

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**DISEÑO DE UNA RED ÓPTICA UTILIZANDO EL ESTÁNDAR
GPON PARA BRINDAR EL SERVICIO DE TELEMEDICINA EN
LA CIUDAD DE ABANCAY-APURÍMAC, 2021.**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADA POR

Bach. ARTHUR CONDORI HERRERA

Bach. FREDY ALFARO POZO

ASESOR: ING. LUIS ALBERTO CUADRADO LERMA

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mis padres, Ysidro y Verónica, por su apoyo y los consejos dados durante esta etapa, a mis dos hermanos menores por ser mi motivación para no rendirme.

A mi tío Pedro Arce, por ser como un hermano mayor, dándome su apoyo para poder alcanzar mis metas.

Arthur Condori Herrera

A mi madre Graciela Pozo y a mi padre Federico Alfaro quienes con su apoyo incondicional siempre han velado por el logro de mi carrera profesional. A mi hijo Eduardo Alfaro por darme fuerzas a seguir adelante frente a cualquier desavenencia. A mi familia y amigos por el apoyo brindado.

Fredy Alfaro Pozo

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a nuestros padres por brindarnos la oportunidad de ser las personas que somos, a nuestras familias directa e indirecta por siempre brindarnos su apoyo para que este proceso de tesis sea exitoso, a mi nuestra alma mater por darnos los conocimientos necesarios para desenvolvernos profesionalmente y a nuestro asesor de tesis Ing. Cuadrado Lerma por su comprensión y atención ante nuestro tema de investigación.

Arthur Condori y Fredy Alfaro

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción y Formulación del Problema General y Específicos.....	2
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos.....	3
1.3. Importancia y Justificación del estudio.....	3
1.3.1. Importancia.....	3
1.3.2. Justificación.....	3
1.4. Delimitación del estudio: Teórica, Espacial, Temporal.....	4
1.5. Objetivos de la Investigación	4
1.5.1. Objetivo General	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Marco Histórico	5
2.2. Investigación relacionada con el tema.....	6
2.2.1. Antecedentes Internacionales.....	6
2.2.2. Antecedentes Nacionales.....	8
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio.....	9
2.3.1. Redes Ópticas	9
2.3.2. GPON (Gigabit Passive Optical Network).....	14
2.3.3. Telemedicina	15
2.3.4. Aplicaciones clínicas de la telemedicina.....	16
2.4 Definición de términos básicos.....	18
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.....	19
3.1. Tipificación de la Investigación.....	19
3.1.1. Tipo de Investigación.....	19
3.1.2. Nivel de Investigación	20
3.2. Ubicación del lugar a realizarse el estudio.....	20
3.2.1. Centros de salud en la Red.....	21

3.3. Diseño de la planta externa.....	24
3.3.1. Ubicación del Equipo terminal de línea (OLT).....	25
3.3.2. Red de ..alimentación.....	26
3.3.3. Red de distribución.....	27
3.3.4. Rutas de la red óptica.....	28
3.4. Elementos de la red GPON	29
3.4.1. Tabla comparativa de los principales elementos de red.....	29
3.4.2. Equipo terminal de línea (Optical line termination-OLT).....	30
3.4.3. Divisor óptico (Splitter)	31
3.4.4. Equipo terminal de red (Optical Network Termination - ONT).....	31
3.4.5. Cable de fibra óptica	32
3.4.6. Caja terminal óptica	32
3.5. Dimensionamiento de la red	33
3.5.1. Dimensionamiento de la red principal	33
3.5.2. Dimensionamiento de la red de respaldo.....	34
3.6. Tasa de transmisión de datos.....	35
CAPÍTULO IV: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	37
4.1. Cronograma de Actividades.....	37
4.2. Análisis de costos	38
4.2.1. Capital Expenditures (CAPEX).....	38
4.2.2. Operational Expenditures (OPEX).....	39
CONCLUSIONES.....	40
RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ANEXOS.....	45

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Arquitectura de una red óptica FTTH.....	10
Figura N°2: Arquitectura punto a punto.....	11
Figura N°3: Arquitectura punto a multipunto.....	12
Figura N°4: Fibra hacia el vecindario.....	13
Figura N°5: Fibra hasta la manzana.....	13
Figura N°6: Fibra hacia el edificio.....	13
Figura N°7: Fibra hasta la casa.....	14
Figura N°8: Mapa de la localidad de Abancay con los principales centros de la red.....	21
Figura N°9: Ubicación de la central OLT.	25
Figura N°10: Ubicación de los divisores primarios o red de alimentación.	26
Figura N°11: Ubicación de los divisores secundarios o red de distribución.....	27
Figura N°12: Ruta de la red óptica.	28
Figura N°13: OLT GPON FK-OLT-G8S.....	31
Figura N°14: Divisor Óptico 2x4	31
Figura N°15: GPON FK-ONT-G400B/PoE S2.....	32
Figura N°16: Cable Óptico CFOA-AS80 MINI-RA 12F.....	32
Figura N°17: Caja de terminación Óptica subterránea/aérea FK-CTOS-16P.....	32

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Centros de salud pertenecientes a la red de transporte.....	21
Tabla N°2: Coordenadas geográficas de los Centros de salud de la red.....	24
Tabla N°3: Coordenadas geográficas y distancia del OLT y el Nodo.....	25
Tabla N°4: Coordenadas geográficas de los divisores primarios y la central OLT.....	26
Tabla N°5: Coordenadas geográficas de los divisores secundarios.	27
Tabla N°6: Distancias de las rutas.	28
Tabla N°7: Tabla comparativa de los principales elementos de la red.....	29
Tabla N°8. Tabla de valores de atenuación de cada elemento de red.....	33
Tabla N°9. Tabla de atenuación A respecto a la distancia.....	33
Tabla N°10. Tabla de atenuación B respecto a la distancia.....	34
Tabla N°11. Tabla de atenuación B de la fibra óptica de respaldo.....	34
Tabla N°12. Tabla de atenuación A de la fibra óptica de respaldo.....	35
Tabla N°13: Tasas de carga y descarga de cada servicio.....	36
Tabla N°14. Cronograma de Actividades.....	37
Tabla N°15: Costos CAPEX de la Investigación.....	38
Tabla N°16: Costos OPEX de la investigación.....	39
Tabla N°17: Matriz de consistencia de la investigación.....	45
Tabla N°18: Matriz de Operacionalización de Variables – Variable Independiente.....	46
Tabla N°19: Matriz de Operacionalización de Variables – Variable Dependiente.....	47

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Abancay, departamento de Apurímac, Perú; durante los meses de mayo a setiembre del año 2021. El propósito de la investigación fue diseñar una red óptica empleado el estándar GPON, para la implementación del servicio de telemedicina en Abancay, con esta red se logró conectar los principales centros de salud de la ciudad, al mismo tiempo que se podrán comunicar con otros centros de salud a nivel nacional; los mismos que cuenten con el servicio de telemedicina.

El diseño de esta red cuenta con un OLT de 8 puertos GPON de la marca Furukawa, además de una fibra de 12 hilos también de la marca Furukawa, la cual es suficiente para satisfacer la demanda del diseño, así como también nos permite una escalabilidad en el futuro.

De este modo al diseñar la red con tecnología GPON obtuvimos un mejor ancho de banda y una buena transmisión con tráfico asimétrico descendente de 2.5 Gbps y tráfico asimétrico ascendente de 1.25 Gbps, lo cual nos garantiza una conexión más estable y robusta capaz de soportar la transferencia de voz, datos y video, de tal forma que sea posible la implementación del servicio de telemedicina interactiva, los cuales son: telemonitorización, telecirugía, teleconsulta, teleoftalmología, telerradiología entre otros.

Palabras Claves: Estándar GPON, ancho de banda, transferencia de datos, telemedicina, telecirugía, teleconsulta, teleoftalmología, telemonitorización.

ABSTRACT

The present investigation was developed in the city of Abancay, department of Apurímac, Peru; during the months of May to September of the year 2021. The purpose of the research was to design an optical network using the GPON standard, for the implementation of the telemedicine service in Abancay, with this network the main health centers of the city were connected, At the same time, it will be possible to communicate with other health centers nationwide; the same ones that have the telemedicine service. The design of this network has an 8-port GPON OLT of the Furukawa brand, in addition to a 12-wire fiber also of the Furukawa brand, which is enough to satisfy the demand of the design, as well as allowing us a scalability in the future.

In this way, when designing the network with GPON technology, we obtain a better bandwidth and a good transmission with asymmetric descending traffic of 2.5 Gbps and asymmetric ascending traffic of 1.25 Gbps, which guarantees us a more stable and robust connection capable of supporting the transfer. of voice, data and video, in such a way that the implementation of the interactive telemedicine service is possible, which are: telemonitoring, telesurgery, teleconsultation, teleophthalmology, teleradiology among others.

Keywords: GPON standard, bandwidth, data transfer, telemedicine, telesurgery, teleconsultation, teleophthalmology, telemonitoring.

INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación titulada “Diseño de una red Óptica utilizando el estándar GPON para brindar el servicio de telemedicina en la ciudad de Abancay-Apurímac”. El motivo de esta investigación es poder brindar una mejor atención a los pacientes de la ciudad de Abancay, ya que actualmente no cuenta con médicos especialistas y muchos pacientes tienen que ser referenciados a hospitales de otras regiones para poder ser atendidos. Sin embargo, no todos los pacientes cuentan con la economía necesaria para poder trasladarse a otra región lo que imposibilita su atención y diagnóstico. Para la investigación del problema, la presente tesis se ha estructurado por capítulos, los cuales son:

Capítulo I: En este capítulo se plantea el problema general y específico, de la misma manera los objetivos generales y específicos, también la justificación y la importancia que tiene esta investigación para solucionar la siguiente interrogante ¿Cuál será el diseño de la red Óptica utilizando el estándar GPON para brindar el servicio de telemedicina en la ciudad de Abancay, Apurímac, 2021?

Capítulo II: Exponemos estudios realizados anteriormente, ya sean nacionales o extranjeros, los cuales nos ayudan con sus investigaciones para plantear las bases teóricas de cada variable. Nos brindan información detallada para un mejor entendimiento del diseño de una red de fibra óptica empleando el estándar GPON, por ejemplo, los elementos de la red, ancho de banda entre otros, además de agregar un listado de definición de términos, lo cual nos permite un mejor abordaje del problema descrito en el anterior capítulo.

Capítulo III: Desarrollamos el tipo de investigación que se emplea en el presente estudio, siendo este de tipo aplicado puesto que se quiere resolver un problema en específico y no se le puede evaluar con principios científicos. Además, se muestran los niveles de investigación de donde se entiende que nuestro estudio es de nivel explicativo.

También se desarrolla toda la parte experimental y de diseño, se detallan los elementos de la red que se utilizarán, los mapas con las ubicaciones geográficas de los centros médicos que son parte de la red y los cálculos de potencia para cada uno de ellos.

Capítulo IV: Se muestra el cuadro de actividades durante estas 24 semanas de investigación, además de los costos de capital y los gastos de operación.

Para finalizar se muestran las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y se anexan documentos que se consideran importantes para la investigación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y Formulación del Problema General y Específicos.

La falta de especialistas en la ciudad de Abancay genera que muchas enfermedades no puedan ser tratadas en la propia localidad, lo cual genera que los pacientes sean derivados o referenciados a otros centros de salud en diversas regiones, siendo los principales destinos Cusco, Arequipa y Lima.

La mayoría de pacientes proviene de la zona rural y no cuentan con un ingreso fijo mensual, por este motivo se les dificulta viajar a otro lugar para poder ser atendidos, puesto que no cuentan con los recursos económicos para realizarlo, debido a esto muchos de ellos desisten a una referencia con un especialista en otra región para continuar con un tratamiento en el mismo centro de salud.

Todo este problema se acrecentó desde marzo del 2020 cuando empezó la crisis que estamos viviendo actualmente producto de la pandemia del covid-19. Nuestro país ha sido uno de los más afectados debido a la carencia de equipamiento médico y camas UCI.

Debido a esto en la ciudad de Abancay muchos pacientes que ya tenían consultas programadas, ya sean locales o referenciadas en otras regiones, no pudieron ser atendidas, puesto que los centros de salud se encontraban abarrotados de pacientes infectados con covid-19 y el riesgo de contraer el virus era alto. Muchos de ellos eran personas vulnerables a contagiarse. Es por este motivo que muchos de ellos no pudieron llevar un correcto control de su tratamiento.

