demanda.
- Los conectores permiten desconectar al abonado en falla y hacer mediciones OTDR desde punto de acceso así el usuario.
- Red dedicada entre el ODF y el punto de acceso.

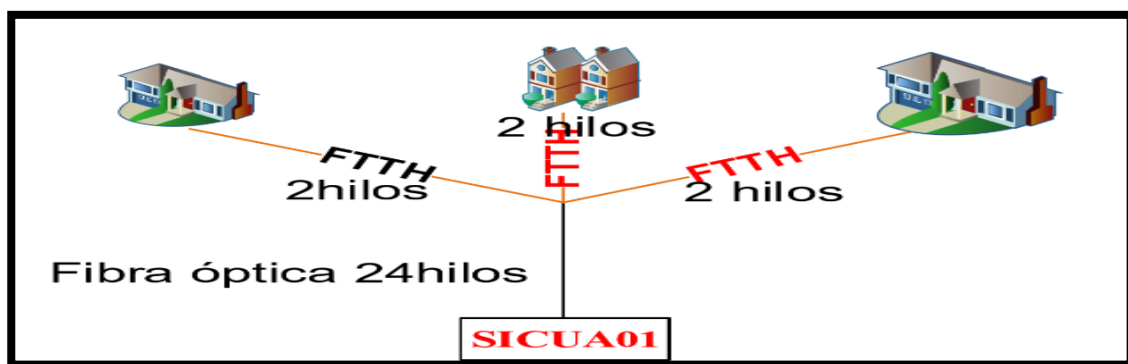


Figura 29. Divisor pasivo.

Fuentes: Diseñado por el autor propio.

2.5.4 Sistemas de conmutación para protección de redundancia

Con el fin de asegurar la continuidad del servicio por posibles fallas en la red de acceso o equipos activos el estándar ITU G984 recomienda una serie de configuraciones que aseguren el acceso continuo sin fallas en nuestra red como se muestra en la figura 30.

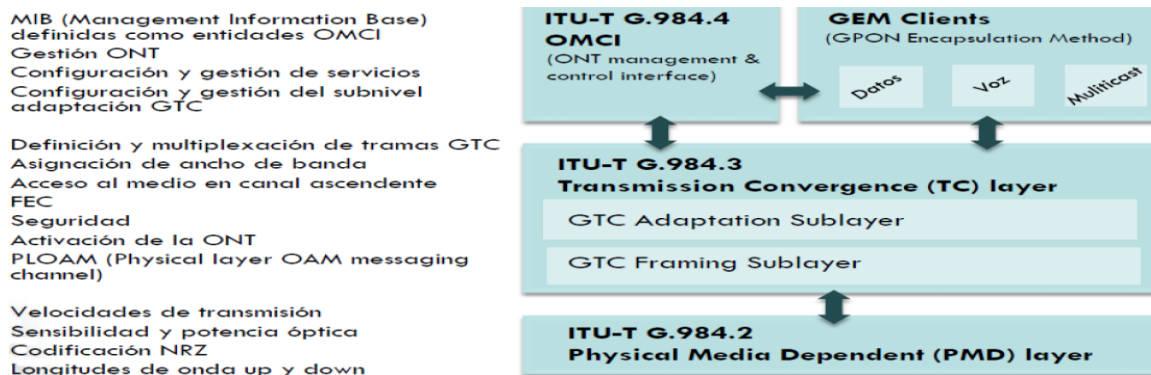


Figura 30. Certificación de redes GPON, normativa ITU G.984.x.

Fuentes: Desarrollado por el autor (GARCÍA, 2012).

2.5.5 Recomendaciones de velocidad de puerto Gpon ITU-T-G.984.2

La velocidad por puerto según el estándar ITU-TG.984-2 es de 2.4Gbps de bajada y 1.2Gbps de subida la misma que conforme se vaya distribuyendo usando splitter estará disminuyendo como se muestra en la siguiente tabla 5.

Tabla 5.
Velocidad de puerto gpon ITU-T-G.984.2

Nivel de Split	Velocidad Bajada	Velocidad Subida
	- 2.4 Gbps	1.2Gbps
01:02	1200 Mbps	600 Mbps
01:04	600 Mbps	300 Mbps
01:08	300 Mbps	150 Mbps
01:16	150 Mbps	75 Mbps
01:32	75 Mbps	37.5 Mbps
1:64	37.5 Mbps	18.5 Mbps

Fuentes: Desarrollado (unit, 2017).

2.5.5.1 División óptica y pérdida de inserción.

Tabla 6.
Atenuaciones por división

División óptica	Atenuación	Estándar
01:02	-3.01 dB	ITU G984.2
01:04	-6.02 dB	ITU G984.2
01:08	-9.03 dB	ITU G984.2
01:16	-12.04 dB	ITU G984.2
01:32	-15.04 dB	ITU G984.2
1:64	-18.07 dB	ITU G984.2
1:128	-21.08 dB	ITU G984.2

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

Tabla 7.
Normas de cableado FTTH ITU-T-G.984.2

Descripción	Valor	Estándar
Máximo alcance	lógico <= 60km	ITU G984.1
Alcance máximo físico	<= 10km (distancia máxima conexión de ONU nivel de spplit alto); <=20km nivel de spplit bajo	ITU G984.1
Distancia diferencial de fibra	<=20km	ITU G984.1
Retardo medio de transferencia de señal	<= 1.5ms	ITU G984.1
Nivel de spplit máximo	1:64	ITU G984.1
DWN & UP Line Code	PCM, tipo NRZ	ITU G984.2
Nivel de lógica óptica	Nivel de energía alta = "1" Nivel de energía baja = "0"	ITU G984.2
Rango de Atenuación	Clase A: 5 a 20 dB Clase B: 10 a 25 dB Clase C: 15 a 30 dB	ITU G984.2
Relación de pérdida	$Ex = 10 \log A / B > 10 \text{ dB}$ A = PWR medio en el centro de un 1 B = PWR medio en el centro de un 0	ITU G984.2
VER	$\leq (10)$	ITU G984.2

Fuentes: Desarrollo por el mismo autor.

2.5.6 Red pasiva.

2.5.6.1 Terminal de línea óptica (OLT).– Son elementos pasivos (no requieren alimentación eléctrica) Esto implica que la OLT necesita un mecanismo que le permita identificar a cada uno de los usuarios que tiene conectados a una misma fibra es un equipo de concentración, conmutación y enrutamiento de todo el tráfico agregado de la red FTTH los parámetros a considerar en el diseño para la OLT según la recomendación ITU G984 versión como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8.
Parámetros en el diseño para la olt

Descripción	Valor	Estándar
Potencia de Lanzamiento Media min	1.5 dBm	ITU G984.2
Potencia de Lanzamiento Media Max	5.0 dBm	ITU G984.2
Sensibilidad Mínima	-28.0 dBm	ITU G984.2

Fuente: Desarrollado por el mismo autor.

2.5.6.2 Unidad de red óptica ONU. - Equipo receptor o emisor de servicios de usuario, dispositivo óptico activo con el nombre más conocido llamado también Gateway residencial en referencia a la nomenclatura y los parámetros a considerar en el diseño para la ONU según la recomendación ITU G984 versión uno es como sigue como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9.
Parámetros en el diseño para la ONU

Descripción	Valor	Estándar
Potencia de Lanzamiento Media min	0.5 dBm	ITU G984.2
Potencia de Lanzamiento Media Max	5.0 dBm	ITU G984.2
Sensibilidad Mínima	-27.0 dBm	ITU G984.2

Fuente: Desarrollado por el mismo autor.

2.5.7 Aplicaciones Ventajas y Desventajas de fibra óptica

La aplicación más importante de la fibra óptica es en las telecomunicaciones por sus altas prestaciones en la transmisión de datos mediante los cables ópticos los que pueden ser de vidrio, o cuarzo “en la actualidad representa el medio más fiable para la transmisión de datos a elevadas tasas de información las redes existentes son globales, porque abarcan comunidad, distritos y regiones” (Gumiel, 2017).

Ventajas

- La facilidad de instalación.
- Velocidad de datos y voz.
- Señal directa de un nodo a usuario final.
- Capacidad de ancho de banda.
- Es delgado y flexible es mucho más ligero y ocupa menos espacio.
- Las 24 horas del día no presenta congestión alguna.
- Videos y datos en tiempo real.

- Seguridad de información.

Desventajas

- Los costos de instalación son muy altas.
- Solo las empresas con mayor recurso podrán adquirir.
- la fibra óptica facilidad a quebrarse.
- personal totalmente calificado en el área de instalación y manteniendo de la red.

2.5.8 Normas para el Tendido de una Red de Fibra Óptica

Las normas y recomendaciones pertinentes tienen el objetivo fundamental de mantener un estándar y garantizar la convergencia de nuevas tecnologías insertadas.

2.5.8.1 Recomendaciones UIT – Ministerio de Transportes y Comunicaciones. - Resolución ministerial N°368-2011 mtc/03 lunes 30 de mayo como esta en la figura 31.

Características técnicas específicas según la instalación del cable de fibra óptica

El cable de fibra óptica del tipo Monomodo con Dispersión No Nula para el Transporte Óptico de Banda Ancha (en adelante cable de fibra óptica UIT-T G.656), según la infraestructura de soporte a utilizar, podrá ser instalado a través de tendido aéreo o subterráneo.

En ese sentido, resulta necesario considerar las características particulares del medio de infraestructura de soporte a emplear, para el diseño del cable y para la instalación del mismo, a fin de no reducir la vida útil previsible de las fibras.

Para aplicaciones aéreas

En el caso de líneas aéreas en redes de energía eléctrica de Alta Tensión, se podrá utilizar el cable de fibra óptica UIT-T G.656 de tecnología OPGW (Optical Fibre Ground Wire Cable – Cable de Fibra Óptica de Hilo de Guarda), dado que la tecnología OPGW está especialmente concebida para instalaciones en líneas de Alta Tensión conforme refiere la Recomendación UIT-T L.34: "Instalación de cables de fibra óptica de hilo de guarda", ofreciendo ventajas tales como:

- i) utilizar el hilo de guarda para fines de telecomunicaciones,
- ii) posee protección de las fibras contra el exceso de temperatura cuando se producen altas densidades de corriente en el cable, y
- iii) mayor resistencia a la tracción.

Entre las principales características a tener en cuenta para la instalación de cables de fibra óptica UIT-T G.656 de tecnología OPGW, según se desprende de la Recomendación UIT-T L.34, se tienen:

- a. Determinar la tensión máxima y el proyecto de instalación que debe soportar el cable de fibra óptica, para lo cual se requiere conocer los siguientes factores:
 - Corriente máxima de cortocircuito a través del cable.
 - Tiempo de desconexión de un cortocircuito a tierra.
 - Flecha de los conductores de fase.
 - Vanos.
 - Posiciones relativas de los postes.
 - Velocidad máxima del viento.
 - Carga máxima de hielo.

Figura 31. *Especificaciones técnicas para el tendido de fibra óptica.*

Fuentes: Desarrollado por el (MTC, 2010).

2.5.9 Proceso para la instalación de fibra óptica en la zona

Para realizar las acciones preventivas de prevenir robos, cortes y/o daños a la infraestructura deben hacer el uso adecuado de los materiales y demás suministros de seguridad, los cuales sirvan para la protección de la infraestructura. Cualquier anomalía o inconveniente que represente un riesgo tanto para la infraestructura, seguridad y/o funcionamiento de la red.

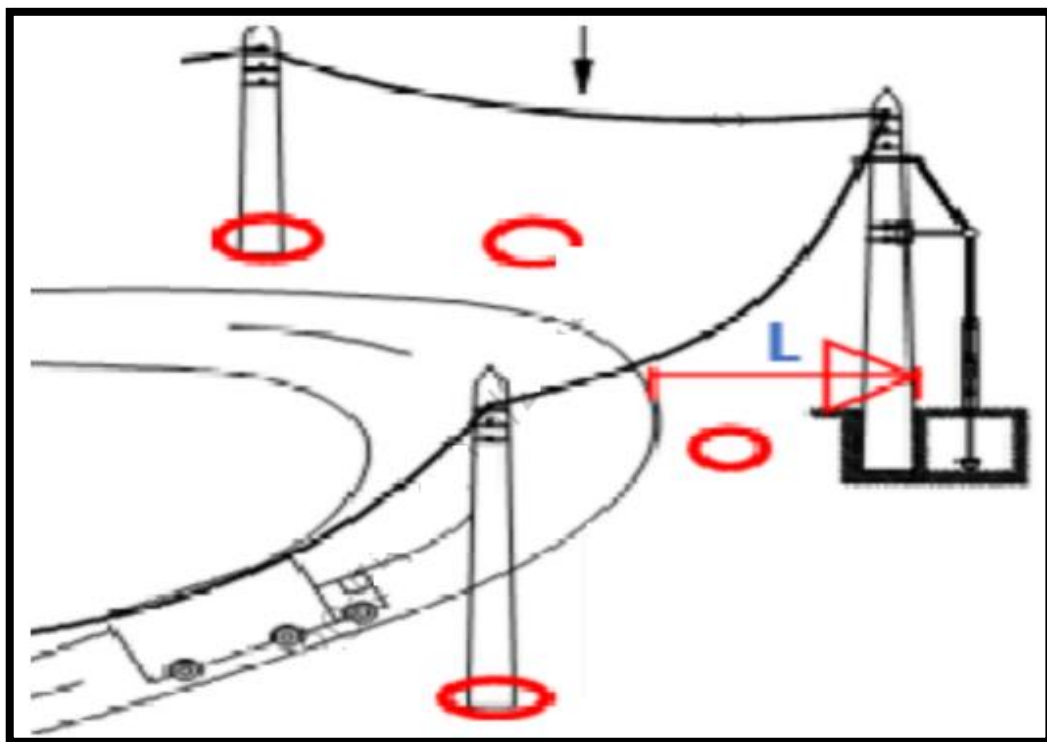
2.5.9.1 Estado de los postes. - Los Postes deben ser plantados en posición vertical, (ángulo ≤ 5 grados) y construir bloques de concreto dependiendo de la zona como se muestras en la Figura 32.



Figura 32. Instalación de postes y fibra óptica.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

2.5.9.2 Curvas en las carreteras. - Mantener la distancia: $L \geq 2\text{mts}$ (Entre el Poste y la Carretera), para evitar daños al poste y al cable de fibra por choque de vehículos y camiones de carga como se muestran en la Figura 33.



*Figura 33.*Radio de la curvatura de la fibra óptica.

Fuentes: Desarrollado por (Viettel Perú ,2015).

El radio de la curvatura del cable debe de ser mayor a 30 cm la curva debe de tener forma de monte, sin cruzarse entre ellas si hay cambio de dirección en alguna ruta, $R > 30^\circ$ se utilizara el Preformado en la Figura 34 se muestra el cableado estructurado en la zona

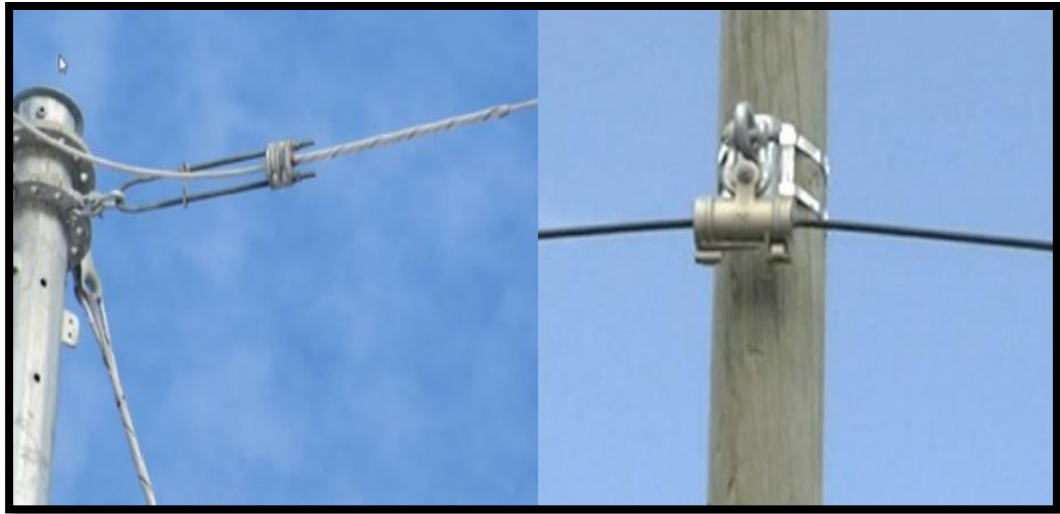


Figura 34. Cableado estructurado.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

2.5.9.3 Normas de cableado estructurado. -Para seguir la instalación de la fibra óptica tenemos que seguir una serie de pasos para no causar más atenuaciones o pérdida de paquete en nuestra red como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10.

Normas de cableado estructurado

UBICACIÓN	MÍNIMO (m)
· Cruces de las carreteras, Cruce de ferrovías, estacionamientos, obstáculos	7,5
· En carretera de mayor tránsito, el cruce entre 02 postes, altura mayor a 7.5m.	
· En garajes altura mayor a 7.5m	
· En entradas de lugares de trabajos mecánicos, trabajos en madera, puertas de fábrica.	
· En zonas de dunas la altura mayor a 7.5m.	
· Áreas de materiales de construcción.	
· En lugares en construcción	7,5
· En entradas de restaurantes, locales de vehículos largos, gasolineras, paradas de coches.	
· En lugares de carreteras temporales, en bosques, pequeñas zonas residenciales	
A lo largo de la autopista, calles de la ciudad.	6,5

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

2.5.9.4 Normas de Cableado estructurado en líneas eléctricas. - una vez instalado en los postes de alumbrado público tenemos que seguir una serie de paso o normas para no causar rupturas o cortes por parte de electro sur este como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11.
Cableado estructurado con líneas eléctricas

TIPO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS	Minino (m)
Líneas de Alta tensión: 35KV – 220KV	3
Líneas de Alta tensión: 22KV – 35KV	2,4
Líneas de Media tensión: 2,3KV – 22KV	1,8
Líneas de Media tensión: 220V – 2,3KV	1,2
Líneas de baja tensión :< 220V	0,6

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

2.6 Modalidad de diseño de una Red Mediante Fibra Óptica

2.6.1 Medio de transmisión

La fibra óptica es un medio de transmisión, es la parte física en donde el emisor y receptor pueden comunicarse mediante un protocolo de datos, además el tipo de medio determina la calidad de la transmisión, desde este punto de vista la fibra óptica es el soporte físico por excelencia que ofrece poseer las mejores comunicaciones.

2.6.2 Importancia de las redes de fibra óptica en el Perú

Debido a su gran importancia se viene impulsando el desarrollo de Programas Nacionales de Banda Ancha como política de Estado, a nivel internacional de esta manera se fomenta las inversiones a través de la inclusión de facilidades para el despliegue de backbones de la fibra óptica en la construcción de carreteras, líneas eléctricas y para el despliegue de

esta infraestructura se requerirá de grandes obras civiles que pueden ser aprovechadas para el despliegue simultáneo de fibra óptica.

Gracias al plan nacional para el desarrollo de la banda ancha en el Perú se ha establecido como política nacional de obligatorio cumplimiento que nuestro país cuente con una red dorsal de fibra óptica y se “ dispuso la obligación de instalar la fibra óptica o ductos en los nuevos proyectos de infraestructura de redes de transmisión eléctrica, gaseoductos y carreteras (Decreto Supremo N° 034-2010-MTC)”(MTC, 2010).

2.6.2.1 Redes terrestres. - Son las redes que atraviesan un continente, países y ciudades o regiones las que colindan en sus fronteras y pueden ser de infraestructura aérea o canalizada. Un importante enlace para el Ecuador es el cable trasandino que atraviesa los países de la “cordillera de Los Andes, la salida al norte se da en la frontera con Colombia en las localidades de Tulcán e Ipiales, en cambio al sur con Perú en Huaquillas y Tumbes” (Cuenca, 2011).

2.6.2.2 Redes submarinas. - las telecomunicaciones mundiales su característica de atravesar los océanos uniendo los países del mundo también conocida como fibras submarinas se estiman que ahora en la actualidad que aportan con el 80% del tráfico de telecomunicaciones en el mundo y cubren a todo el globo con miles de kilómetros desplegados por el fondo de los mares y océanos, llegando a las costas de los países como se muestra en la figura 35.

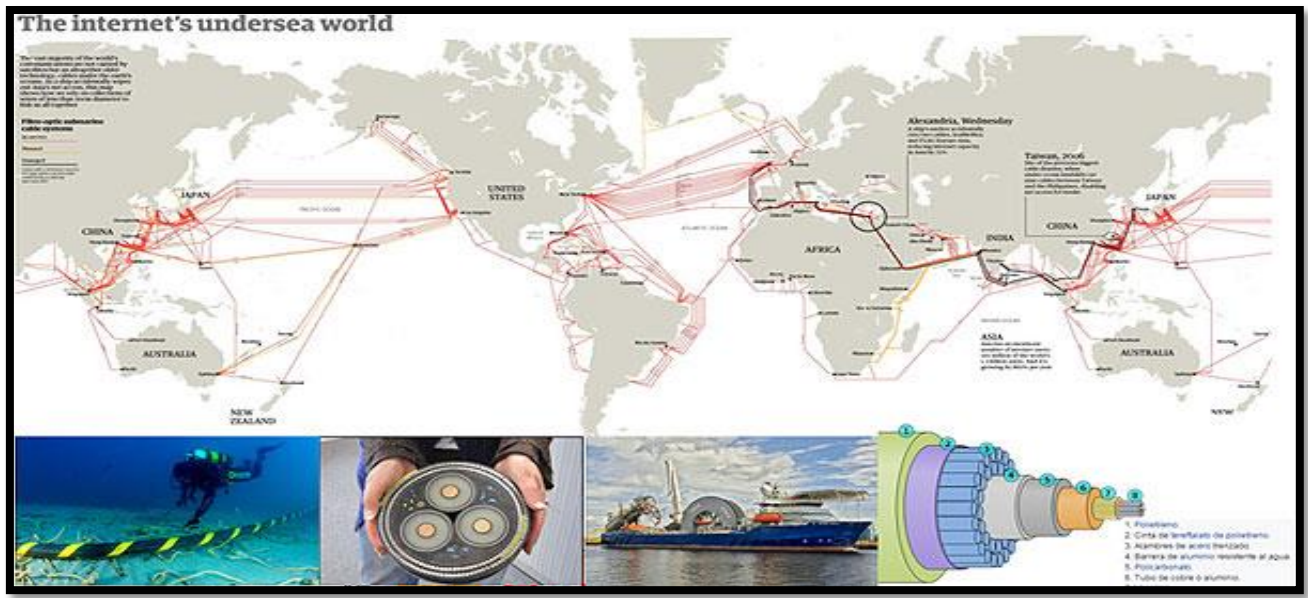


Figura 35. Redes submarinas.

Fuentes: Desarrollado por (Juan, 2018).

2.6.3 Redes de cables submarinos

Lo más importante para el Perú en la transmisión de datos a través de fibra óptica que abarca la costa oeste de Sudamérica atravesando a Centroamérica y llegando a América Central como en la Figura 36 como se muestra.



Figura 36. Redes submarinas en el Perú.

Fuentes: Desarrollado por (Network, 2018).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

Para desarrollar este proyecto de tesis se requiere las siguientes herramientas para el desarrollo de la investigación Laptop ASUS Disco duro 1 TB, memoria RAM 12 Gb, procesador i7 2.60GHz, pantalla 15" Computador donde se pueda diseñar la ruta y tener un registro y control de mi proyecto de tesis, el programa vicio sirve para diseñar las rutas por donde se realizan las redes y mejorar gráficos de mi red, google Heard es una gran ayuda para analizar que rutas debo seguir dentro de mi red DWDM y FTTH, C7 GPS Datos nos sirve para sacar coordenadas de puntos de acceso y postes por donde pasara la fibra óptica y el usuario final, Excel es para tener registrados mi datos y coordenadas.

3.2 Metodología

La metodología para el desarrollo de esta tesis será la siguiente como se muestra en la figura 37.

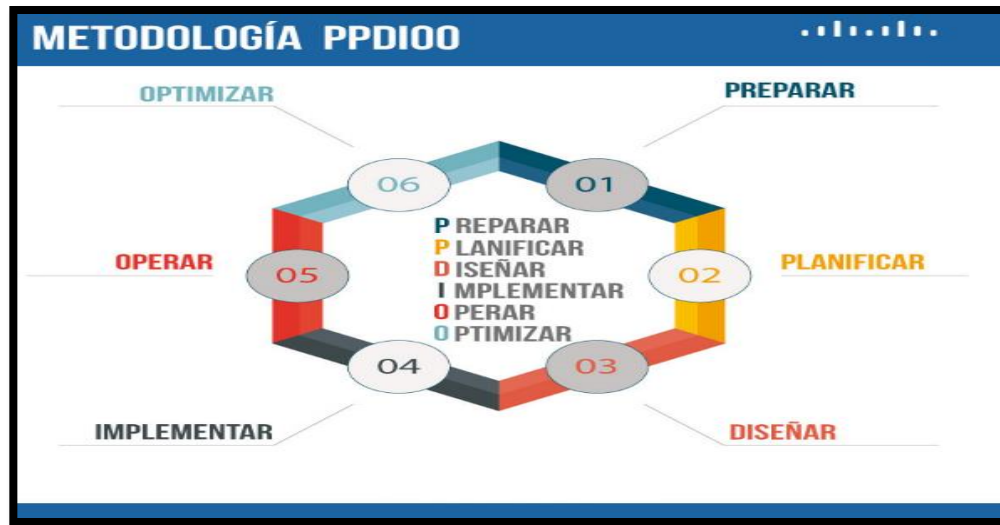


Figura 37. Metodología PPDIO.