Una solución para mitigar este aglomeramiento de pacientes que están sin atención sería un servicio de salud a distancia o telemedicina, el cual no existe en la ciudad de Abancay, esto debido a que la red actual de telecomunicaciones presenta muchas deficiencias como inestabilidad en la conexión, problemas de ancho de banda y latencia.

En ese sentido nuestro proyecto busca diseñar una red de fibra óptica, tal que nos permita equipar con una nueva tecnología a la ciudad, la cual presentará mayor estabilidad en conexión, mayor ancho de banda, una menor latencia y mayor escalabilidad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál será el diseño de la red Óptica utilizando el estándar GPON para brindar el servicio de telemedicina en la ciudad de Abancay, Apurímac, 2021?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cómo será el Diseño de la red óptica utilizando el estándar GPON para brindar el servicio de telemedicina interactiva en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2021?
- b) ¿Cómo será el Diseño de la red óptica utilizando el estándar GPON para el servicio de telemedicina con tecnología de almacenamiento y transporte de imágenes, datos y video en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2021?
- c) ¿Cómo será el Diseño de la red óptica utilizando el estándar GPON para la estabilidad de conexión en la monitorización de pacientes a distancia en el servicio de telemedicina en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2021?

1.3. Importancia y Justificación del estudio

1.3.1. Importancia

La aplicación de este estudio busca brindar un servicio de salud a distancia o telemedicina en la ciudad de Abancay, el cual ya era requerido por la falta de especialistas en la localidad y ahora con más urgencia debido a la coyuntura actual que vivimos producto de la pandemia. Para ello diseñaremos una red de fibra óptica, puesto que es la mejor y más novedosa solución tecnológica para transporte de datos, de esta manera podremos mejorar la capacidad del ancho de banda y la conexión actual, en tal sentido cumpliremos con los requerimientos necesarios para la aplicación del servicio de telemedicina.

1.3.2. Justificación

Justificación Técnica: Realizar una mejora de la red en la localidad de Abancay, empleando una red de fibra óptica y así aprovechar mejor sus beneficios, el cual permitirá tener mayor estabilidad en el ancho de banda, un mejor tráfico de información para una transmisión segura de los datos y se logrará una flexibilidad para reaccionar ante un crecimiento de la red.

Justificación Social: Brindar el servicio de salud a distancia o telemedicina es un beneficio que ayudará a todos los pacientes de la localidad de

Abancay. La escalabilidad de la red permitirá expandirse a otras localidades y centros poblados, puesto que en la sierra es muy notable la falta de especialistas de la salud.

1.4. Delimitación del estudio: Teórica, Espacial, Temporal

- Teórica: Los conocimientos teóricos que se abordarán en este proyecto son los de redes de transporte óptico, estándar GPON, escalabilidad, aplicaciones de Telemedicina.
- Espacial: El estudio se realizará en la localidad de Abancay, Región Apurímac.
- Temporal: Este proyecto de tesis comprende un periodo de realización que va desde el mes de mayo del 2021 hasta el mes de diciembre del 2021.

1.5. Objetivos de la Investigación

1.5.1. Objetivo General

Diseñar una red Óptica utilizando el estándar GPON para brindar el servicio de telemedicina en la ciudad de Abancay, Apurímac, 2021.

1.5.2. Objetivos Específicos

- a) Diseñar una red óptica utilizando el estándar GPON para brindar el servicio de telemedicina interactiva en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2021.
- b) Diseñar una red óptica utilizando el estándar GPON para el servicio de telemedicina con tecnología de almacenamiento y transporte de imágenes, datos y video en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2021.
- c) Diseñar una red óptica utilizando el estándar GPON para la estabilidad de conexión en la monitorización de pacientes a distancia en el servicio de telemedicina en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2021.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Histórico

Los sistemas ópticos de comunicación, se originan hace dos siglos, el "Telégrafo Óptico" fue inventado por el ingeniero Claude Chappe en 1790. Este consistía en montar una serie de semáforos en torres en donde un operarador podía transmitir mensajes de una torre a otra. (Pinto García & Felipe Cabezas, 2014)

En 1983, el MCI, de los Estados Unidos fue la primera en tender una Red de Fibra óptica a nivel nacional en dicho país. A finales de los años 80's, los sistemas empezaban sus operaciones cada vez a mayores longitudes de onda. La Fibra de dispersión desplazada aparecio en 1985, iniciandose una nueva estapa en las comunicaciones ópticas al conseguir la unión de una baja atenuación a 1550 nm, consiguiendo una dispersión nula usando la misma longitud de onda, logrando mayores velocidad y de esta manera transportar los datos a mayores distancias. A principio de los 90's se da otro avance tecnológico, al hallarse la fibra dopada con erbio (EDFA). Esta nueva tecnología no sólo supero las limitaciones que se tenian en la velocidad para la regeneración electrónica, sino que tambien permitió transimitir en tramos más largos. (Pinto García & Felipe Cabezas, 2014, pág. 17)

Pero sucedió que el atributo que logro que la fibra de dispersión desplazada sea la más fiable, también era la principal cuasante de los inconvenientes con las demandas de WDM (multiplexado por división de longitud de onda). La potencia extra que debía transportar la fibra debido al uso de varios amplificadores por cada longitud de onda mostro como resultado los efectos de transmisión no lineales. Uno de los pricipales efectos que se observan es el de la mezcla de cuatro ondas (FWM). En FWM, las longitudes de onda múltiples se combinan para formar otras nuevas las cuales pueden interferir potencialmente en la transmisión. El efecto es más critico cuando la dispersión se acerca a cero. (Pinto García & Felipe Cabezas, 2014, pág. 17)

Por otro lado, la telemedicina se viene practicando hace muchos años atras y por ende, no es una nueva práctica. Algunos piensan que la telemedicina se remonta a la creación del teléfono. El Dr. Alexander Graham Bell utilizó el teléfono para pedir ayuda ya que estaba enfermo. Aunque, la telemedicina ya se practicaba por medio del telégrafo unos años antes. Y poco tiempo después empezó a practicarse mediante la radio: la telemedicina en el transporte marítimo se inició en el año de

1920, cuando los países comenzaron a ofrecer asesoramiento médico desde los hospitales a su flota de barcos mercantes, utilizando el código Morse. El Hospital de la Universidad de Sahlgrens de Gotemburgo (Suecia) comenzó a prestar dichos servicios en 1923. (Kopec poliszuk & Salazar Gómez, 2006, pág. 29)

De esta manera, vemos que la práctica de la telemedicina apareció por la necesidad de realizar diagnósticos a pacientes que se encontraban en zonas alejadas de los hospitales y no podían viajar. Asimismo, se tenía que ayudar a las ciudades pequeñas y lejanas suministrando medios tecnológicos a los médicos para que puedan ejercer su profesión de la mejor manera posible. Desde sus inicios, el interés por la telemedicina va en aumento. Actualmente se desarrollan redes de telecomunicaciones para transmitir la información de los pacientes a los médicos y viceversa, cada vez con mayor rapidez que antes y prácticamente desde cualquier lugar. Estas mismas redes nos permiten acceder a los historiales de los pacientes y a las bibliotecas médicas, también facilitan las comunicaciones entre médicos especialistas y así suministrar más prontamente un diagnóstico médico más seguro. La tecnología que involucra la telemedicina avanza cada vez más rápido, de modo que la telemedicina se tornará más accesible para más personas, regiones y países. (Kopec poliszuk & Salazar Gómez, 2006, pág. 33)

2.2. Investigación relacionada con el tema

2.2.1. Antecedentes Internacionales

Gustavo Zamosa (2017) en su tesis titulada: “*Análisis de la viabilidad de un Servicio de Telemedicina Tele radiología (TR) del Hospital Clínico de la Universidad de Chile (HCUCH) con establecimientos del Ministerio de Salud (MINSAL) u otros, a través de un marco de análisis de factores humanos, organizacionales y tecnológicos (HOTfit)*”. Realizada en la universidad de Chile para optar al grado de Magíster en Informática Médica. Concluye que: No se cumplió la hipótesis planteada para evaluar la viabilidad del proyecto HIS de Tele radiología (TR) en el HCUCH que los factores Organizacionales fueron los más decisivos que los Tecnológicos y Humanos según el marco de evaluación HOT-fit, resultando en cambio los Tecnológicos. Se logra concluir entonces que el ranking de importancia de los factores estuvo encabezado por los Tecnológicos, seguido por los Organizacionales y los Humanos. Los scores usados para decidir el ranking fueron validados

estadísticamente con respecto a sus diferencias. Como resultado, el resultado de esta tesis al determinar el ranking de factores y subfactores puede considerarse como una herramienta para evaluar la viabilidad de la TR ya sea en el HCUCH o en otros establecimientos a nivel nacional. Para determinar la viabilidad de la TR en el HCUCH, habría que analizar el grado de desarrollo en la institución, de los factores mejor rankeados aquí expuestos. Juan Gonzáles (2015) en su tesis llamada “*Estudio para la aplicación de la telemedicina en consultas y diagnósticos a distancia en el hospital Teodoro Maldonado carbo de Guayaquil*”. De la universidad católica de Santiago de Guayaquil para la obtención del grado académico de Magíster en Telecomunicaciones. Tiene como objetivo Diseñar un proyecto para la implementación de la telemedicina en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo de Guayaquil, incluyendo un área para el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan la comunicación de manera rápida y eficaz en la medicina acorde con las exigencias actuales de la modernización. Y concluye que: La tecnología FSO es útil y práctica ya que al transmitir luz a través de la atmósfera alcanzando altas velocidades ya que su única limitante las pérdidas producidas por las condiciones climáticas extremas. Más los esfuerzos por conseguir los equipos indicados por parte de los fabricantes han sido satisfactorios ya que actualmente estos equipos tienen un alto grado de confiabilidad.

Kerly Suárez (2018) en su investigación titulada: “*Implementación de enlaces descendentes en GPON para evaluación del desempeño en transmisiones 2.5 Gbps utilizando OptiSystem*”. De la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil para la obtención del título de ingeniera en telecomunicaciones tiene el siguiente objetivo, Necesidad de realizar modelos de simulación de redes GPON a través de la implementación de enlaces descendentes para evaluación del desempeño de transmisiones a 2.5 Gbps utilizando el software de simulación OptiSystem. Y concluye que: En el trabajo de titulación se debate el rendimiento de una red óptica pasiva de alta capacidad (GPON) para diferentes longitudes de onda y potencia en un sistema que tiene múltiples usuarios. La arquitectura GPON brinda servicios convergentes de voz y datos con velocidades de hasta 2.5 Gbps. El rendimiento de un sistema de comunicación digital se califica por su BER o factor Q.

2.2.2. Antecedentes Nacionales

Katherine Galarratea y Kerly Gil (2018) en su tesis de investigación titulado: *Diseño de una red de telemedicina para dar soporte al proceso de telediagnóstico en la atención de los pobladores de la comunidad del Prado*. Realizado en la ciudad Trujillo – La Libertad en la Universidad Nacional de Trujillo para la obtención del título profesional de Ing. Informático. Concluye que: Se demuestra que es viable el diseño de la Red, porque nos permite interconectar los dos establecimientos, de esta manera los especialistas dar un diagnóstico adecuado de las enfermedades. A través del diseño de la red de telemedicina se mejoró los diagnósticos de enfermedades, reducir tiempo, optimizar costos, mejorar la calidad de los servicios, disminuir riesgos y el traslado innecesario de los pacientes de la comunidad de El Prado.

Elliot López (2016) en su tesis: *Diseño de una red de fibra óptica para la implementación en el servicio de banda ancha en Coishco(Ancash)*. de Lima, Perú de la universidad de ciencias y humanidades para obtener el título de ingeniero electrónico con mención en telecomunicaciones. Tiene como objetivo general el de diseñar una red que nos permita mejorar la velocidad y la capacidad de transmisión en internet, televisión digital, telefonía y servicios multimedia que inciden en los niveles de satisfacción para los usuarios de Coishco (Ancash). Y concluye que:

Se pudo determinar que el uso de nuevas tecnologías tiene un ancho de banda estándar necesario de 2,5 Gbps, entonces los habitantes de Coishco requieren aproximadamente este valor.