Fuente: Desarrollado por el (Cisco, 2017).

La metodología PPDIOO se desarrolla en primera fase, preparación en esta fase es para establecer una justificación donde se identificara la muestra de la investigación, identificar de la tecnología que soportara segunda fase Planificación: es para desarrollar cronograma de actividades del proyecto donde se realizará el diagrama de red y la tercera fase Diseño donde desarrollaremos un diseño detallado que comprenda requerimientos técnicos y obtenidos de fases anteriores donde tenemos plan de proyectos luego pasaremos a la implantación en cada implementación debe incluir una descripción o guía del proyecto detallado y el tiempo estimado y la fase de operación en esta fase se dará un mantenimiento adecuado a la red implantada como control de tráfico y configuraciones en la fase de optimización una vez concluida el proyecto se deberá mejorar constantemente la red para que no suceda más incidentes dentro de la red instalada.

3.3 Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación, responde a la modalidad de investigación y experimental y tiene un enfoque cualitativo, porque describe las características y bondades como el diseño de la red DWDM para el mejoramiento del sistema de red troncal en anillos dobles para la tecnología FTTH del estándar PON red pasiva , punto a punto en estudio con el que se pretende solucionar el problema de acceso y para mejorar la infraestructura de la red de acceso a instituciones públicas de distrito de Sicuani

3.3.1 Diagrama de flujo

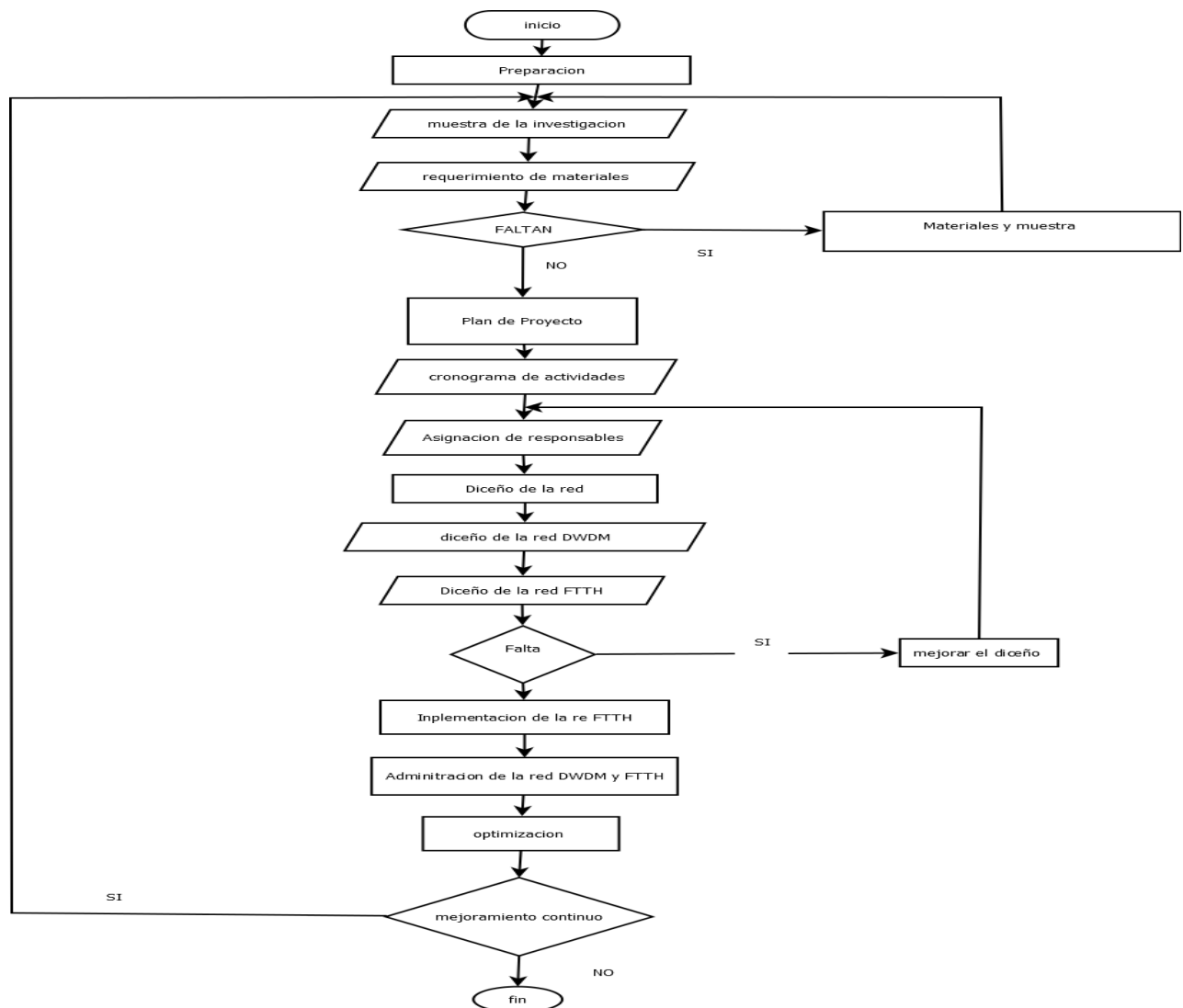


Figura 38. Diagrama de flujo.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

El diagrama de flujo se muestra la representación gráfica de las etapas de mi proyecto y sus interacciones para facilitar la comprensión como se muestra en la figura 38 una vez iniciado el proyecto que es el diseño de red DWDM y la implementación del sistema FTTH.

3.3.2 Población.

Para el proyecto de investigación el diseño de la red DWDM es para la implementación de FTTH que requieran una buena velocidad de internet dedicado, se toma como población el distrito de Sicuani, para la institución educativa inmaculada concepción que tiene planificado desplegar su red de acceso en dicha institución.

3.3.3 Muestra.

Muestra utilizada para el presente trabajo de investigación es del tipo no probabilístico donde el área de investigación se tomó por facilidad y apoyo dela institución educativa, proximidad de acceso de información.

3.3.4 Ubicación.

Este proyecto de investigación se encuentra en el departamento de cusco distrito de Sicuani demarcado por las cuadras: Av. Centenario, Av. Arequipa como se muestra a continuación.

3.3.5 Requerimientos de materiales para la instalación

Tabla 12.

Requerimiento de materiales

MATERIALES DE PROYECTO DE TESIS				
Fibra optica 24 hilos -carreta		1	2.000,0	2.000,0
Fibra optica 4 hilos ftth-carreta		1	1.000,0	1.000,0
Router ZTER10 5829E-FI		1	1.500,0	1.500,0
transceiver 10KM fibra optica		2	150,0	300,0
ODF-24 HILOS		1	75,0	75,0
ODF-4 HILOS		1	20,0	20,0
Mufas 24 hilos		1	15,0	15,0
pictesles fibra óptica		12	2,0	24,0
conectores		12	0,5	6,0
termocontraiver		12	0,2	2,4
patchcord fc-lc		12	7,0	84,0
Media converter		2	38,0	76,0
tp-link de banda ancha 3G/4G Wireless N router		2	98,0	196,0
RJT45		12	0,5	6,0
cable UTP		20	0,7	14,0
Celulares sistema operativo androi		0	-	-
computadoras y laptops windows 7 /10		1	1.200,0	1.200,0
postes de 8 metos		1	3,0	3,0
crusetas		1	20,0	20,0
preformados		20	12,0	240,0
cinta bandy		1	50,0	50,0
hebillas		25	0,3	7,5
pasantes		5	3,5	17,5
canaletas		10	1,5	15,0
cintilos		2	2,0	4,0

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

El requerimiento de materiales será instalado en la institución educativa immaculada concepción en la cual se identificaron varios materiales para el desarrollo como se muestra en la tabla 12.

3.4 Cronograma de actividades

El cronograma de actividades donde daremos fechas para trabajar juntos con la metodología PPDIO de la presente investigación como se muestra en la figura 13 en es el siguiente:

Tabla 13.
Cronograma de actividades

El cronograma de actividades de la presente investigación es el siguiente en el distrito de sicuani:															
abril				mayo				junio				julio			
Nombre de tarea	1s	2s	3s	4s	1s	2s	3s	4s	1s	2s	3s	4s	1s	2s	3s
FASE 1: Preparar															
Identificación del problema en el distrito de sicuani region cusco															
Identificar materiales de tecnología para el diceño de la red DWDM															
Identificar materiales para la instacion de FTTH															
Inventario															
FASE 2: Planificar															
Documentacion de para los puntos de accesos de la red															
Documentacion de la red troncal DWDM															
Planos de la transmicion de la red troncal zona sur															
Planos de la zona y departamentos															
Planos de los punto de accesos en el distrito de sicuani															
Documentacion direccion y control															
Elaboracion de alcance															
Elaboracion del plan de actividades															
FASE 3: Diseñar															
Diceñar la red dwdm															
diceñar la red FTTH															
FASE 4: Implementar															
instalacion de quipos en la isntitucion educativa imanculada concepcion															
Instalcion de fibra ftth															
FASE 4: operación															
pruebas de red															
resutados obtenidos															
monitoreo de la red															

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

3.5 Diseño de la red DWDM

La disponibilidad de Internet en cada región es una de las necesidades más importantes para fomentar el desarrollo ya que además de proporcionar entretenimiento tener acceso a Internet en alta velocidad garantiza un gran impulso económico y educativo para todos los estratos sociales de la población como está diseñado trazando una ruta es “2769 km” (Michelin, 2016) que recorrerá por todo sur siguiendo carreteras seguras sin causar daños a la fibra óptica como se muestra en la figura 39.

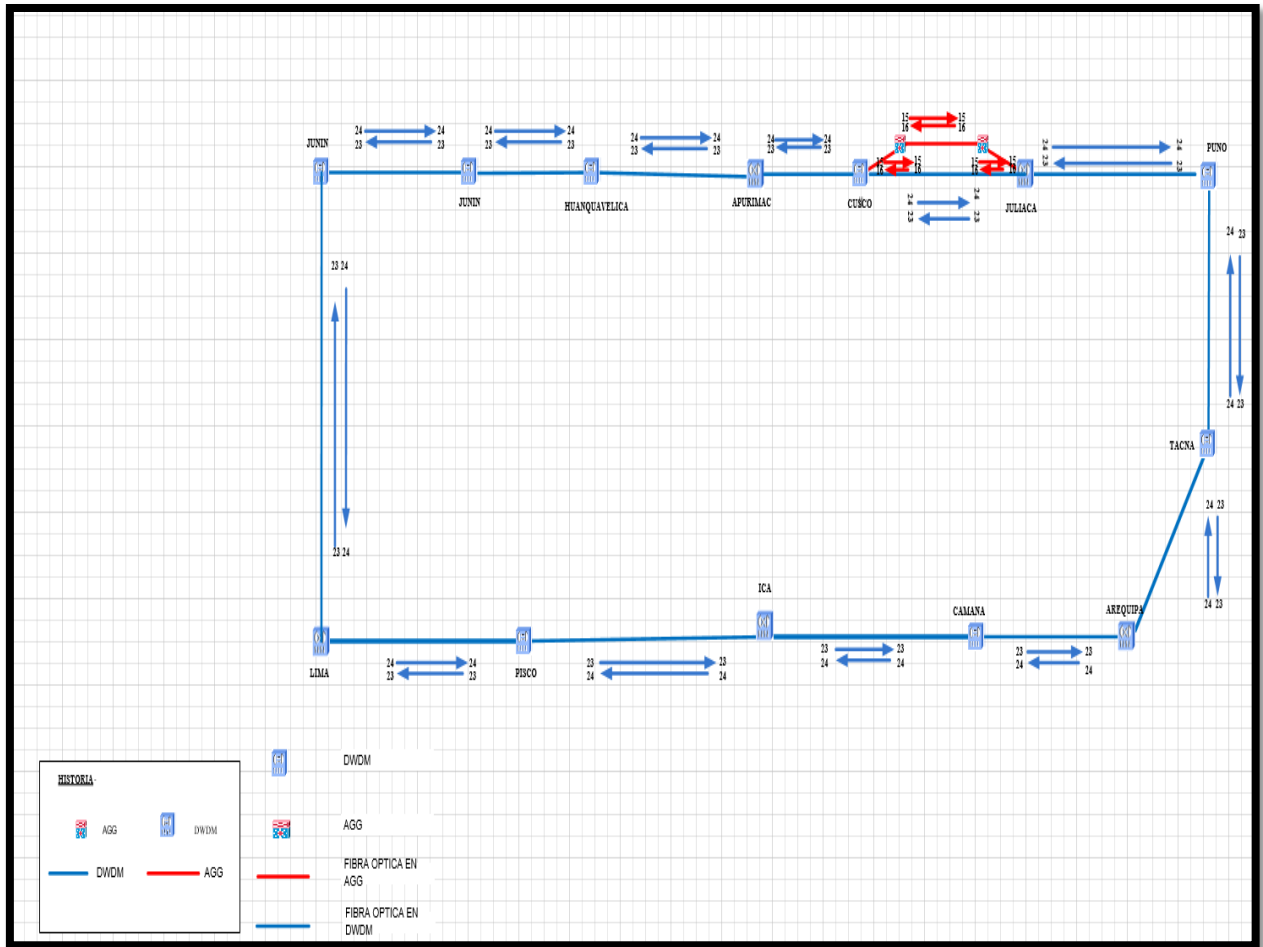


Figura 39. Diseño red DWDM en el Perú

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor

Llega al Perú la fibra óptica es una tendencia para estructurar la red a nivel nacional para poder fortalecer la comunicaciones en todo el territorio Peruano llegando a muchos departamentos y provincias las DWDM se encontrara en departamentos bien distribuidos y trabajaran con los hilos 23,24 y los AGG y trabajaran con los hilos 15,16 fibra óptica como se muestra en la figura 32 y poder comunicarse con la tecnología del siglo XXI la cual es un avance importante para la zona rural se está diseñando una red de anillos dobles para DWDM eso ayudara a mejorar más la trasmisión de datos sean más eficientes y para que no caiga la red

poder mejorar más los servicios que ofrece la empresa en telecomunicaciones y que tenga más acogida en las zonas de que es Cusco.



Figura 40. Diseño dela red DWDM y el recorrido dela fibra óptica en todo el Perú.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

Como podemos observamos en la Figura 40 se ha diseñando la red DWDM en la que analizamos que existe un trayecto en donde los enlaces desde lima hacia el sur del Perú en forma de anillos dobles poseen una vía común carreteras como panamericanas vías expresas la fibra óptica pasará por todo las provincias y distritos para el benéfico de las instituciones que requiera el servicio de datos, se está tomando esta ruta que en caso de ocurrir algún incidente se podrá solucionar lo más rápido una ruptura de fibra óptica.

3.5.1.1 Red de Agregadores. - Se centra entre los accesos, la agregación y la transmisión de servicios en la red troncal se localiza principalmente en el acceso y el punto de agregación está adaptado al mecanismo de reenvío de hardware y la tecnología de conmutación sin bloqueo, basada en la plataforma de enrutamiento como está diseñado en la figura 41.

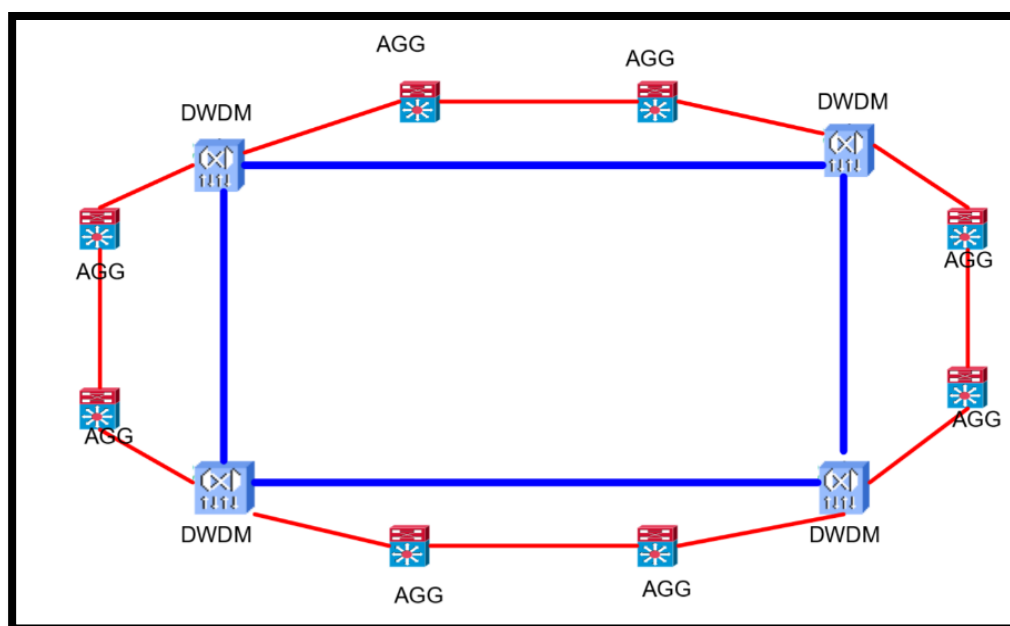


Figura 41. Topología de anillos en red DWDM.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

3.5.2 Análisis topográfico de la región de cusco

Cusco el acceso a Internet en alta velocidad garantiza un impulso económico y educativo para todos los niveles socioeconómicos de la población entre los distritos de cusco se encuentran como se muestra en la tabla 14:

Tabla 14
Distritos con potencial acogimiento de internet

Nº	DISTRITOS
1	Machu Picchu
2	Echarati
3	Huayopata
4	Maranura
5	Pichari
6	Yanatile
7	Pallpata
8	Espinar
9	Sicuani
10	Tinta
11	Marangani
12	Santo Tomás
13	Colquemarka
14	Velille
15	Acomayo
16	Acopía
17	Acos
18	Ancahuasi
19	Andahuaylillas
20	Anta
21	Cachimayo
22	Paruro

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

Como se muestra en la figura 41 en ese sentido, el operador brinda servicios gratuitos a 231 colegios, 19 municipalidades y 12 centros de salud de la región de cusco con las coordenadas como se muestra en la tabla 15 las operadoras que tendrán la misión de dar un buen servicio de internet a instituciones del departamento de cusco que son un aproximado de 231 colegios 22 municipalidades 12 centros de salud.



Figura 42. Distancias entre DWDM Y AGG.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

Tabla 15
Coordenadas de cusco

departamento		cusco
Superficie		101,00 km ²
Altitud		3.405 m
Coordenadas	Latitud	-13.5167
	Altitud	-71.9789 13° 31'

Fuente: Desarrollado por el mismo autor.

En la figura 42 La región cusco se diseñó la red DWDM con cuatro equipos de la red troncal la primera red es DWDM-DWDM la cual estará en una aproximación de 173 km de distancia entre los dos equipos la cual se instarán 2 módulos de 80km y AGG-DWDM es una

distancia 121km aproximado se instarán dos modelos de 10km y AGG-AGG se instalaran dos mudos 80km para poder soportar la cantidad de tráfico para poder realizar muestra red por lo consecuente poder brindar internet a todas las instituciones capaz de soportar grandes cantidades de tráfico.

3.5.3 Red de Acceso

Es la parte de una red que se conecta entre dos agregadores de ahí nace la red de acceso en forma de anillos que se consideran que tienen menor demanda hacia una principal que se halle en la red troncal. Dichos accesos que constan dentro de la red poseen un enlace de anillos para sus comunicaciones en la Figura 43 observamos en los extremos existe dos agregares (AGG), en la que están enlazadas la red accesos en forma de anillo la cual garantiza mejor enlace y menos saturación de datos

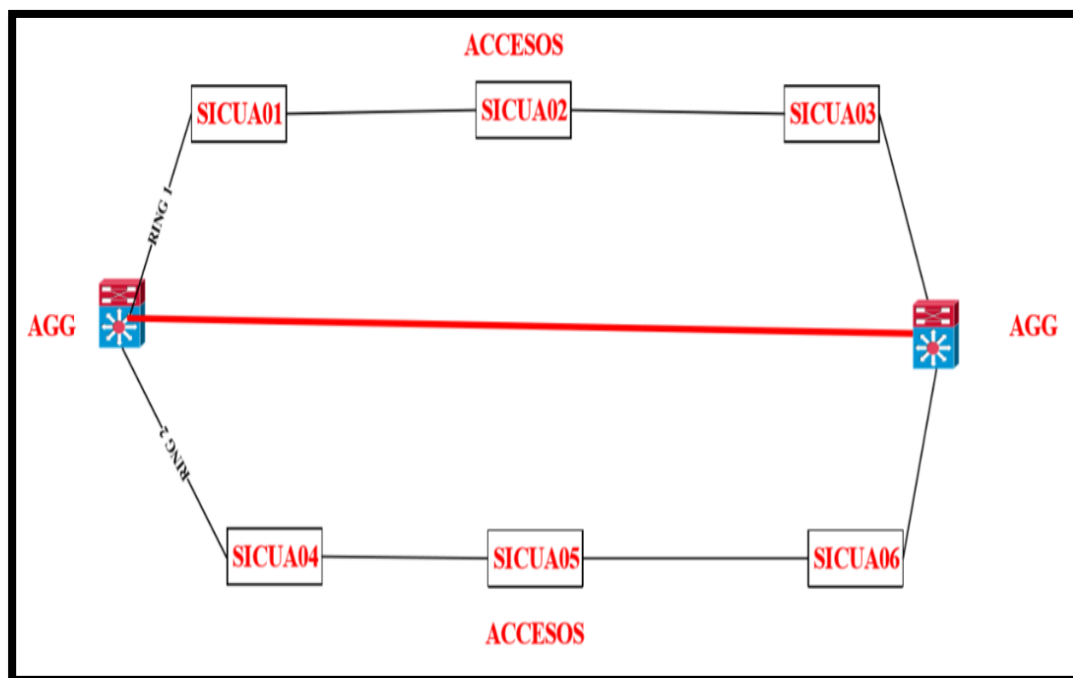


Figura 43. Diseño de red a accesos.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

3.5.4 Diseño red FTTH en el Distrito de Sicuani

Es uno de los ocho distritos de la Provincia de Canchis, ubicada en el Departamento de Cusco está situada a 118 km al sureste de la capital del departamento, Cusco por la cual limita al norte con el Distrito de San Pablo, al sur con el Distrito de Marangani, al este con el Distrito de Nuñoa y al oeste con los distritos de San Pedro y Langui como se muestra en la Figura 44.

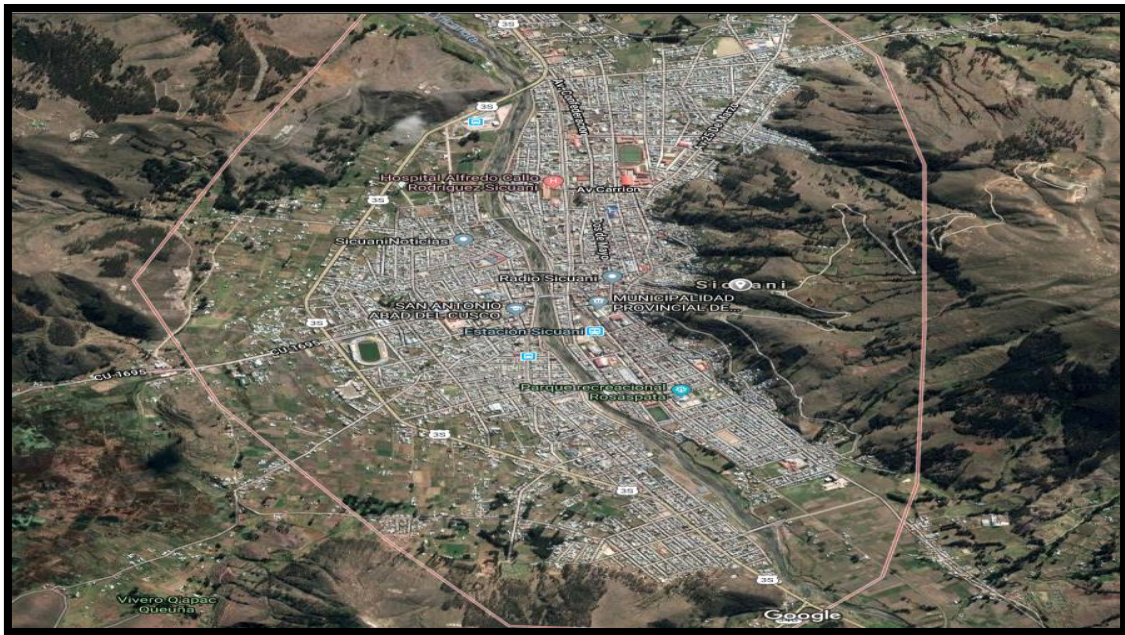


Figura 44. Distrito de Sicuani.

Fuentes: Elaborado por (Google, 2017).