Molina, B. (2018) en su investigación titulada *"Diseño de una red de telemedicina para envío de imágenes médicas usando nodos de conexión de la red dorsal nacional de fibra óptica entre el centro de salud de Urcos y el hospital regional del cusco entre las provincias de cusco y Quispicanchis"*; realizado en la ciudad de Lima, para obtener el título de ingeniero electrónico y telecomunicaciones concluye que: Fue posible diseñar una red de telemedicina entre el Hospital Regional y el Centro de Salud de Urcos para la transmisión de imágenes médicas de los estudios más solicitados de la provincia del cusco y en el distrito de Urcos. Primero elegimos el tipo de red de comunicación Radio enlace IP debido a su pronta implementación y

configuración de sus equipos, ya que no demandan un alto costo, luego realizamos los cálculos del ancho de banda con el que trabajaremos, por último, elegiremos los equipos a usar teniendo en cuenta las características principales para realizar un radio enlace exitoso.

2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1. Redes Ópticas

La industria de las telecomunicaciones y las redes de proveedores de servicios están evolucionando rápidamente para hacer frente a la explosión de tráfico digital, provocado por los servicios multimedia, las aplicaciones para dispositivos móviles, las redes sociales, el protocolo de transmisión de voz por Internet (VoIP) y la computación en la nube, y una serie en constante crecimiento de aplicaciones con altos requerimientos de ancho de banda. Durante décadas el tráfico de las redes de los proveedores de servicios estuvo dominado por las llamadas de voz, en las que el tráfico se transmitía a través de redes basadas en circuitos en una conexión de red predecible entre pares de terminales. En la actualidad, la mayor parte del tráfico se realiza en paquetes, generados por una variedad de servicios y aplicaciones en patrones de tráfico impredecibles y en ráfagas con exigencias variables en el ancho de banda y el rendimiento de la transmisión de datos. Las redes de proveedores de servicios que alguna vez estuvieron optimizadas para el tráfico de voz ahora necesitan una nueva tecnología de transporte que pueda ocuparse de los patrones de tráfico y el contenido de las redes modernas. (Paul Littlewood, Fady Masoud, Earl Follis, 2015)

Las tecnologías de transporte de la generación anterior, como la red óptica síncrona (SONET) y la jerarquía digital síncrona (SDH), no se diseñaron para servicios de alta capacidad y dominados por paquetes que requieren de capacidades de transmisión de 40 Gb/s o más. Teniendo esto en cuenta, los visionarios de la industria de las telecomunicaciones crearon la red de transporte óptico u OTN, que la International Telecommunications Union (ITU) estandarizó como G.709. (Paul Littlewood, Fady Masoud, Earl Follis, 2015)

Las redes que utilizan de tecnología OTN son diseñadas y optimizadas para ser compatibles con las aplicaciones actuales que emplean una capacidad de

red masiva, de esta manera OTN se convierte cada vez más en el estándar de transporte más usado para satisfacer la demanda en el crecimiento de capacidad de red. El Sector de Normalización de Telecomunicaciones de la ITU (ITU-T) define OTN en una serie de estándares, entre los cuales la especificación G.709 actúa como la principal definición de la tecnología. Los estándares del ITU-T tratan el formato de encapsulación, la multiplexación, la conmutación, la administración, la supervisión y la supervivencia de los canales ópticos que transportan cargas útiles de los clientes. OTN también ofrece la capacidad de medir el rendimiento de las redes entre los dominios de distintos proveedores de servicios y de brindar servicios monitoreados, de extremo a extremo y sin problemas. (Paul Littlewood, Fady Masoud, Earl Follis, 2015)

I. Funcionamiento general

En la Oficina Central (OC) se encontrará la OLT, este enviará el servicio hacia un divisor óptico el cual repartirá la señal a cada usuario a una ONT. Debido a que el FTTH con GPON tiene un alcance de 20 kilómetros, “última milla”, se podrá cubrir un gran rango con una buena calidad de servicio, así como se muestra en la figura 1.

El OLT transmite los datos y la voz a una ONT con una longitud de onda de 1490 nm y el envío de video se usa una longitud de onda de 1550 nm. Por otro lado, para enviar la señal desde la ONT hacia la OLT se logra a través de una longitud de onda de 1310 nm. Por lo que estas señales no se interferirán en ningún momento. (C.Lin, Ed. Wiley, 2006)

Arquitecturas Típicas de una Red FTTH:

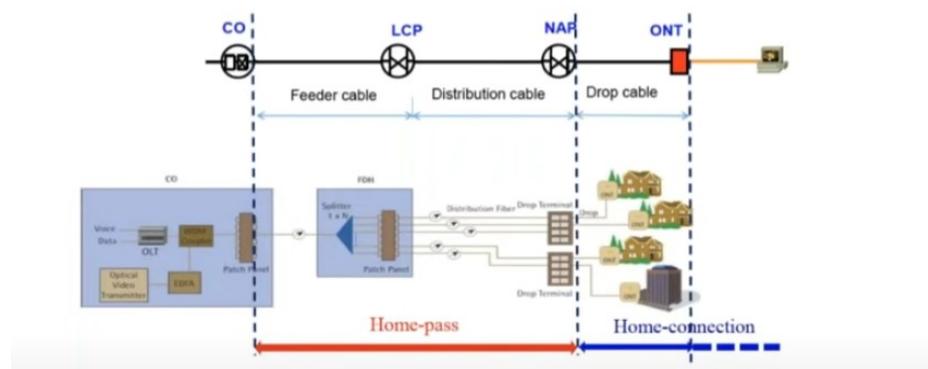


Figura N°1: Arquitectura de una red óptica FTTH.

Fuente: Introducción a Redes FTTH y GPON

II. Sistemas pasivos

Los sistemas pasivos son aquellos que no necesitan de una alimentación externa. Estos sistemas reducen considerablemente los costos; debido a que, estos comparten el enlace de transporte y eliminan los dispositivos activos. El enlace de transporte llega hacia un divisor óptico con el fin de llevarles conexión mediante FTTH a los usuarios finales. (Marchukov, 2011)

III. Arquitectura de la red

Existen distintas topologías de red, algunas más eficientes que otras. Estos se mencionan a continuación.

A. Arquitectura punto a punto

La arquitectura punto a punto, posee un costo muy elevado ya que son enlaces dedicados. No se trata de sistemas muy utilizados en arquitectura de fibra hasta el hogar. Este tipo de arquitecturas tienen un enlace directo desde el OLT a los ONT mediante fibra óptica. Este enlace suele utilizar un sistema bidireccional. Utiliza distintas longitudes de ondas para cada servicio que se quiera dar (voz, datos, IPTV). En la figura 2, se muestra la arquitectura punto a punto. (Marchukov, 2011).

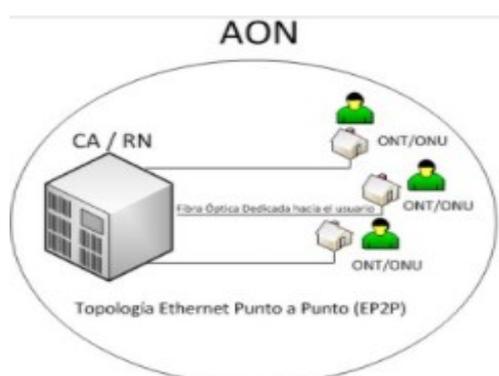


Figura N°2: Arquitectura punto a punto.

Fuente: (Cortés, 2018)

B. Arquitectura punto a multipunto

La arquitectura punto a multipunto, comúnmente llamada Red Óptica Pasiva (Passive Optical Network- PON). El objetivo de esta arquitectura es disminuir el precio de la red mediante el uso de elementos pasivos sencillos; debido a que, se reparte los costes

entre varios segmentos de la red. (Marchukov, 2011)

A continuación, en la figura 3 se muestra, la arquitectura punto a multipunto.

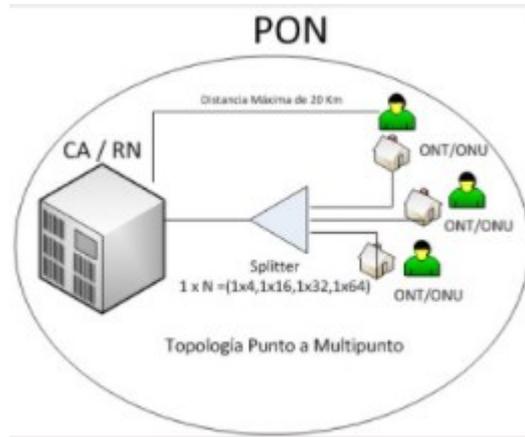


Figura N°3: Arquitectura punto a multipunto.
Fuente: (Cortés, 2018)

IV. Tecnologías FTTx

A. FTTN (Fiber to the Neighborhood o fibra hacia el vecindario)

Es una red de comunicación que usa fibra óptica el cual conecta al proveedor de servicio con un punto de acceso cerca del vecindario. El nodo puede abarcar un área de servicio de hasta 1,5 Km de radio y puede dar cobertura a cientos de usuarios. La fibra que va hasta el nodo nos permite suministrar los servicios de banda ancha, como por ejemplo Internet de alta velocidad. Entre el armario y los usuarios la fibra utiliza protocolos de comunicación de alta velocidad como el acceso de banda ancha por cable (por lo general DOCSIS) o alguna de las tecnologías de línea de abonado digital (xDSL). Otra opción para los proveedores de televisión por cable e internet sería la fibra óptica-cable coaxial (HFC). En la figura 4 se muestra la tecnología FTTN. (Pérez Cuenca, 2012)

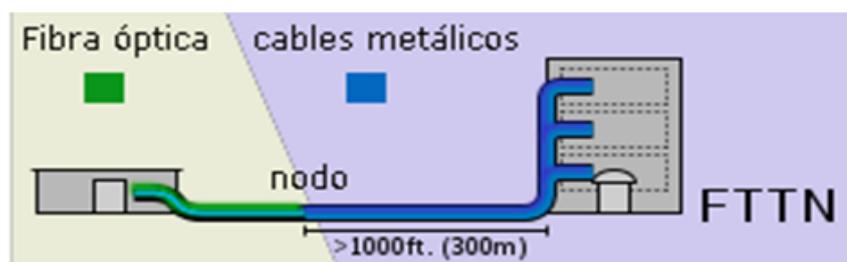


Figura N°4: Fibra hacia el vecindario
Fuente: (Cuesta, 2016)

B. FTTC (Fiber to the Curb o *fibra hasta la manzana*)

FTTC es muy similar a FTTN, pero la diferencia es que el nodo está mucho más proximo al usuario, posiblemente a menos de 300 metros. (Añazco Aguilar, 2013). A continuación, se muestra en la figura 5 la FTTC.

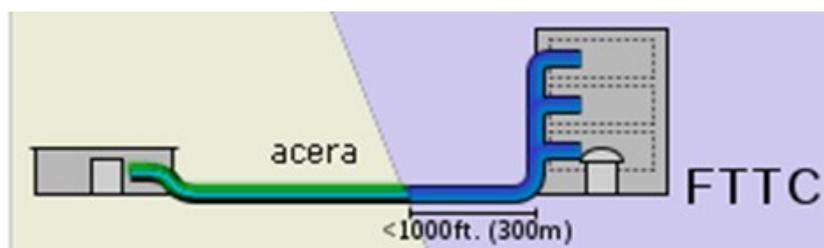


Figura N°5: Fibra hasta la manzana.
Fuente: (Cuesta, 2016)

C. FTTB (Fiber to the Building o *fibra hacia el edificio*)

FTTB es un tipo de red que llega solo hasta el edificio y luego la red interna del edificio que se reparte a cada usuario mediante cobre. (Arturo Osvaldo, 2015). En la Figura 6 se muestra la FTTB.

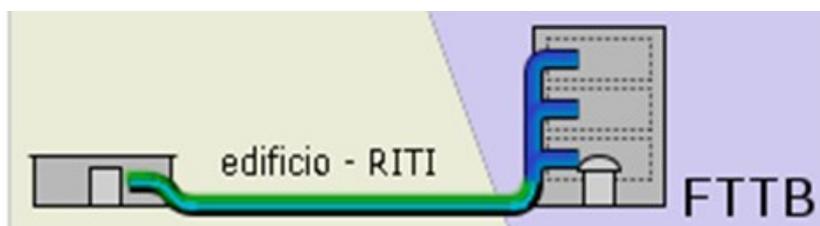


Figura N°6: Fibra hacia el edificio.
Fuente: (Cuesta, 2016)

D. FTTH (Fiber to the home o *fibra hasta la casa*)

FTTH es una forma de transmisión en la cual la fibra se extiende desde la central hasta la vivienda del abonado. Una vez en la vivienda, la señal es retransmitida por todo el lugar utilizando cualquier medio. (Añazco Aguilar, 2013). La figura 7, vemos el tipo de red con el que estamos trabajando nuestra investigación.