3.5.4.1 Material de Experimento. – los materiales de experimento están conformados por la documentación técnica, hojas Excel y elementos de la red OTDR, computadoras, calculadora etc.

3.5.4.2 Materiales para la recolección de información. -la recolección de la información se utilizó técnicas cualitativas y cuantitativas para lo cual se hizo una recolección de información por toda la zona de la muestra para recabar información tales como la ubicación exacta de la institución educativa, la distancia de nodo a usuario final.

3.5.4.3 Análisis de datos. - La información recopilada se realizó en planos, sistemas de geolocalización google maps y tablas Excel.

3.5.5 Procedimiento experimental

El presente trabajo de investigación se inició con la recopilación de información que consistió en recorrer la zona que se seleccionó como muestra donde se levantó información referente a la distancia que recorrerá la red de acceso a usuarios finales los postes de apoyo que se utilizara, el número de instituciones dicha información se procesó en Google maps para un previo diseño , donde se definió la ruta de la red acceso a usuarios finales y la ubicación de las mufas(caja de distribución de abonado), en seguida se realizaron cálculos como la distancia y verificar las atenuaciones que haya dentro de la red de acceso hacia usuarios con los equipos de OTDR de tal forma nos permita conocer si cumple los estándares de calidad de la red ,seguidamente se procedió con la implementación de planos de recorrido y ubicación para su posterior implementación para finalizar se hizo una lista de materiales de ferretería, y elementos y el diseñado que pueden ser cotizados y adquiridos en su implementación.

Desarrollo para el plan de proyecto

- Determinar rutas para dar acceso a usuarios con google maps.
- Ubicar el usuario final para el desarrollo del proyecto.
- Calcular tramos de poste a poste y anotar en hoja Excel 2016.

- Dar mediciones respectivas y distancias con los equipos especializados como es OTDR.
- Seguir las normas según ITU 984.
- Se diseñará el plano mediante el sistema de google maps.

3.6 Requerimientos para la Red de Acceso FTTH

El sistema debe estar diseñado para ofrecer los servicios internet de banda ancha inmediatamente su despliegue en la ciudad de Sicuani, y a largo plazo servicio y otros que le permitan aprovechar al máximo su infraestructura instalada para el cual se debe considerar los siguientes parámetros:

3.6.1 Descripción de planta externa

La red FTTH para las instituciones de la provincia de Sicuani está constituido por una red Metro denominado red troncal que consta de un tendido aéreo de 3km de 24 de fibra ADSS SPAM 100 hilos que está pasando por el medio de la ciudad y la fibra de accesos igual como se muestra en la Figura 45.

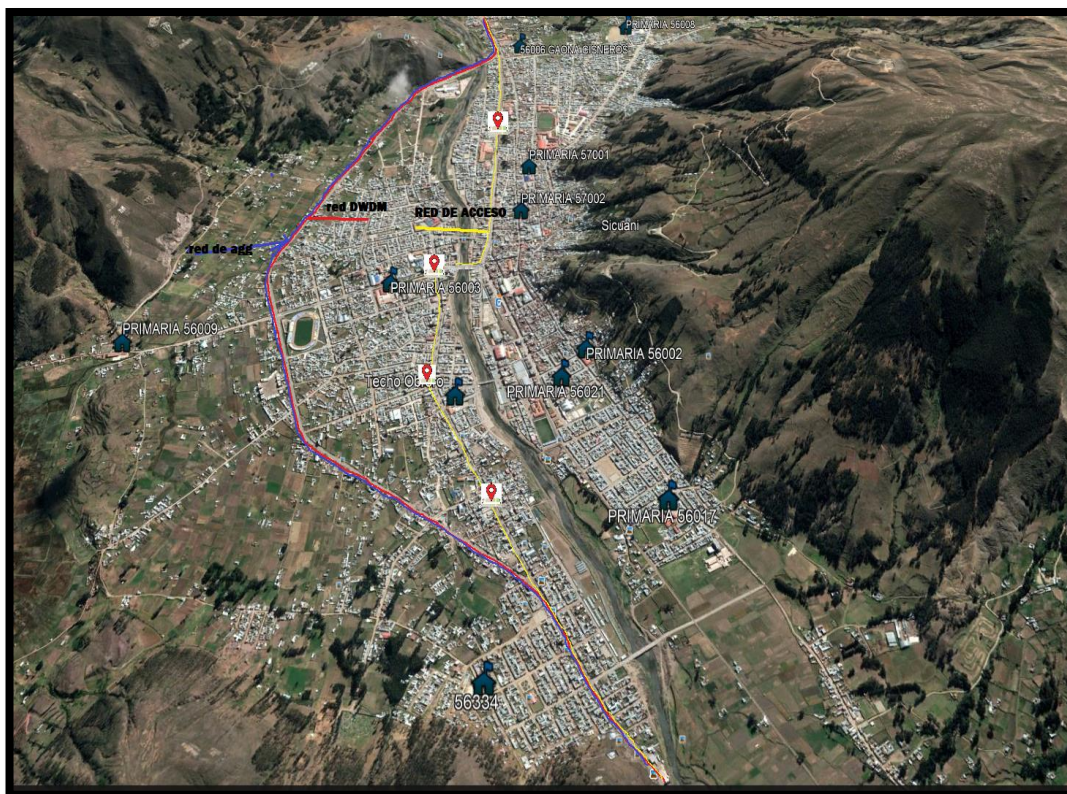


Figura 45. Red de accesos en provincia de Sicuani.

Fuente: Desarrollado por el mismo autor.

El recorrido de este tramo de la fibra óptica la troncal es el recorrido por toda la carretera panamericana central, esta red está constituido por fibra de 24 hilos SPAM 100 mono modo y el recorrido de la fibra óptica accesos es por el medio de la ciudad de Sicuani toda la avenida Arequipa y cuenta con 4 puntos de interconexión o nodos de acceso a donde pueden interconectarse las redes de fibra óptica FTTH.

3.6.2 Puntos de accesos de la red

Los puntos de acceso o nodos de la red troncal de acceso que pasa por medio de la ciudad de Sicuani están dispersos en 4 puntos cuya ubicación es la siguiente.

3.6.2.1 Red primaria. - La red primaria cuya finalidad de dar acceso a diferentes usuarios abonado del distrito de Sicuani por la cual constituida por fibra ADSS 24 hilos Spam 100 tendido vía aérea usando postes de energía eléctrica de la compañía electro sur este cuyo recorrido se detalla como se muestra en la figura 46.

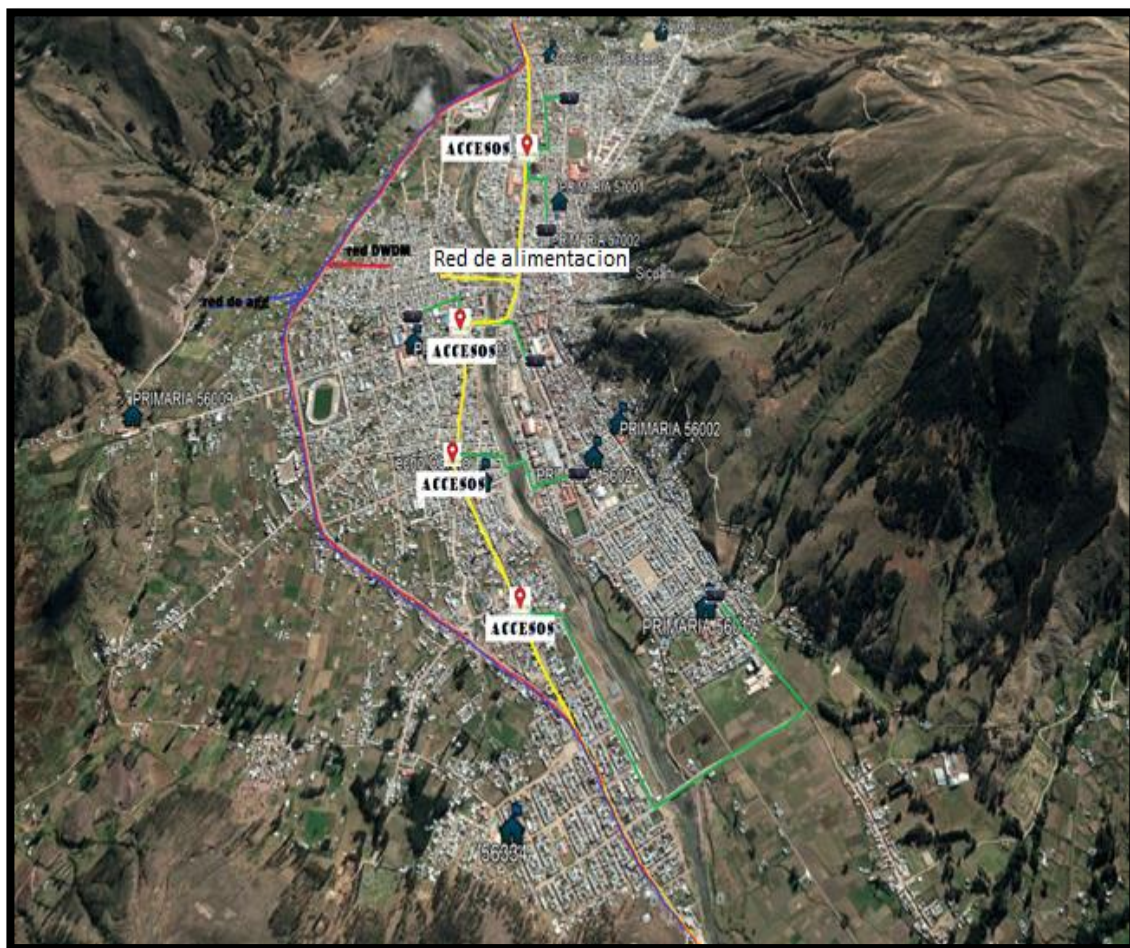


Figura 46. Red de alimentación primaria.

Fuente: Diseñado por el mismo autor.

La red parte de cuatros nodos de la red metro ubicado entre las intersecciones en diferentes lugares del distrito de Sicuani para diferentes usuarios finales las ubicaciones especificas esta mapeados en puntos exactos como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16.
Ubicación de divisores ópticos

ITEN	UBICACIÓN	DETALLES	COORDENADAS	
01	Av. Confederación	Acceso 1	-14.261713	-71.227300
02	Av. Centenario	Acceso 2	-14.272439	-71.229998
03	Jr. Carlos Marx	Acceso 3	-14.277983	-71.229272
04	Jr. Ollanta	Acceso 4	-14.283218	-71.226134

Fuente: Diseñado por el autor

3.6.3 Divisor óptico mufa

Los divisores ópticos mufa de la red FTTH en el centro de Sicuani están dispersos en 5 puntos cuya ubicación la cual ayudara para la distribución de más acceso a usuario que quieran tener internet dedica en su empresa e instituciones educativas del distrito como se muestra en la figura 47 y mostrando en la tabla 17 las coordenadas es la siguiente



Figura 47. Puntos de divisor óptico mufa.

Fuente: Diseñado por el autor.

Tabla 17.
Coordenadas de punto de accesos

ITEN	Ubicación	coordenadas	
01	Av. 6 de Julio	-	-
02	Av. Centenario	-	-
03	Jr. Bolognesi	-	-
04	Av. Miguel Grau	-	-
05	Ar. Amauta	-	-

Fuente: Diseñado por el mismo autor

3.7 Diseño de Red de Distribución

De la información obtenida en la recopilación de datos que se tiene como se muestra la tabla 16 los siguiente.

3.7.1 Diseño de red de distribución secundaria

Tabla 18.
Datos aproximados de cliente fijos

ITEN	DETALLES	CANTIDAD
1	Número de casas unifamiliares	2300
2	instituciones educativas	23
3	Número de empresas (Pymes)	17

Fuente: Desarrollado por el mismo autor.

El número total de instituciones educativas uno considerando para desarrollar que existen otras 4 operadoras que competirán por dichos abonados las buenas prácticas en el diseño teniendo en cuenta como se muestra en la tabla 18 los siguientes:

- Se diseñó la red primaria siguiendo la topología de anillos y árboles.
- En postes de electro sur este se realizará el respectivo tendido de la fibra óptica.
- En la red primaria tendrá 24 hilos con un spam de 100.
- En la red secundaria se cableará fibra óptica FTTH de 4 hilos.

De esa manera tendremos una buna distribución y con menos cables, la fibra óptica deberá ser de 24 hilos de los cuales 12 hilos se usarán para 12 usuarios teniendo en cuenta dos hilos es para un usuario único de transmisión y otro de recepción (tx) y (tr) es una línea dedicada

para ubicar las cajas de distribución (mufas) se utiliza el criterio de distancia (80mt a 100mt) en función a la ubicación de los postes considerando.

3.7.2 Red FTTH

Este tipo de topología de red es una de las sencilla como su nombre indica las conexiones entre los acceso terminan en un usuario final están dispuesto en forma de árbol como se muestra en la Figura 48, esta red de accesos de la cual sale una fibra de 24 hilos con diferentes colores llega a un punto donde la fibra se divide en grupos 12 grupos la cual salen 2 hilos uno transmisión y el otro resección por cable se conoce como fibra óptica FTTH por la cual llega al usuario final como son las instituciones de Sicuani.

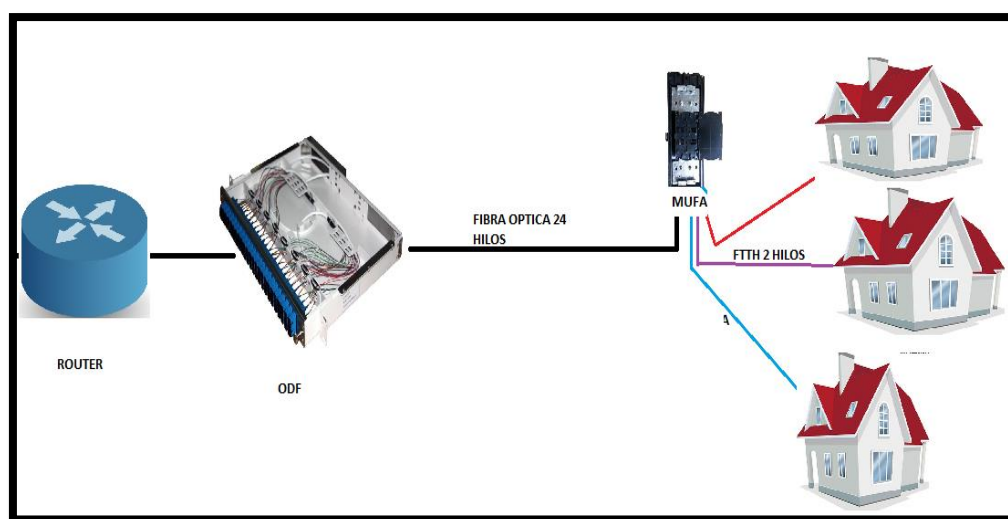


Figura 48. División de hilos para usuarios finales.

Fuentes: Desarrollado por el mismo Autor.

3.8 Implantación de la Red FTTH con la arquitectura PON en la institución educativa

De acuerdo con el MTC las empresas que brindan cobertura de internet con una alta calidad de servicio El Colegio nacional inmaculada concepción fue el primer colegio en ser diseñado la red FTTH, la cual se brindara un sistema de servicio internet como se muestra en la Figura 49.



Figura 49. Planos para el desarrollo y despliegue de fibra óptica FTTH.

Fuentes: Desarrollado por el autor.

3.9 Instalación de equipos

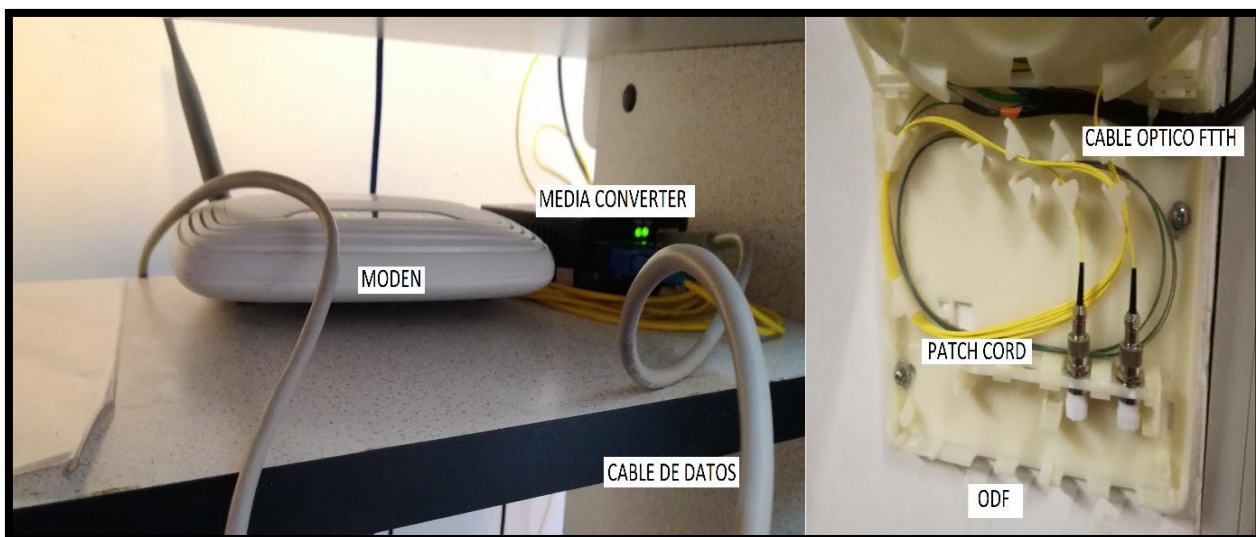


Figura 50. Instalación de equipos ópticos.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

Para la instalación y brindar un mejor servicio de internet de banda ancha por fibra óptica se muestra tres equipos ODF (distribuidor de fibra FTTH) modem y un convertidor de medios (media comverter) como se muestra en la Figura 50.

3.9.1 ODF

Es un gabinete que usa para realizar conexiones de cable fibra óptica de forma eficiente para las instalaciones el ODF se encarga de hacer la conexión de planta externa con el usuario final.

3.9.2 Modem

El quipo consta de cuatro puertos LAN (conexión local) un puerto de WAN y una antena inalámbrica, se encarga de establecer la sesión PPPoE a través de la conexión WAN para poder

dar acceso al usuario conectado a través de los puestos LAN o vía WIFI (conexión inalámbrica y tiene un alcance limitado).

3.9.3 Media converter

Es un dispositivo de red que convierte la señal óptica (recibida por medio de par de fibra óptica) en señal eléctrica (cable de cobre) y viceversa.

3.9.4 Servicio de internet por FTTH

El servicio de internet viaja desde nuestro centro de redes por fibra óptica hasta llegar a las instituciones beneficiadas en la figura 51.

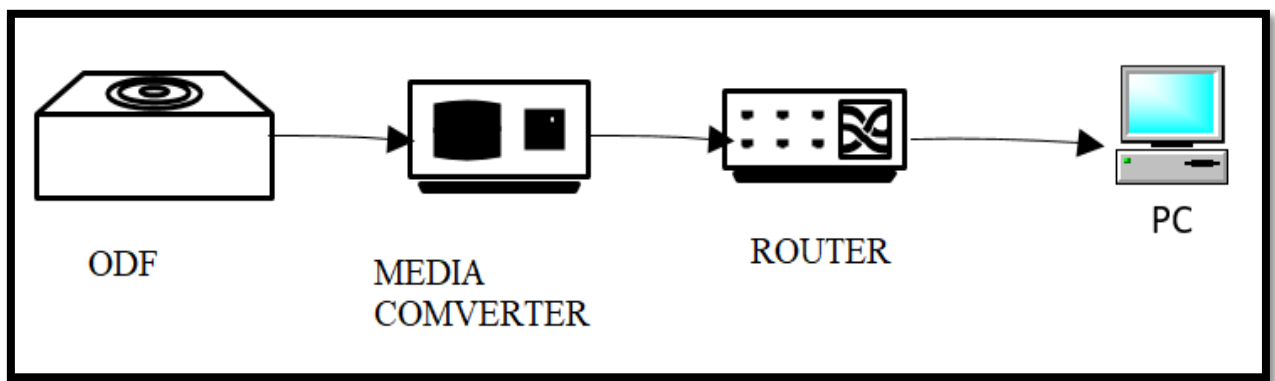


Figura 51. Modelo de servicio a usuarios.

Fuentes: Desarrollado por el mismo autor.

- La señal (mediante pulso de luz) llega por fibra óptica a un ODF (pequeña caja de distribución de hilos de fibra óptica).
- La señal sale del ODF por medio de par de fibra óptica de color amarillo con cabeza azules(patch cord) que van a conectados a la media converter.
- La señal óptica pasa por el medio convierte para transformar estas señales eléctricas.
- Del media converter mediante el cable UTP (RJ45) lleva las señales eléctricas al módem conectado al puerto WAN (usualmente puerto azul del módem) para llevar el servicio de señal.
- El módem distribuye el servicio de internet con los 4 puertos LAN que podrán ser conectados a la computadora, acceso point o switch mediante cables UTP(RJ45) y también conectados al wifi mediante las señales inalámbricas que irradian la antena del módem a sus laptops o dispositivos de cómputo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Resultados

Se ha desarrollado un proyecto de última generación para el diseño de la red DWDM para la implementación de FTTH en la institución educativa inmaculada concepción se podrá implantar sin problemas una zona con claro crecimiento tanto distrital provincial y departamental con un gran futuro para brindar servicios digitales que requieren un ancho de banda que en la actualidad se podría considerar elevadas ya que el sector en donde se ubica el proyecto claramente es un distrito para la clase media y alta.



Figura 52 . Medición de internet en el centro educativo con speedtest.

Fuentes: desarrollado por el mismo autor.

Se proyecta una red DWDM para mejorar el sistemas de FTTH para instituciones y empresas privadas y públicas en el sector se ha calculado un ancho de banda 54.78 mbps y 22.45mbps como se muestra en la figura 52 esta red podría soportar tranquilamente hasta 1.2gbps y la distancia desde un punto de acceso hasta el usuario final la cual podría llegar con un sistema de este tipo que se desarrollo es de 20km en las atenuaciones nunca sobrepasan el máximo permitido por las recomendaciones junto con las demás recomendaciones pertinentes a presente estudio

4.1.1 Análisis de confiabilidad para el análisis de Alpha de Conbach

Una vez concluido la instalación de los equipos en la institución educativa con la ayuda de la empresa se incrementó el internet, fue exitoso y se ha concluido el proyecto de investigación se hizo una respectiva encuesta a los alumnos y profesores se tomó una muestra de 85 estudiantes de la institución educativa inmaculada concepción

Para la validez del instrumento se utilizó el Alpha de Conbach, que se encarga de determinar la media ponderada de las correlacionales entre las variables (o ítems) que forman parte de la encuesta como se muestra en la tabla 19.

Formula:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

Donde:

α : Alfa de Cronbach

k : Número de ítems del instrumento

Vi : Varianza de cada Ítem.

Vt: Varianza Total

Tabla 19.

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	85	100.0
	Excluido ^a	0	.0
	Total	85	100.0

Tabla 20.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.765	10

Fuente: Por el mismo autor

Tabla 21.
Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
¿Eres estudiante a tiempo completo?	23,47	31,734	,574	,711
¿Tiene acceso a Internet en el centro de cómputo?	23,75	34,674	,376	,747
¿Utiliza de manera profesional herramientas de internet?	23,71	34,052	,423	,739
¿Considera que el uso de internet mejora la comunicación y tus habilidades profesionales?	23,61	32,483	,539	,718
¿Cuántas veces has tenido la oportunidad de trabajar en equipo - durante el desarrollo de una clase?	23,37	33,038	,499	,725
¿Con qué frecuencia utilizas la página web de la biblioteca o en centro de cómputo de tu escuela para consultar el catálogo en línea libros o bajar materiales que empleas en tus actividades académicas?	23,76	36,304	,279	,763
¿Con qué frecuencia utiliza Internet?	23,63	34,198	,408	,742
na vez instalado el nuevo servicio de internet hora por favor mida la velocidad de su conexión, pero en Speedtest.net Aproximadamente ¿qué velocidad de descarga (bajada) tiene usted en realidad?	23,71	32,172	,551	,715

Fuentes: Por el mismo autor.

El valor de Alpha de Cronbach cuanto más se asemeje a su valor máximo, 1, mayor es la fiabilidad de escala. Del programa SPSS se obtuvo un Alfa de Cronbach de 0.765, según (JohnCastellan, 2016), nos señala que cuando el coeficiente alfa es $> .7$; es aceptable por tal motivo el instrumento es confiable y válido como se muestra en la 22.