Figura N°7: Fibra hasta la casa.
Fuente: (Cuesta, 2016)

2.3.2. GPON (Gigabit Passive Optical Network)

GPON es una red óptica punto-multipunto en la que no existen elementos activos entre la OLT y la ONT. Esta tecnología tiene un tráfico asimétrico de 622 Mbps y 1.25 Gbps; y un tráfico asimétrico descendente de 2.5 Gbps y tráfico asimétrico ascendente de 1.25 Gbps, el cual será usado en la presente tesis. Otras características de esta tecnología es que posee codificación de línea NRZ, encriptación AES y tener máximo de usuario de hasta 128 usuarios por puerto GPON. (Cristhian Oswaldo, 2013) (Cervantes Valencia, Margie Denisse; Pesantez Pesantez, Dolores Margarita; Rosales Basantes, Giomayra Ofelia, 2011) (Pérez Cuenca, 2012)

A. Desventajas de las redes PON

- i. La introducción del divisor óptico pasivo produce pérdidas en el sistema. Por lo que al aumentar el nivel de divisores ópticos en la red aumentaría las pérdidas en el sistema. Otro motivo que produce pérdidas en el sistema es el aumento de usuarios en la red; ya que, al aumentar el número de usuarios se necesitan divisores ópticos de mayor capacidad y por ende un mayor con mayor atenuación.
- ii. La información se transporta a través de un mismo canal físico, lo cual aumenta la probabilidad de escuchas lo que disminuiría la seguridad de la red. Para este inconveniente se debe establecer un alto nivel de encriptación.
- iii. Los usuarios están conectados a la OLT de un mismo canal físico, entonces si el canal físico se rompe los usuarios que estén después de la ruptura perderían el servicio temporalmente. Como solución para este inconveniente se recomienda tener dos niveles de divisor óptico. El primero una arquitectura anillo y el segundo con arquitectura de árbol. Entonces si existiera una ruptura en alguna parte de la red este tendría dos caminos para brindar el servicio. (Arturo Oswaldo, 2015)

B. Ventajas de las redes PON

- i. El uso de elementos pasivos abarata los costos en el despliegue de la red y de mantenimiento.

- ii. El alcance es mayor a comparación de las tecnologías existentes en el mercado, para brindar el servicio. La distancia máxima entre la OLT y ONT es de 20 Km; mientras que en las otras tienen un alcance máximo de 3 Km.
- iii. La tasa descendente puede alcanzar los 2.5 Gbps para el usuario. Por lo que es capaz de proporcionar el servicio de triple play (datos, video y telefonía). (Arturo Osvaldo, 2015)

2.3.3. Telemedicina

El alcance de la telemedicina ha ido aumentando a medida que se ha desarrollado más tecnología. En esta tesis se veremos 3 tipos de aplicaciones:

- Telemonitorización
- Telecirugía
- Teleconsulta

I. Teleconsulta

La teleconsulta es el intercambio de información o asesoramiento por parte de personal médico local o externo, empleando tecnologías de información y telecomunicaciones. Esta puede ser desarrollada entre pacientes y médicos o solo entre médicos. En la actualidad es la aplicación de telemedicina que mayor demanda tiene, ya que siendo la consulta médica la base de la práctica clínica de la medicina, la teleconsulta representa aproximadamente el 35 % del uso de total de las redes de telemedicina. De acuerdo a Fergusson la interacción entre el médico y el paciente se puede dar por vía directa o por terceras personas, siendo su interacción en *sincronía o asincronía*. (Norris, 2002) (Ferguson, 2006)

II. Telemonitorización

El telemonitoreo se define como el uso de las tecnologías de información y telecomunicación para obtener información de rutina o especial con respecto a la condición de los pacientes. Este tipo de telemedicina permite a los profesionales en salud obtener y monitorear las variables fisiológicas, resultados de exámenes, imágenes y sonidos

provenientes del paciente con el fin de decidir cuándo y cómo debe realizarse un ajuste al tratamiento del paciente. Por lo general es desarrollado desde el hogar del paciente o centros de enfermería. En la actualidad, la diversificación y sofisticación de las tecnologías de la telecomunicación ha posibilitado el monitoreo de ECG, niveles de insulina, variables cardiacas, sistemas de diálisis y variables fisiológicas, entre las más importantes. (Hersh WR, 2006) (Norris, 2002)

III. Telecirugía

La telecirugía es el desarrollo de cirugías a distancia, por lo tanto, la visualización y manipulación es realizada por dispositivos tele-electrónicos y una red de telecomunicaciones. El principal objetivo de la telecirugía es brindar un servicio quirurgico a pacientes que, por razones de inaccesibilidad, presencia en ambientes peligrosos, no pueden ser atendidos dentro de los centros de salud. La Telecirugía es practicada de 2 formas distintas: la primera hace referencia a la teleeducación o "telementoring", en donde se da asistencia virtual de parte de un médico especialista, hacia un cirujano con el fin de desarrollar adecuadamente los procedimientos quirúrgicos.

La segunda forma se denomina cirugía *telepresencial* y es desarrollada por médicos cirujanos, los cuales por medio de brazos robóticos, micro cámaras, ecografía, láser e instrumentos ópticos de alta resolución y tecnología de punta en telecomunicaciones, entre otros; realizan las cirujias a distancias. cabe destacar que este tipo de telemedicina actualmente es soportado por instituciones que desarrollan cursos académicos y transmiten cirugías alrededor del mundo con el fin de "*teleeducar*" a un gran número de profesionales en salud. (Norris, 2002) (Stanberry, 2000)

2.3.4. Aplicaciones clínicas de la telemedicina

La telemedicina tiene como principal objetivo llevar los servicios de salud a un mayor número de personas y lugares a los que por disposición geográfica o tiempo es difícil acceder. Gracias a esta tecnología, en los centros de salud rurales, donde no hay presencia de especialistas, se puede

acceder a especialidades clínicas como la oncología, dermatología, psiquiatría, radiología, cardiología entre otras.

Algunas de estas aplicaciones más solicitadas son:

I. Teleradiología

Es la aplicación que mayor tiempo de desarrollo tiene, empezó en el año de 1929. En la actualidad se emplean diversos estándares y guías, como DICOM, y se transmite varios tipos de imágenes tales como: radiografías, tomografía, resonancia magnética, ultrasonido y mamografías, entre otros. Por lo general son aplicaciones de almacenamiento y envío. (V. Della Mea, 2005) (Guler NF, Ubeyli ED, 2002)

II. Telepatología

La telepatología es una de las aplicaciones que mayor se ha estado desarrollando ultimamente, debido a la utilización de la fotografía digital y su fácil almacenamiento. En esta especialidad son muy comunes las aplicaciones de “almacenamiento y envío”, pero gracias al avance de las tecnologías de telecomunicaciones, se han implementado aplicaciones en tiempo real, en donde el patólogo puede manipular el microscopio a distancia, analizar las imágenes o video y brindar su diagnóstico. (V. Della Mea, 2005) (Wootton, 2006) (Guler NF, Ubeyli ED, 2002)

III. Teledermatología

Las aplicaciones en teledermatología transfieren imágenes de lesiones dermatológicas, incluyendo datos y texto con la historia clínica e información de la consulta. Estas aplicaciones son desarrolladas tanto en tiempo real como en “almacenamiento y envío” y presentan grandes niveles de concordancia con los diagnósticos brindados observando directamente al paciente. En la actualidad, la teledermatología e igualmente la teledermatopatología son áreas de gran interés y desarrollo, estándares como DICOM y protocolos para la adquisición de imágenes están siendo parcialmente adaptados a estas aplicaciones con éxito. (DJ Eedy, R. Wootton, 2001)

IV. Teleoftalmología

La telemedicina ha sido utilizada para el diagnóstico de la retinopatía en el síndrome de inmunodeficiencia adquirida y enfermedades de la

superficie ocular, mediante el uso de videocámaras. Estas aplicaciones son por lo general de “almacenamiento y envío”, enviando tanto video e imágenes estáticas, como texto y datos. Diversas aplicaciones han desarrollado módulos de procesamiento de imágenes, brindando un mejor diagnóstico y estudio de las enfermedades oculares. (Paunksnis A, Barzdziukas V, Jegelevicius D, Kurapkiene S, Dzemyda G, 2006)

V. Telecardiología

La cardiología es una de las principales especialidades que se desarrollan en el ámbito de la medicina y la telemedicina, desde la teleconsulta en tiempo real hasta el monitoreo desde el hogar.

La telecardiología es una aplicación que viene siendo utilizada desde hace casi 100 años. Las diversas aplicaciones en telecardiología son clasificadas en pre hospitalarias, hospitalarias y post hospitalarias. Los sistemas en telecardiología están basados en dispositivos de ECG que transmiten la información vía Web, telefónica o inalámbrica. En la actualidad diversas aplicaciones cuentan con desarrollo en inteligencia artificial y procesamiento de señales que brindan una mejor descripción de los ECGs y por consiguiente mejor diagnóstico. Igualmente favorecen la transmisión a lugares lejanos y su almacenamiento. (Scalvini S, Capomolla S, Zanelli E, Benigno M, Domenighini D, Paletta L, Glisenti F, Giordano A., 2005)

2.4 Definición de términos básicos

OTN: (*Optical Transport Network*) por sus siglas en inglés. Son un conjunto de elementos de red óptica conectados mediante fibra óptica capaces de proveer transporte, multiplexación, enrutado, gestión y supervisión de las señales ópticas. La red de transporte óptico según la norma G.709 permitirá que los operadores preparen el terreno para una infraestructura de red de servicios múltiples optimizada en tráfico IP. (Paul Littlewood, Fady Masoud, Earl Follis, 2015)

OLT: (Terminal de línea óptica): un terminal de línea óptica; Un dispositivo terminal para conectar un tronco de fibra. El dispositivo OLT es un dispositivo de oficina central importante. Se puede conectar al Switch frontal (capa de agregación) mediante un cable de red y convertirlo en una

señal óptica. (Paul Litlewood, Fady Masoud, Earl Follis, 2015)

FTTH: (*Fiber To The Home*) es una tecnología de telecomunicaciones que consiste en la utilización de cableado de fibra óptica y sistemas de distribución ópticos para la provisión de servicios de Internet, Telefonía IP y Televisión (IPTV) a hogares, negocios y empresas. (Pérez Cuenca, 2012)

SONET: La Red Óptica Síncrona, es un estándar creado para la transmisión digital de grandes cantidades de información en redes de fibra óptica mediante el uso de láser o diodos emisores de luz led. (Paul Litlewood, Fady Masoud, Earl Follis, 2015)

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipificación de la Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación a realizarse en la tesis es tecnológica y aplicada, debido a que se diseñará una red de transporte óptico que permitirá mejorar en cuanto a una solución tecnológica de acuerdo a la necesidad de la clínica y pacientes. Según las siguientes definiciones:

Huamani, nos dice que la investigación tecnológica, “Es aquella que responde a problemas técnicos, aprovechándose del conocimiento teórico científico producto de la investigación básica. Asimismo, organiza reglas técnicas cuya aplicación posibilita cambios en la realidad. Se define también como investigación utilitaria. Tiene el propósito de aplicar los conocimientos teóricos a determinada situación específica. Por lo cual, busca conocer para hacer, actuar, construir y modificar, preocupándose por la aplicación inmediata sobre una realidad circunstancial antes de desarrollar algún conocimiento de valor universal”. (pp. 5-6)

Según Sánchez, Carlessi y otros (1998), la investigación aplicada “es

llamada también constructiva o utilitaria, se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ella se deriven” (p.13).

3.1.2. Nivel de Investigación

- Exploratorio o formulativo: Tiene por objetivo, la formulación de un problema para posibilitar la investigación más precisa o el desarrollo de una hipótesis. (Behar, 2008, p16)
- Descriptivo: Permiten detallar el fenómeno estudiado básicamente a través de una medición de uno o más de sus atributos. (Behar, 2008, p. 17)
- Explicativo: Está orientado a la identificación y análisis de las causales (variables independientes) y sus resultados, los que se expresan en hechos verificables (variables dependientes).” (Behar, 2008, p. 18)
- Correlacional: El objetivo de este nivel es saber cómo se puede comportar una variable conociendo el comportamiento de otra variable relacionada (evalúan el grado de relación entre dos variables). (Behar, 2008, p. 19)
- Experimentales: En este nivel se desea comprobar los efectos de una intervención específica, en este caso el investigador tiene un papel activo, pues lleva a cabo una intervención. (Behar, 2008, p. 19).