Tabla 22.
Biblioteca o en centro de cómputo de tu escuela

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Nunca	6	7.1	7.1	7.1
Algunas Veces	18	21.2	21.2	28.2
Frecuentemente	30	35.3	35.3	63.5
Muy frecuentemente	12	14.1	14.1	77.6
No sabe/No contesta	19	22.4	22.4	100.0
Total	85	100.0	100.0	

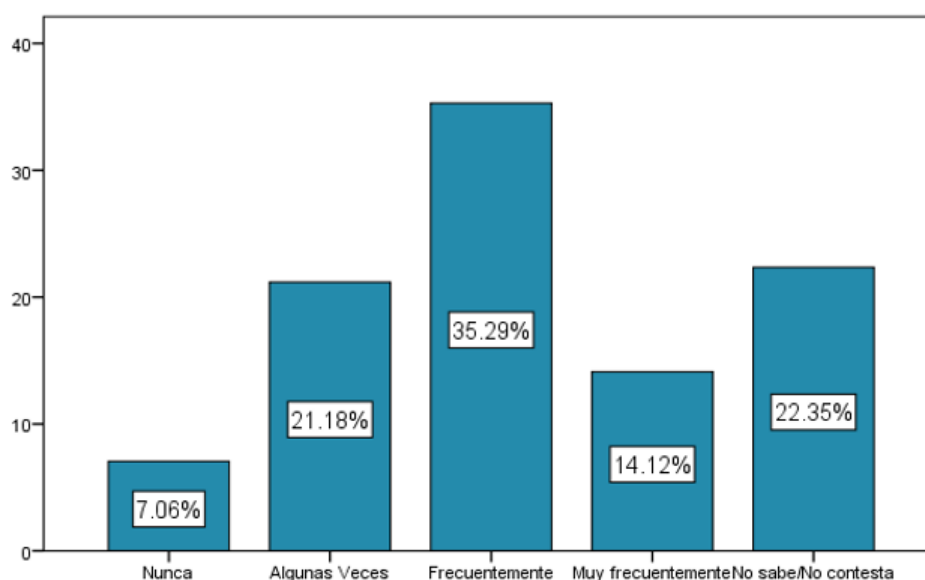


Figura 53. Encuesta sobre el internet en la biblioteca.

Fuentes: Por mismo autor.

De la figura 53 respecto a utilizar la página web de la biblioteca o en centro de cómputo de tu escuela para consultar el catálogo en línea libros o bajar materiales que empleas en tus actividades académicas en el centro educativo Inmaculada Concepción, el 35,29% de los estudiantes manifestó que trabajan frecuentemente, el otro 21,18% indica algunas veces, mientras que el 14,12% respondió muy frecuentemente, y finalmente el 7,06% respondió que nunca.

Tabla 23.
Velocidad de descarga (bajada)

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mbps 50	48	56.5	56.5	56.5
	Mbps 20	22	25.9	25.9	82.4
	Mbps 6	5	5.9	5.9	88.2
	Mbps 10	10	11.8	11.8	100.0
	Total	85	100.0	100.0	

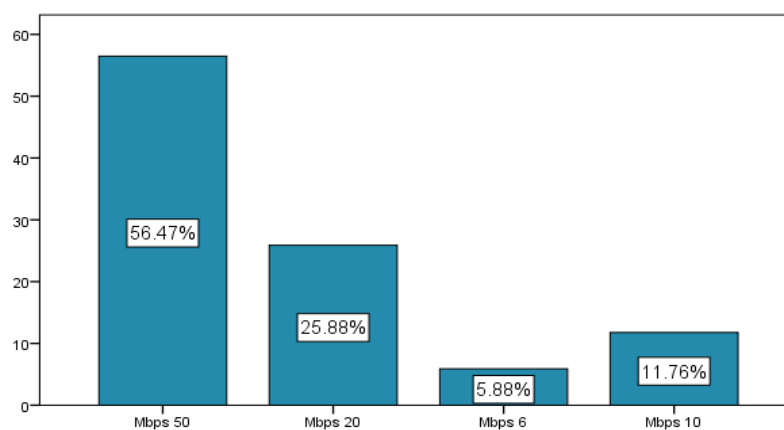


Figura 54. Velocidad de descarga (bajada).

Fuente: elaboración propia.

De la figura 54 respecto a la velocidad de descarga (bajada) tiene usted en realidad en el centro educativo Inmaculada Concepción, el 56,47% de los estudiantes manifestó que alrededor de 50 Mbps, el otro 25,88% indica que 20 Mbps, mientras que el 11,76% respondió que 10 Mbps, y finalmente solo el 5,88% respondió que la velocidad de descarga es de 6 Mbps

Tabla 24.
Velocidad de carga (subida).

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mbps 20	64	75.3	75.3	75.3
	Mbps 6	21	24.7	24.7	100.0
	Total	85	100.0	100.0	

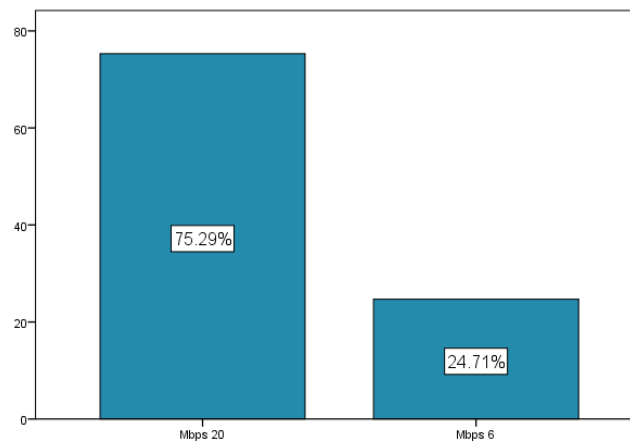


Figura 55. Velocidad de carga (subida)

Fuentes: Por el mismo autor.

De la figura 55 respecto a la velocidad de carga (subida) tiene usted en realidad en el centro educativo Inmaculada Concepción, el 75,29% de los estudiantes indica que 20 Mbps y finalmente solo el 24,71% respondió que la velocidad de carga es de 6 Mbps quiere decir que ser ha mejorado enormemente y facilitara el ámbito de trabajo tanto para estudiantes como para profesores el aprendizaje mejorara y para la empresas con este resultado con este nuevo diseño podrá mejorar su red DWDM para poder instalar nuevo sistema FTTH para todo los departamentos y a nivel nacional.

4.2 Discusiones

Una de las contribuciones más importantes de la investigación son las nuevas tecnologías en redes DWDM con anillos dobles y FTTH con la red pasiva en la institución sin embargo los inconvenientes es el acceso de la información por parte de la empresa Viettel y la institución educativa inmaculada concepción por ejemplo no poder tener implementos al alcance para la respectiva instalación ni quipos y el difícil acceso a los datos de consumo de internet por parte de la institución educativa y no tener un centro de cómputo bien implementado en la instalación de la fibra óptica FTTH en la institución educativa inmaculada concepción los profesores tanto como alumnos quedaron muy satisfecho con nuestro resultados esperados.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si, muy satisfactorio	42	49.4	49.4	49.4
	Satisfactorio	22	25.9	25.9	75.3
	Poco satisfactorio	21	24.7	24.7	100.0
	Total	85	100.0	100.0	

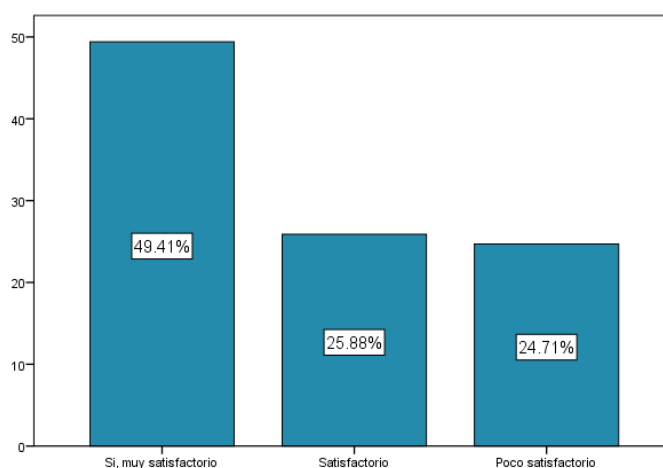


Figura 56. Nuevo servicio de internet.

Fuentes: Por el mismo autor.

De la figura 56 respecto a los resultados que tuvieron al instalar el nuevo servicio de internet en el centro educativo Inmaculada Concepción, el 49,41% de los estudiantes manifestó estar muy satisfecho, el otro 25,88% indica estar satisfecho y finalmente solo el 24,71% respondió un poco satisfactorio

Con este diseño de la red DWDM y la instalación FTTH la empresa en telecomunicaciones como Bitel, Claro, Movistar y Gilap podrá desarrollar implementaciones a nivel nacional sin ningún inconveniente en cambio en la institución educativa tendrá un mejor acceso a internet para el aprendizaje de los estudiantes de la institución educativa inmaculada concesión de Sicuani.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.3 Conclusiones

Primera: Las redes de acceso son la parte fundamental para los operadores de telecomunicaciones debido a que transportan los servicios ofrecidos al usuario final por ello se debe diseñar cumpliendo estrictamente los estándares propuestos por las entidades reguladoras, esta práctica nos ayudara que la red diseñada funcione sin problemas a la hora de su implementación.

Segunda: La tecnología DWDM y FTTH es una buena opción para la implementación de redes de acceso debido que usa fibra óptica de extremo a extremo y no tiene elementos activos en medio que puedan causar problema en el tiempo, además se mantendrá vigente tecnológicamente debido que la fibra óptica es un medio de transmisión que a la fecha no tiene remplazo.

Tercera: La aparición de nuevos operadores brindando cada vez un mayor ancho de banda y nuevos servicios exige que los diseñadores de planta externa se mantengan actualizados con nuevas tecnologías para diseñar redes adaptables y convergentes al tiempo. En el diseño se debe considerar la tecnología y medios que ayuden persistir en el tiempo antes que al costo de la tecnología a diseñar.

4.4 Recomendaciones

Debido a los cambios frecuentes en los servicios y exigencias de la red DWDM y de acceso es necesario implementar una red escalable, abierta a nuevas tecnologías de bajo costo y sobre todo totalmente independiente de la parte activa, esto ayudara a migrar fácilmente de una tecnología a otra o de una capacidad a otra sin mayores cambios más que en los elementos activos.

Ante las nuevas y futuras necesidades, las telecomunicaciones poseen cambios vertiginosos en tiempos cortos, a partir de esta consideración es sugerir la construcción de la red DWDM con esta tecnología y arquitectura PON con FTTH es capaz de soportar la gran cantidad de tráfico que se avecina en los próximos años y no tiene limitaciones como las microondas y la red de cobre.

Se recomienda dar mantenimiento por lo menos cada tres meses a las estructuras físicas por medio de inspecciones visuales en todos los tramos debido a que son zonas en las que frecuentemente existen fallas de terreno ya que son inestables y continuamente se producen deslaves.

Referencias

- Antonio Gaona, E. E. G. S. (2018). FIBRAS OPTICAS Y HERRAJES. Recuperado a partir de <http://www.technowired.net/fibras-opticas/>
- Arteaga, M. L. D. (2017). Estudio y diseño para la construcción de una red GPON FFTH, en una urbanización del cantón Manta – provincia de Manabí. *RIEMAT, VOLUMEN 2*(Estudio y diseño para la construcción de una red GPON FFTH, en una urbanización del cantón Manta – provincia de Manabí), 2. Recuperado a partir de <file:///C:/Users/winet/Downloads/945-73-1900-1-10-20170921.pdf>
- Arvelo, J., & Hernández, C. (2012). *No Title*. UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO. Recuperado a partir de <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS7494.pdf>
- Burgos, J. P. C. (2017). *DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO FTTH UTILIZANDO EL ESTANDAR GPON PARA LA EMPRESA AMITEL S.A.C, PUNO. PRESE*. UNA PUNO. Recuperado a partir de <http://portal.unap.edu.pe/>
- cisco. (2017). La era de Zettabyte: tendencias y análisis. 7, 2. Recuperado a partir de <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/vni-hyperconnectivity-wp.html>
- Cisco. (2017). Introduction to DWDM Technology. *Copyright , Cisco Systems*.
- Conectoreshoy, C. (2017). Diferencias entre las Fibras óptica monomodo y multimodo. Recuperado a partir de <https://www.cablesyconectoreshoy.com/historia-de-la-fibra-optica-ii/diferencias-entre-las-fibras-optica-monomodo-y-multimodo/>
- Cuenca, W. O. C. T.-D. F. C. (2011). *Estudio y diseño de la red de fibra óptica para el transporte de aplicación triple play en el trayecto Cuenca - Girón – Pasaje*. politecnica saleciana. Recuperado a partir de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1081/12/UPS-CT002149.pdf>
- ECURED. (2018). FIBRA OPTICA. *domingo, 25 de marzo de 2018, 1, 1*. Recuperado a partir de https://www.ecured.cu/Fibra_óptica
- Fiber optic. (2016). Tutorials Of Fiber Optic Products. Recuperado a partir de <http://www.fiber-optic-tutorial.com/light-dwdm-ring-beyond-10g.html>
- Fisica. (2017). *Fisica propagacion de la luz*. Recuperado a partir de <http://www.reduc.edu.cu/siscomfis/index.htm>
- GARCÍA, R. H. P. (2012). *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA CWDM (COARSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING) EN LA RED DE TRANSPORTE DE FIBRA ÓPTICA DE COMTECO LTDA*. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA CARRERA DE

- INGENIERÍA ELECTRÓNICA. Recuperado a partir de <https://vdocuments.mx/documents/implementacion-de-la-tecnologia-cwdm-en-la-red-de-transporte-de-fibra-optica.html>
- Google. (2017). google maps. Recuperado a partir de <https://www.google.com/maps/@-13.5346096,-71.919248,15z>
- Group, M. M. (2017). ESTADISTICAS MUNDIALES DEL INTERNET 2017. Recuperado a partir de <http://www.exitoexportador.com/stats.htm>
- Guarochico, W. F. A. (2016). *DISEÑO DE UN ENLACE DE FIBRA ÓPTICA: CASO DE ESTUDIO ENLACE PARA LOS CAMPUS MATRIZ Y SEDE NORTE DE LA UISRAEL. UNIVERSIDAD DE ECUADOR*. Recuperado a partir de http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13138/caso_de_estudio_version_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gumiel, R. (2017). TelecOable. Recuperado a partir de <https://www.telecable.com/blog/ventajas-desventajas-la-fibra-optica/1458>
- Huawei. (2017). huawei. Recuperado a partir de <http://www.huawei.com/pe/products/fixed-access/fttx/odn/odf/index.htm>.
- Huawei. (2018). Huawei OptiX OSN 6800. Recuperado a partir de <http://port.huawei.com/enterprise/es/transmission-network/optix-osn-6800-pid-16167>
- INFROMTICA. (2011). TOPOLOGIA DE REDES DE ANILLOS, 1. Recuperado a partir de <https://albertodoncos01.wordpress.com/2011/06/29/topologia-de-redes-4-doble-anillo/>
- JohnCastellan, S. S. N. (2016). *ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA Aplicada a las ciencias de la conducta* (Vol. (Primera e). mexico.
- KEYENCE CORPORATION. (2018). propagacion de la luz. Recuperado a partir de www.keyence.com
- MAG, T. (2017). Cameroun : Trois régions privées d'Internet suite à une rupture de câble de fibre optique. Recuperado a partir de <https://www.ticmag.net/cameroun-trois-regions-privees-dinternet-suite-a-une-rupture-de-cable-de-fibre-optique/>
- Medrano, E. E. (2016). *DISEÑO DE UNA RED MEDIANTE FIBRA OPTICA*. univercidad de aquino Bolivia UDOBAL. Recuperado a partir de <https://es.scribd.com/document/375388544/Transmision-Por-Fibra-Optica>
- Michelin. (2016). rutas y carreteras. Recuperado a partir de <https://www.viamichelin.es/web/>
- MTC. (2010). intelsegur. Av. Arequipa N° 329. Recuperado a partir de <http://intelsegur.edu.pe/importancia-de-la-fibra-optica-para-el-desarrollo-del-pais/>

- MTC. (2017). Presentación de los proyectos de "Instalación de Banda Ancha para la Conectividad y Desarrollo Integral de las regiones de Tumbes, Piura, Cajamarca y Cusco. Recuperado a partir de <http://www.fitel.gob.pe/noticia-presentacion-proyectos-quot-instalacion-banda-ancha-para-conectividad-desarrollo-integral-regiones-tumbes-piura-cajamarca-cusco-quot.html>
- Network, C. G. (2018). Map information above (6.^a ed.). 2018. Recuperado a partir de <https://www.centurylink.com/asset/business/enterprise/network-map/centurylink-network-maps.pdf>
- Olivares, C. O. C. (2017). Física Aplicada a las Telecomunicaciones.
- Paul Littlewood, F. M. (2015). *Redes de transporte óptico*. (K. Lindros, Ed.) (Erin Malon, Vol. Ciena Corp). Barbara DePompa. Recuperado a partir de http://media.ciena.com/documents/Ciena+Experts+Guide+to+OTN_es_LA.pdf
- Rincón, A. C. (2014). *Síntesis y diseño de redes de difracción de Bragg en fibra para el procesamiento de señal óptica en sistemas DWDM y OTDM*. Recuperado a partir de https://investigacion.us.es/sisius/sis_showpub.php?idpers=3667
- SNACHES, P. X. A. (2017). *DISEÑO DE UNA RED LAN/WAN SEGURA PARA EL TRIBUNAL CONSTITUCIONAL APLICANDO LA METODOLOGIA DE TRES CAPAS DE CISCO*. PONTIFICIA CATOLICA DEL ECUADOR. Recuperado a partir de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6371/9.21.001541.pdf;sequence=4>
- SUMITOMO. (2018). FUSIONADORA SUMITOMO T-55. Recuperado a partir de <https://www.conectronica.com/fibra-optica/instrumentos-para-fibra-optica/fusionadoras-empalmadoras-de-fibra-optica/fusionadora-sumitomo-t-71c-con>
- Telpromadrid. (2017). fibra óptica monomodo y multimodo. Recuperado a partir de <https://telpromadrid.eu/que-es-la-fibra-optica-monomodo-y-multimodo/>
- Tomkos. (2011). Techno-economic comparison of next generation optical access network architectures. *50th FITCE Congress* -, 2-5.
- Yagüe, A. G. (2015). No Title, 2.3(GPON y GPON Doctor). Recuperado a partir de <http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf>
- YOKOGAWA. (2018). OTDR AQ7275,. Recuperado a partir de <https://tmi.yokogawa.com/ca/solutions/products/optical-measuring-instruments/optical-time-domain-reflectometer/aq7275-optical-time-domain-reflectometer/>
- ZAPARDIEL, J. P. (2014). *DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO MEDIANTE FIBRA ÓPTICA*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN. Recuperado a partir de <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/fiber/info/>
- ZTE. (2017). L3 Intelligent Ethernet Switch.

tejedor, r. j. m. (2015). ng-pon (next generation passive optical networks). recuperado a partir de <https://www.ramonmillan.com/tutoriales/ngpon.php>

ANEXOS

Anexo A. Encuesta de satisfacción

Encueta sobre la nueva instalación de internet del centro educativo inmaculada concepción

Edad:..... Grado y Sección:

Su opinión es muy importante sobre la nueva instalación del servicio de internet en el centro educativo inmaculada concepción favor, conteste a las siguientes preguntas, sólo le llevará un par de minutos. Al terminar, deposite la hoja en la caja situada en....

Muchas gracias por su colaboración

- 1) ¿Eres estudiante a tiempo completo?
 - a) Si
 - b) No
- 2) ¿Tiene acceso a Internet en el centro de cómputo?
 - a) Sí
 - b) No
- 3) ¿Utiliza de manera profesional herramientas de internet?
 - a) Google
 - b) YouTube
 - c) Wikipedia
 - d) Otros
- 4) ¿Considera que el uso de internet mejora la comunicación y tus habilidades profesionales?
 - a) Mucho
 - b) Algo
 - c) Casi nada
 - d) Nunca
- 5) ¿Cuántas veces has tenido la oportunidad de trabajar en equipo - durante el desarrollo de una clase?
 - a) Nunca
 - b) Algunas veces
 - c) Frecuentemente
 - d) Muy frecuentemente
 - e) No sabe /No contesta
- 6) ¿Con qué frecuencia utilizas la página web de la biblioteca o en centro de cómputo de tu escuela para consultar el catálogo en línea libros o bajar materiales que empleas en tus actividades académicas?
 - a) Nunca
 - b) Algunas veces
 - c) Frecuentemente
 - d) Muy frecuentemente

e) No sabe /No contesta

7). ¿Con qué frecuencia utiliza Internet?

- a) Todos los días
- b) Una vez al mes
- c) Una sala ves a la semana

8) Una vez instalado el nuevo servicio de internet hora por favor mida la velocidad de su conexión, pero en Speedtest.net Aproximadamente ¿qué velocidad de descarga (bajada) tiene usted en realidad? Visite y mida <http://www.speedtest.net/>

- a) Más de 100
- b) Mbps 50
- c) Mbps 20
- d) Mbps 10
- e) Mbps 6
- f) Mbps 3
- g) Mbps
- h) Entre 1 y .5 Mbps

9) Basándose en el medidor de Speedtest, por favor dígame aproximadamente ¿qué velocidad de carga (subida) tiene usted en realidad?

- a) Más de 100
- b) Mbps 50
- c) Mbps 20
- d) Mbps 6
- e) Mbps 3
- f) Mbps Entre 1 y .5 Mbps

10) En general ¿los resultados que obtuvimos una vez instalado el nuevo servicio de internet

- a) Si, muy satisfactorio
- b) Satisfactorio
- c) poco satisfactorio
- d) no satisfactorio



Materiales de instalación planta externa de fibra óptica



Tendido de fibra óptica para la institución educativa



Cableando la fibra óptica a postes



Rollo de fibra óptica



.Anclando la fibra óptica al poste de alumbrado publico



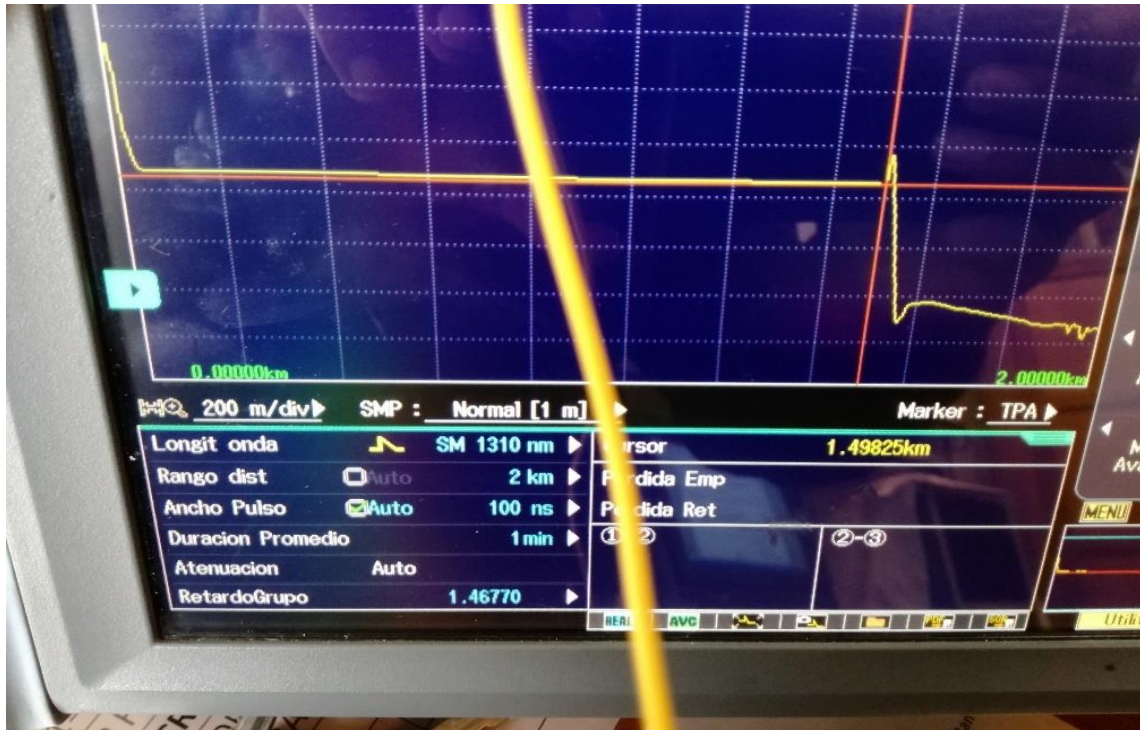
.Rollo de fibra óptica



Instalación de fibra óptica FTTH



Instalación de fibra óptica FTTH



Medición de la fibra óptica



Dando acceso a la institución educativa inmaculada concepción



Empalme de hilos para el acceso a diferentes usuarios



Instalando internet a la institución educativa inmaculada concepción



Dando acceso al colegio



Cerrando anillos



Trabajando con DWDM y cerrado de anillos 2



Trabajando con agregadores trunk

Anexo B. Carta de validación del servicio



Estimado wilfredo Mamani Espirilla.

Agradecemos por la nueva instalación de internet con fibra óptica FTTH a la Institución Educativa Inmaculada Concepción-Sicuani.

Con la información que me proporcionó en la mencionada entrevista, acerca de los de la instalación de internet para el desarrollo de su proyecto de investigación concluyo con éxito, llegando el internet a 54.78 Mbps de descarga y de subida 22.45 Mbps durante el tiempo de instalación demostró mucha responsabilidad y honestidad en la presentación de sus servicios.

Atentamente.



COLEGIO NACIONAL
INMACULADA CONCEPCIÓN
Tec. en Computación e Informática

Nombre: Marco Huilca

.Documento de conformidad de la instalación