Debido a los niveles explicados previamente podemos decir que la siguiente investigación es de Nivel explicativo.

3.2. Ubicación del lugar a realizarse el estudio

En la figura N°8 vemos el diseño de la red de transporte que se realizó en la localidad de Abancay, departamento de Apurímac, dado que solo cuenta con dos hospitales medianamente equipados y los demás solo son postas con nula implementación de equipos médicos. En la figura 8 se puede observar los centros de salud que forman parte de la red.

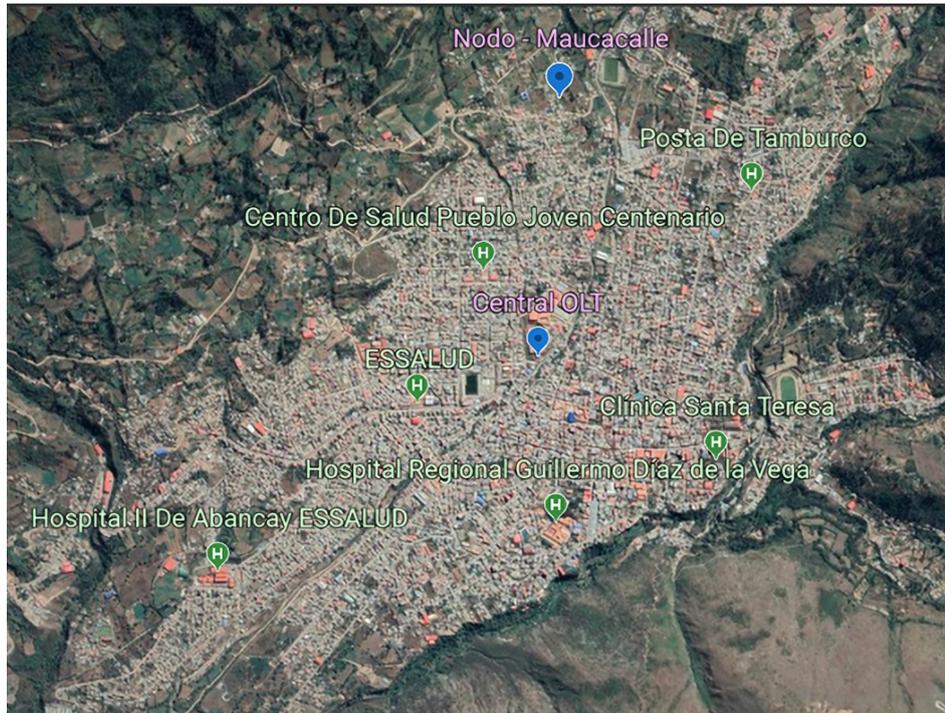


Figura N°8: Mapa de la localidad de Abancay con los principales centros de la red.

Fuente: Google Earth (<https://earth.google.com/web/@-13.63179254,-72.8850851,2427.94673005a,3894.90163471d,30y,0h,0t,0r>) - (13/09/2021).

3.2.1. Centros de salud en la Red

En esta investigación incluimos a la red de transporte los ocho centros de salud más importantes de la ciudad de Abancay, los mismos que son comprendidos por dos hospitales, 4 postas de salud, la sanidad PNP y la clínica santa teresa. Todos estos forman parte de la red y se muestran en la tabla N°1.

Tabla N°1: Centros de salud pertenecientes a la red de transporte.

Centros de salud	Imágenes referenciales de los centros de salud
------------------	--

Hospital Regional
Guillermo Diaz de
la Vega



Hospital II de
Abancay ESSALUD



ESSALUD Américas



Centro de Salud
Metropolitano



Sanidad PNP
Abancay

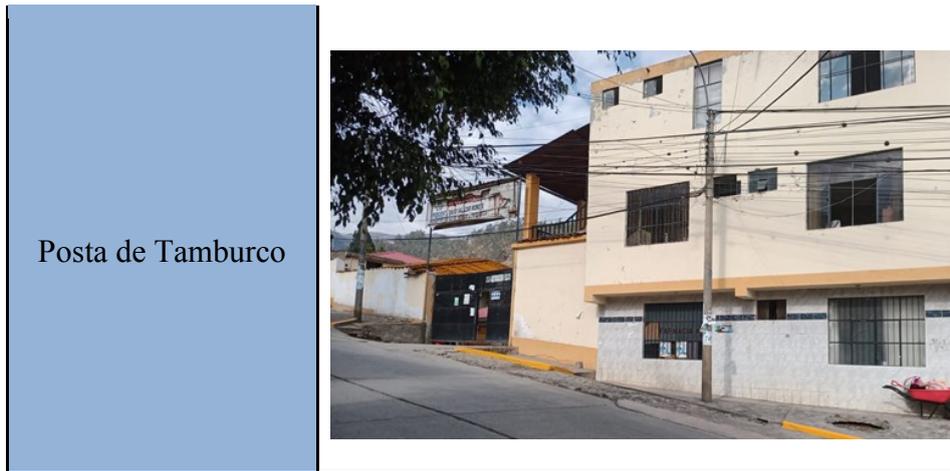


Clínica Santa Teresa



Centro de Salud
Pueblo Joven





Posta de Tamburco

Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo con los centros de salud en la tabla 2 se muestra la ubicación geográfica con sus respectivas coordenadas de latitud y longitud, estos sirven para medir las distancias de la fibra.

Tabla N°2: Coordenadas geográficas de los Centros de salud de la red

Centros de salud	Latitud	Longitud
Hospital Regional Guillermo Díaz de la Vega	-13,6396561°	-72,8817175°
Hospital II de Abancay ESSALUD	-13,641833°	-72,896801°
ESSALUD	-13,6332927°	-72,8864449°
Centro de Salud Metropolitana	-13,6335199°	-72,877011°
Sanidad PNP	-13,6311091°	-72,8881512°
Clínica Santa Teresa	-13,6369551°	-72,8747109°
Centro de Salud Pueblo Joven	-13,6289407°	-72,8848704°
Posta de Tamburco	-13,6257071°	-72,8733692°

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Diseño de la planta externa

El diseño de la planta externa será evaluado en 4 puntos, los cuales son: ubicación del equipo terminal (OLT), la ubicación de los divisores ópticos primarios, ubicación de los divisores ópticos secundarios y la ruta de la fibra. La red de alimentación tendrá una arquitectura en anillo, para así tener una red con redundancia. La red de alimentación iniciará en un puerto y terminará en otro puerto

del mismo OLT. El puerto de inicio estará en modo activo y el otro puerto en modo pasivo. El puerto de modo pasivo se activará cuando exista una falla en la red de alimentación y así evitar la desconexión del enlace. Por otra parte, la red de distribución tendrá una arquitectura de árbol; puesto que, con esta arquitectura se podrá llegar a los centros de salud mencionados.

3.3.1. Ubicación del Equipo terminal de línea (OLT)

La Central - OLT está ubicada en la Av. Seoane cruce con la Av. Perú donde se encuentran la central de Telefónica, mientras que el Nodo se encuentra en la Urbanización Maucacalle, como se observa en la Figura N°9.



Figura N°9: Ubicación de la central OLT.

Fuente: Google Earth (<https://earth.google.com/web/@-13.63179254,72.8850851,2427.94673005a,3894.90163471d,30y,0h,0t,0r>) - (13/09/2021).

A continuación, observamos la tabla 3 con las coordenadas del Nodo y el OLT.

Tabla N°3: Coordenadas geográficas y distancia del OLT y el Nodo.

Nombre	Latitud	Longitud
Nodo Maucacalle	-13,621896°	-72,8816°

Central - OLT	-13,6321042°	-72,8812997°
---------------	--------------	--------------

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. Red de alimentación

La red de alimentación tiene una arquitectura de anillo estará conformada por dos divisores ópticos primarios de 2x4, los cuales serán nombrados como: A y B. El divisor A se encuentra ubicado en la esquina de la Av. Magisterial y Perú, mientras que el divisor B está ubicado en la Av. Prado Bajo. Tal como se muestra en la figura N°10.



Figura N°10: Ubicación de los divisores primarios o red de alimentación.

Fuente: Google Earth (<https://earth.google.com/web/@-13.63179254,-72.8850851,2427.94673005a,3894.90163471d,30y,0h,0t,0r>) - (13/09/2021).

A continuación, en la siguiente tabla 4 se muestran las coordenadas geográficas.

Tabla N°4: Coordenadas geográficas de los divisores primarios y la central OLT.

Nombre	Latitud	Longitud
Divisor A	-13,6324782	-72,8818956
Divisor B	-13,6352061	-72,8798026

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Red de distribución

La red de distribución está conformada por ocho divisores ópticos secundarios de 1x8. Estos se encuentran ubicados en los postes que están al frente de cada centro de salud y los enumeramos del 1 al 8. Y se muestran en la siguiente figura.

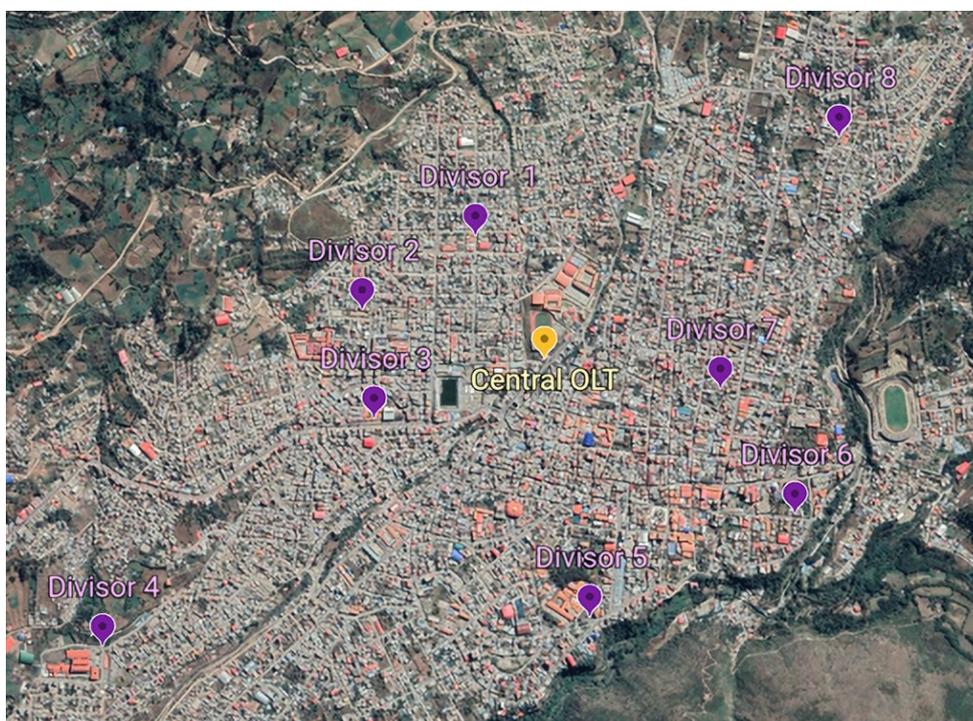


Figura N°11: Ubicación de los divisores secundarios o red de distribución.

Fuente: Google Earth (<https://earth.google.com/web/@-13.63179254,-72.8850851,2427.94673005a,3894.90163471d,30y,0h,0t,0r>) - (13/09/2021).

A continuación, en la tabla 5 mostramos las coordenadas geográficas de los divisores secundarios que forman parte de la red de distribución.

Tabla N°5: Coordenadas geográficas de los divisores secundarios.

Nombre	Latitud	Longitud
Divisor 1	-13,6306214	-72,8829622
Divisor 2	-13,6316705	-72,8851597
Divisor 3	-13,6348033	-72,8872475
Divisor 4	-13,6422055	-72,8948741
Divisor 5	-13,6402562	-72,8792525
Divisor 6	-13,637507	-72,8731717

Divisor 7	-13,6333017	-72,8767271
Divisor 8	-13,6256111	-72,8732531

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.4. Rutas de la red óptica

Para definir las rutas de la fibra óptica tomamos en cuenta la redundancia que tendrá dicha red, puesto que la red de alimentación posee una arquitectura tipo anillo. A esta red se conecta la OLT con los respectivos divisores ópticos que se muestran a continuación figura N°12.

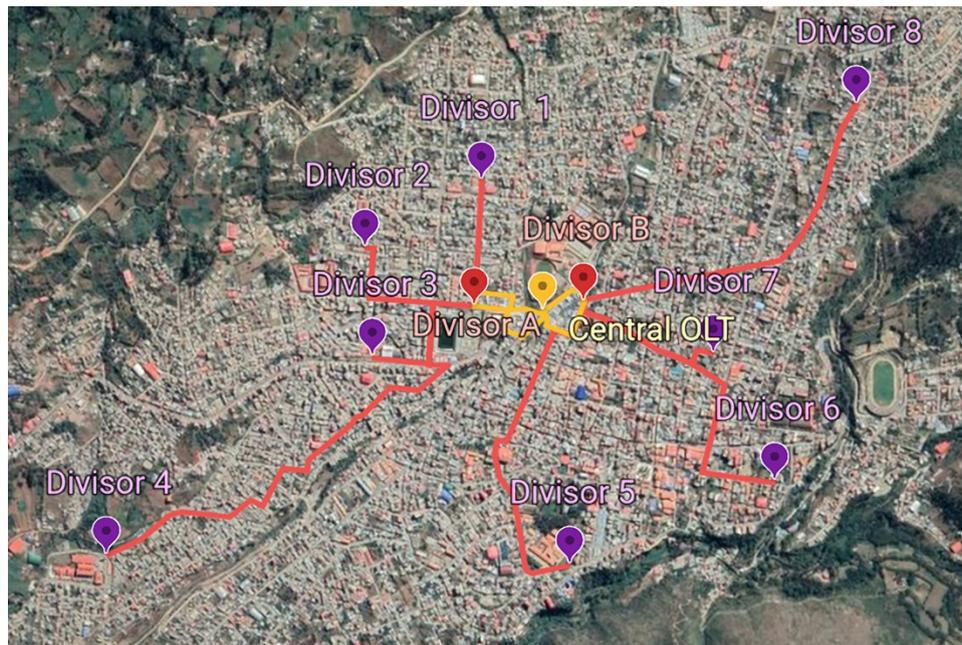


Figura N°12: Ruta de la red óptica.

Fuente: Google Earth (<https://earth.google.com/web/@-13.63179254,-72.8850851,2427.94673005a,3894.90163471d,30y,0h,0t,0r>) - (13/09/2021).

A continuación, en la tabla 6 se muestran las distancias de todas las rutas presentes en la red.

Tabla N°6: Distancias de las rutas.

Distancia	Distancia (km)
Nodo - OLT	1,55
OLT - Divisor A	0,34
OLT - Divisor B	0,94
Divisor B - OLT	0,19

OLT - Divisor 1	1,02
OLT - Divisor 2	1,14
OLT - Divisor 3	1,13
OLT - Divisor 4	2,52
OLT - Divisor 5	1,61
OLT - Divisor 6	1,5
OLT - Divisor 7	0,89
OLT - Divisor 8	1,58

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Elementos de la red GPON

Los elementos de la red GPON son: Los divisores ópticos primarios y secundarios, cajas terminales de conexión, ONT y OLT.

3.4.1. Tabla comparativa de los principales elementos de red

En la tabla N°7 se aprecian las distintas alternativas de cada elemento que existe en la red. Esta tabla ayudará a escoger la mejor alternativa para diseñar la red FTTH - GPON.

Tabla N°7: Tabla comparativa de los principales elementos de la red.

	Características generales de los elementos de red		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Equipo terminal Óptico	OLT GPON FK-OLT-G8S 8 puertos GPON, 8 puertos uplink (RJ45 / SFP), 2 puertos uplink 10 GE SFT+, 2 puertos de fuente AC	Huawei SmartAX EA5800-X2 32 puertos GPON, 96 puertos GE/FE, 10 puertos GE	ZTE ZXA10 C320 2 (GPON / P2P / XG-PON1), 2 plazas para tarjeta de control, 1 ranura de tarjeta de alimentación, 1 ranura (10GE / GE / FE / E1 / T1)
Divisor óptico (Splitter)	Divisor óptico primario furukawa 2X4: Pérdida de Inserción Máxima 7.3dB. Divisor óptico secundario Furukawa 1X8: Pérdida de	Divisor óptico TUOLIMA 2X4: Pérdida de Inserción 7.8 db +/- 0.5. Divisor óptico TUOLIMA 1X8: Pérdida de Inserción 10 db +/- 0.5	Divisor óptico Silex Fiber 2X4: Pérdida de Inserción max. 7.5/7.7 db. Divisor óptico Silex fiber 1X8: Pérdida de Inserción max. 10.5/10.7 dB

	Inserción Máxima 10.5 dB.		
Equipo terminal de red (Optical Network Termination - ONT)	GPON FK-ONT-G400B/PoE S2 Indoor, 4 puertos de datos Gigabit Ethernet, 1,25 Gbps para upstream y 2.5 Gbps para downstream.	ONT ZTE ZXHN F660 1puerto GPON (SC / APC), 4 puertos 10/100 / 1000Base-T, 2 puertos POTS, 2.488Gbps downstream y 1.244Gbps upstream	ONT NOKIA I-240W 4 puertos ethernet RJ-45 10/100/1000, Interface Inalámbrica 2.4 GHz 802.11 b/g/n Mbps
Cable de fibra óptica	CFOA-AS80 MINIRA Cable monomodo furukawa de 2 a 12 fibras con banos de hasta 80 metros, atenuación máxima 0,4 dB/km	OPTRAL CFO3250378 Monomodo ADSS (aéreo) 24 hilos, G652D 1-Chaqueta c/Kevlar 4kN, ADSS-120u.	Fibra óptica MINI-ADSS-12C Instalaciones aéreas entre postes, Mini ADSS G.652D Monomodo Loose Tube, 80 metros de distancia entre postes y 12 hilos
Caja terminal óptica	Roseta óptica de la marca Furukawa Aplicación en redes internas de FTTx, 1 conector de campo SC para cable drop flat o cable circular + 1 extensión óptica SC o conector de campo SC para fibra aislada 0,9mm.	Roseta óptica AM-RO-10, hasta dos acopladores SC/APC, no incluye pigtail ni adaptador óptico.	La FK-CTOS-16P es una caja flexible, permitiendo dos configuraciones diferentes: sólo con fusiones (hasta 4 bandejas de empalme con 16 soportes cada uno)

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Equipo terminal de línea (Optical line termination-OLT)

El OLT que se muestra en la figura N°13 es un elemento de carácter activo, encargado de enviar la señal hacia los usuarios. Para esta investigación elegimos el OLT GPON FK-OLT-G8S el cual se muestra en la figura 13, ya que posee: 8 Puertos GPON compatibles con ITU-T G.984, 8 puertos de uplink combo 1 GE (RJ45 / SFP), 2 puertos de uplink 10 GE SFP + y 2 ranuras para fuentes AC / DC (Redundancia).



Figura N°13: OLT GPON FK-OLT-G8S
Fuente: (Furukawa, 2019)

3.4.3. Divisor óptico (Splitter)

Es un dispositivo que nos permite distribuir la señal de entrada en N ramas de salida, los clasificamos en distribuidores primarios y secundarios, los primarios pertenecen a la red de alimentación y son de tipo 2x4. Por otro lado, los distribuidores secundarios pertenecen a la red de distribución y son de tipo 1x8 tal como se muestra en la figura N°14.



Figura N°14: Divisor Óptico 2x4
Fuente: (Furukawa, 2021)

3.4.4. Equipo terminal de red (Optical Network Termination - ONT)

El ONT es un dispositivo que se encuentra en los centros de salud establecidos, ya que ofrece la interfaz de conexión. En la figura N°15 se observa la ONT GPON FK-ONT-G400B/PoE S2 el cual elegimos y que posee tasas de hasta 1,25Gbps para upstream y 2.5Gbps para downstream, permite aplicaciones en sistemas IP convergentes, conexión de 4 puertos de datos con soporte PoE (Power over Ethernet), potencia Óptica de Transmisión: 0,5dBm ~ +5dBm y potencia óptica de recepción: -8dBm ~ -

27dBm.



Figura N°15: GPON FK-ONT-G400B/PoE S2

Fuente: (Furukawa, 2021)

3.4.5. Cable de fibra óptica

La fibra óptica que elegimos es el Cable óptico CFOA-AS80 MINI-RA 12F que se muestra en la figura N°16, este pertenece a la empresa Furukawa que es compatible con la recomendación G.652D y es una fibra de 12 hilos que se empleó en la red principal y de respaldo.



Figura N°16: CABLE ÓPTICO CFOA-AS80 MINI-RA 12F

Fuente: (Furukawa, 2020)

3.4.6. Caja terminal óptica

La Caja terminal Óptica que utilizamos es la FK-CTOS-16P, que se muestra en la Figura N°17, esta acomoda y protege los empalmes ópticos por fusión entre el cable de distribución y los cables drop de la red óptica de terminación. Tiene capacidad para la instalación de hasta 2 splitters conectorizados en las salidas (1x8 NC / SC).



Figura N°17: Caja de terminación Óptica Subterránea/aérea FK-CTOS-16P

Fuente: (Furukawa, 2021)

3.5. Dimensionamiento de la red

Para el dimensionamiento usamos 5 factores, los cuales son: atenuación máxima del sistema, atenuación de la fibra óptica, atenuación de los divisores ópticos primarios y secundarios, atenuación de los conectores y atenuación del empalme.

Sabemos que la atenuación máxima del sistema está relacionada con el alcance del equipo que es la diferencia de la potencia mínima del OLT y el ONT.

Se tiene que: Potencia mínima de la OLT es de + 1,5 dBm y la potencia mínima de recepción de la ONT es de -27dBm. Por lo tanto, la atenuación máxima del sistema que se obtiene en este dimensionamiento de la red es de 28,5 dB.

Y por otro lado se tiene los valores de atenuación de elementos en la tabla N°8.

Tabla N°8. Tabla de valores de atenuación de cada elemento de red.

Atenuación	dB
divisor de Óptico 2x4	7.3
divisor de Óptico 1x8	10.8
conectores	0.3
empalme	0.03
Cable	0.4

Fuente: Elaboración propia

La siguiente fórmula nos permite realizar el cálculo de la pérdida en el sistema.

$$At = \alpha \cdot L + nc \cdot Ac + ne \cdot Ae + Ar$$

Donde:

At: Atenuación total del enlace

α : Coeficiente de atenuación del cable es 0,40 dB/Km

L: Longitud total de toda la sección de fibra medida en Km.

nc: Número de conectores (nc=7)

Ac: Atenuación por conector (0,3 dB)

ne: Número de empalmes (ne=6)

Ae: Atenuación por cada empalme (0,03 dB)

3.5.1. Dimensionamiento de la red principal

En la tabla N°9 se muestra el cálculo de la atenuación para los centros de salud que utilizan los divisores A1, A2, A3 y A4.

Tabla N°9. Tabla de atenuación A respecto a la distancia

	total (Km)	Atenuación total del tramo (dB)
CENTRAL OLT - divisor A	0,34	
CENTRAL OLT - divisor 1	1,02	20,79
CENTRAL OLT - divisor 2	1,14	20,84
CENTRAL OLT - divisor 3	1,13	20,83
CENTRAL OLT - divisor 4	2,52	21,39

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°10 se muestra el cálculo de la atenuación para los centros de salud que utilizan los divisores B5, B6, B7 y B8.

Tabla N°10. Tabla de atenuación B respecto a la distancia

	total (Km)	Atenuación total del tramo (dB)
CENTRAL OLT - divisor B	0,94	
CENTRAL OLT - divisor 5	2,21	21,26
CENTRAL OLT - divisor 6	2,1	21,22
CENTRAL OLT - divisor 7	1,49	20,98
CENTRAL OLT - divisor 8	2,18	21,25

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el valor máximo de atenuación es de 21,39 dB, siendo menor al del sistema 28.50 dB. Entonces todas las señales de la red enviada desde el OLT hasta el centro de salud llegarán con potencia necesaria para su correcta recepción en la red principal.

3.5.2. Dimensionamiento de la red de respaldo

En la tabla N°11 se muestra el cálculo de la atenuación para los centros de salud que utilizan los divisores B5, B6, B7 y B8.

Tabla N°11. Tabla de atenuación B de la fibra óptica de respaldo.

	total (Km)	Atenuación total del tramo (dB)
CENTRAL OLT - divisor B	0,19	
CENTRAL OLT - divisor 5	1,46	20,96
CENTRAL OLT - divisor 6	1,35	20,92

CENTRAL OLT - divisor 7	0,74	20,68
CENTRAL OLT - divisor 8	1,43	20,95

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°12 se muestra el cálculo de la atenuación para los centros de salud que utilizan los divisores A1, A2, A3 y A4.

Tabla N°12. Tabla de atenuación A de la fibra óptica de respaldo.

	total (Km)	Atenuación total del tramo (dB)
CENTRAL OLT - divisor A	0,8	
CENTRAL OLT - divisor 1	1,48	20,97
CENTRAL OLT - divisor 2	1,60	21,02
CENTRAL OLT - divisor 3	1,59	21,02
CENTRAL OLT - divisor 4	2,98	21,57

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el valor máximo de atenuación es de 21,57 dB, siendo menor al del sistema 28.50 dB. Entonces todas las señales de la red enviada desde el OLT hasta el centro de salud llegarán con una potencia necesaria para su correcta recepción en la red de respaldo.

3.6. Tasa de transmisión de datos

En esta sección se calculará la tasa de transmisión de datos para el servicio de telemedicina, conformado por VOIP, IPTV, y acceso a la Internet. Es por eso que se analizará la tasa de bits de cada servicio.

Primero analizamos el servicio de VOIP, para esto se usará el códec G.729, este posee una tasa de velocidad de carga y descarga de 31.2 Kbps. (Cisco, s.f.)

Segundo se analizará el servicio de IPTV. Para esto se usará el formato MPEG4 el cual posee una tasa de velocidad de 8 Mbps descarga y 1.5 Mbps de carga. (Guevara Aulestia & Jines Espín, 2012)

Por último, tomando en cuenta que cada puerto GPON de la OLT tiene una capacidad de 2.5 Gbps de descarga y 1.25 Gbps de carga, además cada puerto abastece como máximo a 64 usuarios se puede hallar la tasa máxima de acceso a la

Internet.

En este proyecto utilizamos 32 terminales (ONT), calculamos las velocidades de carga y descarga de Internet para cada terminal, empleamos las siguientes Operaciones.

$$DL = \frac{\text{Capacidad de descarga del OLT}}{\text{Cantidad de Terminales ONT}} \quad UL = \frac{\text{Capacidad de carga del OLT}}{\text{Cantidad de Terminales ONT}}$$

$$DL = \frac{2500 \text{ Mbps}}{32 \text{ terminales}}$$

$$UL = \frac{1250 \text{ Mbps}}{32 \text{ terminales}}$$

$$DL = 78.125 \text{ Mbps}$$

$$UL = 39.06 \text{ Mbps}$$

Para la transmisión de imágenes se usará el estándar DICOM. (González López, Álvarez Barreras, & Fernández Orozco, 2014)

Tabla N°13: Tasas de carga y descarga de cada servicio

Tasa de velocidad por usuario		
	Down Link (Mbps)	Up Link (Mbps)
IPTV	8	1.5
VOIP	0.03	0.03
Internet	78.123	39.06
Total	86.153	40.59

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1. Cronograma de Actividades

Tabla N°14. Cronograma de Actividades

ACTIVIDADES	Meses	1				2				3				4				5				6				
	Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Búsqueda de Información		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■													
Definición del lugar de estudio					■	■	■	■	■																	
Análisis de las redes PON										■	■	■	■													
Búsqueda de los elementos de la red PON										■	■	■	■													
Ubicación del Nodo el OLT y los divisores primarios y secundarios													■	■	■	■										
Ubicación de los centros de salud														■	■	■	■	■								
Diseño del despliegue de la red																		■	■	■	■					
Cálculos de Atenuación y potencia																					■	■	■	■		
Redacción del plan de tesis		■	■	■	■	■	■	■	■																	
Redacción de tesis		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Sustentación de tesis																								■		

4.2. Análisis de costos

4.2.1. Capital Expenditures (CAPEX)

En la tabla N°15 se muestran los costos de inversión de los equipos de la red GPON, materiales y accesorios, además de la instalación, los mismos que se emplearon para la implementación y diseño de esta investigación.

Tabla N°15: Costos CAPEX de la Investigación

Equipos de comunicación e interconexión	Modelo	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario (Inc. IGV S/.)	Total (Inc. IGV S/.)
ONT	GPON FK-ONT-G400B/PoE S2	Unid.	32	1102.00	35264.00
Divisor óptico primarios	Divisor óptico 2x4	Unid.	2	258.56	517.12
Divisor óptico secundarios	Divisor óptico 1x8	Unid.	8	258.56	2068.48
Módulo OLT GPON	Módulo GPON	Unid.	1	17280.00	17280.00
Bandeja de distribución (ODF)		Unid.	2	178.75	357.50
Caja terminal	Caja de terminación óptica subterránea/aérea fk-ctos-16p	Unid.	10	1062.69	10626.90
Cable fibra óptica monomodo G.652D de 12 hilos	BendBright Single-Mode Optical Fiber	Metro	20000	5.07	101400.00
Conector SC monomodo		Unid.	28	9.39	262.92
Conector RJ-45		Unid.	100	1.00	100.00
TOTAL					167876.92

Fuente: Elaboración Propia.

Para el desarrollo de la tabla de costos se contempló el tipo referencial de cambio actual de dólares a soles. Los costos CAPEX de la investigación están basados en precios referenciales de los equipos mencionados en la tabla 15 y

se muestran en los anexos 8, 9, 10,11 y 12.

4.2.2. Operational Expenditures (OPEX)

En la tabla N°16 se muestran los costos de operación, los cuales incluyen mantenimiento preventivo y correctivo, reemplazo de accesorios y equipos, además de la mano de obra del personal.

Tabla N°16: Costos OPEX de la investigación

Actividad	Cantidad	Precio Unitario (Inc. IGV \$)	Precio Unitario (Inc. IGV S/.)	Total (Inc. IGV S/.)
Sueldo del Personal	4	509.493	2026.51	8106.04
Mantenimiento Preventivo o correctivo	1/año	2195.068	8730.88	8730.88
Total				16836.92

Fuente: Elaboración Propia

Para el desarrollo de la tabla de costos se contempló el tipo de cambio actual de dólares a soles, para estos costos OPEX nos basamos en el Proyecto de inversión pública de Fitel. (Fitel, 2016)

Estos gastos, tanto de CAPEX como de OPEX ayudarán al sistema de salud no solo a mejorar la atención de los pacientes sino también ahorrando en los gastos que tenía al referenciar a los pacientes a los distintos hospitales del País. Permitiéndole recuperar la inversión de CAPEX y así seguir implementando con equipos modernos los hospitales y postas médicas de la ciudad.

CONCLUSIONES

1. Se logró el diseño de la red óptica con tecnología GPON para brindar el servicio de telemedicina interactiva, para esto empleamos una red con redundancia, es decir la red de alimentación posee una arquitectura en anillo, la cual ayudará a la red en posibles daños en la fibra; es decir, si una fibra se daña se activará el puerto pasivo del módulo OLT. Este puerto está conectado a una fibra de respaldo que a su vez está conectado hacia la red de distribución y con el fin de seguir brindando el servicio sin interrupciones.
2. La tecnología FTTH-GPON es en la actualidad la mejor opción como red de transporte de datos, voz y vídeo. Dado que es una red pasiva y ya está siendo desplegado en varias ciudades del país. Cada puerto de módulo GPON tiene una tasa de descarga de 2.5 Gbps y una tasa de carga de 1.25 Gbps para 64 usuarios como máximo. Esto nos permite tener una conexión más rápida y estable logrando que los pacientes y médicos queden satisfechos y quieran seguir usando el servicio de telemedicina.
3. La telemonitorización de pacientes es la aplicación más usada del servicio de telemedicina, demanda un gran ancho de banda. No obstante, se observa en los cuadros de atenuación que las pérdidas de la red GPON son mínimas y pueden soportar dicho servicio, de esta manera se logró una gran capacidad de ancho de banda, lo cual permite que la conexión sea estable y fluida.

Se logro cumplir con el objetivo principal que fue el diseño de la red óptica utilizando el estándar GPON para brindar el servicio de telemedicina en la ciudad de Abancay, puesto que se seleccionaron los equipos adecuados para este trabajo, siendo analizados por sus fichas técnicas y su desempeño en la geografía del lugar, ya que Abancay se encuentra en la sierra sur del Perú, también la red está prevista para un aumento en su capacidad si en un futuro hay centros de salud o universidades que quieran integrarse a la red.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la implementación de las redes de fibra óptica con tecnología GPON para nuevos proyectos, ya que al ser dispositivos pasivos y de mayor velocidad de transmisión de datos cuentan con ventajas en el coste al momento de ser instalados a comparación de otros estándares.
2. Al elegir los elementos de la red GPON dentro de la ficha técnica, también se debe tener en cuenta el rendimiento que este tendrá de acuerdo al lugar geográfico donde se realizará el diseño. Ya que nuestro país posee una geografía diversa.
3. Se debe tener en cuenta la ubicación del OLT con respecto al Nodo de la red troncal, para que de esta manera puedas realizar un diseño más eficiente distribuyendo de manera correcta tus divisores primarios y secundarios y así poder cubrir todos los puntos o zonas que deseas incluir en tu red.
4. Esta red será de uso exclusivo para el servicio de telemedicina por lo que se debe evitar darle otro tipo de uso, puesto que esto podría causar pérdidas en la potencia y un mayor consumo de ancho de banda provocando que el servicio de telemedicina falle.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Añazco Aguilar, C. O. (2013). *Diseño básico de redes de acceso FTTH utilizando el estándar GPON*. Guayaquil.
- Arturo Osvaldo, O. S. (2015). *Estudio y diseño de una red FTTH en un campus universitario y una vivienda residencial*.
- C.Lin, Ed. Wiley. (2006). *BroadBand Optical Access Networks and Fiber-to-the-Home: Systems, Technologies and Deployment Strategies*.
- Cervantes Valencia, Margie Denisse; Pesantez Pesantez, Dolores Margarita; Rosales Basantes, Giomayra Ofelia. (2011). *Diseño de seguridad de una red GPON orientada a servicios X-Play*. Guayaquil.
- Cisco. (s.f.). *Voz sobre IP – Consumo de Ancho de Banda por Llamada*. Obtenido de https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/voice/voice-quality/7934-bwidth-consume.html
- Cortés, A. (2018). *Planificación de las topologías de las redes de acceso Fiber to the Home con tecnologías Gigabit Passive Optical Network*. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/324/3241314002/html/index.html>
- Cristhian Oswaldo, A. A. (2013). *Diseño básico de redes de acceso FTTH utilizando el estándar GPON*. Guayaquil.
- Cuesta, O. d. (2016). *Monográfico de Fibra Óptica. Del Fuego a Casa*. Obtenido de <https://www.palentino.es/blog/monografico-de-fibra-optica-del-fuego-a-casa/>
- DJ Eedy, R. Wootton. (2001). *Teledermatology*. *Br J Dermatol*, 696-707.
- Fitel, S. (2016). *Instalación de Banda Ancha para la conectividad Integral y Desarrollo Social de la Región de Ancash*. Obtenido de https://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS//0/2/JER/ST_BANDA_ANCHA_INTEGRAL/PIP_Ancash.pdf
- fredy, & arthur. (2021). *red optica* (Vol. vol1). Lima, Lima, Perú: Bruño.
- Furukawa . (2021). *Furukawa Latam*. Obtenido de MODEM OPTICO GPON FK-ONT-G400B/PoE S2: <https://www.furukawalatam.com/es/versao-et-pdf/modem-optico-gpon-fk-ont-g400b-poe-s2>
- Furukawa. (2019). *Furukawa Latam*. Obtenido de CONCENTRADOR ÓPTICO STANDALONE GPON FK-OLT-G8S: <https://www.furukawalatam.com/es/versao-et-pdf/concentrador-optico-standalone-gpon-fk-olt-g8s>

- Furukawa. (2020). *Furukawa Latam*. Obtenido de CABLE ÓPTICO CFOA-AS80 MINI-RA 12F: <https://www.furukawalatam.com/es/versao-et-pdf/cable-optico-cfoa-as80-mini-ra-int-tubo-loose-central-y-autosoportado-para-vano-hasta-80m/Furukawa>
- Furukawa. (2021). *Furukawa Latam*. Obtenido de DIVISOR ÓPTICO MODULAR: <https://www.furukawalatam.com/es/versao-et-pdf/divisor-optico-modular>
- Furukawa. (2021). *Furukawa Latam*. Obtenido de CAJA DE TERMINACION OPTICA SUBTERRANEA/AEREA FK-CTOS-16P: <https://www.furukawalatam.com/es/versao-et-pdf/caja-de-terminacion-optica-subterranea-aerea-fk-ctos-16p>
- González López, D., Álvarez Barreras, L. M., & Fernández Orozco, A. (2014). *Implementación de estándares DICOM SR y HL7 CDA para la creación y edición de informes de estudios imagenológicos*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592014000100008
- Guevara Aulestia, D. O., & Jines Espín, D. A. (2012). *Compresión de archivos de vídeo según el estándar H.264 para el mejoramiento de la velocidad de transmisión en tiempo real del sistema de videovigilancia de GLOBAL COMPU*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/2372>
- Guler NF, Ubeyli ED. (2002). theory and applications in telemedicine. *J Med Syst*, 199-200.
- Joseph William, A. d. (2015). *Diseño de una red FTTH utilizando el estándar GPON en el distrito de Magdalena del Mar*. Lima.
- Magallanes, F. O. (2012). *La Fibra Óptica*. Lima.
- Marchukov, Y. (2011). *Desarrollo de una aplicación grafica para el diseño de infraestructura*. Valencia.
- Pak, H. (2002). Teledermatology and teledermatopathology. *Semin Cutan Med Surg*, 179-189.
- Paul Litlewood, Fady Masoud, Earl Follis. (2015). Principios Basicos de OTN. *Redes de transporte óptico*, 9-10.
- Paunksnis A, Barzdziukas V, Jelelevicius D, Kurapkiene S, Dzemyda G. (2006). The use of information technologies for diagnosis in ophthalmology. *Telemed Telecore*, 37-40.
- Paunksnis A, Barzdziuskas V, Jelelevicius D, Kurapkiene S, Dzmyda G. (2006). The use

of information technologies for diagnosis in ophthalmology. *J Telemed Telecare*, 37-40.

Pérez Cuenca, A. M. (2012). *Implantación de la red FTTH como alternativa a la red de cobre*. Calatufia.

Scalvani S, Glisenti F. (2005). Centenary of telectrocardiography and telephonocardiography. *J Telemed Telecare*, 325-330.

Scalvini S, Capomolla S, Zanelli E, Benigno M, Domenighini D, Paletta L, Glisenti F, Giordano A. (2005). Effect of home-based telecardiology on chronic heart failure: costs and outcomes. *J Telemed Telecare*, 16-18.

V. Della Mea. (2005). Prerecorder telemedicine. *J Telemed Telecare*, 276-284.

Wootton, R. (2006). Realtime telemedicine. *J Telemed Telecare*, 328-336.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Tabla N°17: Matriz de consistencia de la investigación

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES
<p><u>GENERAL:</u> ¿Cuál será el diseño de la red Óptica utilizando el estándar GPON para brindar el servicio de telemedicina en la ciudad de Abancay, Apurímac, 2021?</p> <p><u>ESPECÍFICOS:</u></p> <p>a) ¿Cómo será el Diseño de la red óptica utilizando el estándar GPON para brindar el servicio de telemedicina interactiva en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2021?</p> <p>b) ¿Cómo será el Diseño de la red óptica utilizando el estándar GPON para el servicio de telemedicina con tecnología de almacenamiento y transporte de imágenes, datos y video en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2021?</p> <p>c) ¿Cómo será el Diseño de la red óptica utilizando el estándar GPON para la estabilidad de conexión en la monitorización de pacientes a distancia en el servicio de telemedicina en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2021?</p>	<p><u>GENERAL:</u> Diseñar una red Óptica utilizando el estándar GPON para brindar el servicio de telemedicina en la ciudad de Abancay, Apurímac, 2021.</p> <p><u>ESPECÍFICOS:</u></p> <p>a) Diseñar una red óptica utilizando el estándar GPON para brindar el servicio de telemedicina interactiva en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2021.</p> <p>b) Diseñar una red óptica utilizando el estándar GPON para el servicio de telemedicina con tecnología de almacenamiento y transporte de imágenes, datos y video en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2021.</p> <p>c) Diseñar una red óptica utilizando el estándar GPON para la estabilidad de conexión en la monitorización de pacientes a distancia en el servicio de telemedicina en la ciudad de Abancay-Apurímac, 2021.</p>	<p>Variable dependiente: Telemedicina.</p> <p>Dimensiones: Teleconsulta, telediagnostico, telemonitoreo.</p> <p>Variable independiente: Red óptica.</p> <p>Dimensiones: Demanda de capacidad, puntos de acceso.</p>

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla N°18: Matriz de Operacionalización de Variables – Variable Independiente.

VARIABLE INDEPENDIENTEMENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES
Red óptica	GPON es una red óptica punto-multipunto en la que no existen elementos activos entre la OLT y la ONT. Esta tecnología tiene un tráfico asimétrico de 622 Mbps y 1.25 Gbps; y un tráfico asimétrico descendente de 2.5 Gbps y tráfico asimétrico ascendente de 1.25 Gbp	La variable independiente, red óptica, es el diseño para el transporte de datos con un mayor ancho de banda para la aplicación de la variable dependiente que es telemedicina.	Demanda de capacidad
	Puntos de acceso		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°19: Matriz de Operacionalización de Variables – Variable Dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTEMENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES
Telemedicina	La telemedicina utiliza las tecnologías de la información y las telecomunicaciones (por medio de los sistemas telemáticos) para proporcionar o soportar la asistencia médica, independientemente de la distancia que separa a los que ofrecen el servicio.	Variable dependiente, telemedicina, aplicación principal de la variable independiente que se ve reflejado en al ancho de banda para satisfacer los aplicativos principales.	teleeducación Telemonitorización Telecirugía Teleconsulta

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3: Datasheet OLT



CONCENTRADOR ÓPTICO STANDALONE GPON FK-OLT-G8S



Tipo del producto	Equipo
Descripción	La OLT (Optical Line Terminal) es un equipo usado en redes FTTx como concentrador de abonados. La FK-OLT-G8S es compatible con el estándar GPON (ITU-T G.984.1), opera con un ancho de banda de 2.5Gbps downstream y 1.25Gbps upstream. Este equipo tiene un formato Standalone (o Pizzabox) y soporta hasta 1024 ONTs en un radio de 20 Km (físico) o 60 Km (Lógico).
Características Generales	<p>La FK-OLT-G8S tiene las siguientes interfaces :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 8 Puertos GPON compatibles con el estándar ITU-T G.984 (SFP) • 8 Puertos de uplink combo 1 GE (RJ45/SFP) • 2 Puertos de uplink 10 GE SFP+ • 2 Slots para fuentes AC/DC (Redundancia) • 96Gbps de capacidad de switching y 71Mpps de throughput
GPON	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta ITU-T G.984.4 para Gestión y Control de Interface de la ONT (OMCI); • Gestión remota de la ONT; • Descubierta y ranging automatico da ONT; • Soporta NSR y SR DBA (G.984.3); • Hasta 1000 T-CONTs y 4000 GEM Ports; • Hasta 128 abonados por interfaz GPON; • Capaz de monitorear trafego de ONT (pm-profile) y GPON link (potencia óptica, distancia, conexión); • Velocidad de 2.5Gbps en downstream y 1.25Gbps en upstream; • 20km de ancho de transmisión (60km de alcance lógico); • Longitud de onda de transmisión: 1490nm; • Longitud de onda de recepción: 1310nm; • Potencia Óptica de Transmisión: 1,5dBm ~ +5dBm (B+) • Potencia Óptica de Recepción: -8dBm ~ -28dBm (B+)
Layer 2	<ul style="list-style-type: none"> • Standard Ethernet Bridging; • Hasta 32K direcciones MACs; • Port/Subnet/Protocol-based VLAN; • VLAN stacking/translation; • Link Aggregation (802.3ad); • IEEE 802.3ac - VLAN Tagging; • IEEE 802.1S - Multiple Spanning Tree;

- IEEE 802.1W - Rapid Spanning Tree;
- IEEE 802.1D - Spanning Tree;
- IEEE 802.1Q - Virtual LANs with Port Based VLANs;
- Hasta 4096 VLANs;
- IEEE 802.1v - Protocol based VLANs;
- IEEE 802.1p - Prioritization of Traffic at the Data-Link Level;
- IEEE 802.3x - Flow Control;
- Q-in-Q support;
- Port Mirroring;
- Broadcast Storm filtering;
- Multicast Storm filtering;
- Rate Limiting (In/Out);
- MAC Static Filter;
- BPDU's Filtering;
- Jumbo Frames até 9216 bytes;
- Access Control List L2 (ACLs Suport);

Layer 3

- Ruteamiento IPv4 y IPv6;
- Ruteamiento estatico;
- Routing Information Protocol (RIP) v1,v2 y RIPng;
- Open Shortest Path First (OSPF) v2, v3;
- Border Gateway Protocol (BGP) v4;
- Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP);

Qos

- Traffic scheduling (SP, WRR e DRR);
- 8 líneas por puerta;
- Limitación condicional de taja;
- Mapeamiento de líneas de acuerdo con ingress/egress para puerta, MAC, 802.1q, 802.1p, ToS/DSCP, IP SA/DA, TCP/UDP;
- Listas de control de acceso baseadas en puertos, direcciones MAC, EtherType, IP SA/DA, direccion IP de multicast, TCP/UDP;

Multicast

- IGMPv1/v2/v3;
- IGMP Snooping;
- IGMP Proxy;
- IGMP Static Join;
- Multicast Vlan Registration (MVR);
- PIM-SM, SSM;

Gerencia

- Serial/Telnet (CLI);
- SNMP v1/v2/v3;
- DHCP server, client y relay con opción 82;
- Single IP management;

- RMON;
- Syslog;
- Link Layer Discovery Protocol (LLDP);

Seguridad

- Autenticación basada en MAC o en Puerto (802.1x);
- Storm Control para broadcast;
- Bloqueo de tráfico multicast y unicast desconocidos;
- Protección DoS;
- Gestión Out-of-Band;
- IP Source Guard Secure Shell (SSH) v1/v2;

Características Constructivas

	Anchura	Altura	Profundidad
Dimensiones [mm]	432	43	320

	Min	Máx	Obs
Temperatura de Operación	-20	60	°C
Temperatura de Almacenamiento	-40	80	°C
Umedad Relativa de Operación	0%	90%	Sem condensação
Consumo de Energía		70	Watts
Alimentación	Redundante em balanço de carga. Opções: AC full range (100 -240V, 50/60Hz) ou DC -48/60V		

- Fuentes hot-swappable;
- LEDs indicativos;
- RoHS Compliant;

Garantía

- Garantía de 1 año.
- Validez Técnica del Software: 365 días.

Anexo 4: Datasheet Fibra Óptica



CABLE OPTICO CFOA-AS80 MINI-RA (INT), TUBO LOOSE CENTRAL Y AUTOSOPORTADO PARA VANO HASTA 80m



Construcción	Dieléctrico
	Tubo Loose

Descripción Cables Ópticos Dieléctricos Autosoportados para vanos hasta 80 metros para transmisión óptica en redes urbanas o redes de acceso al cliente.

Aplicación	Ambiente de Instalación	Externo
	Ambiente de Operación	Autosoportado

Norma

- ITU-T G 652
- ABNT NBR 14160
- ABNT NBR 15596

Fibra Óptica SM (Monomodo)

Características Ópticas

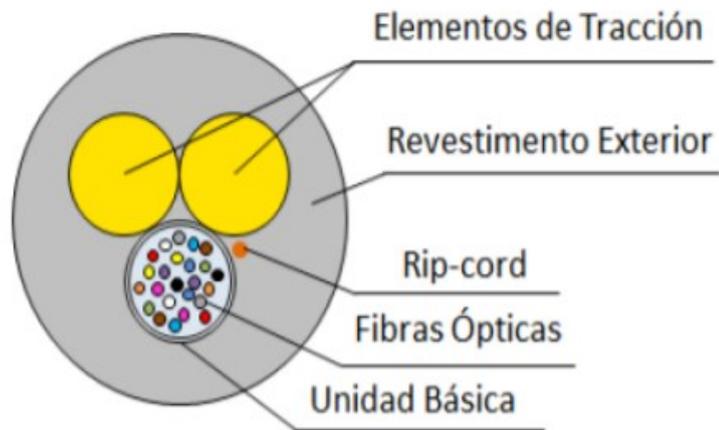
Fibra	Características
Monomodo	De acuerdo con la especificación técnica 2000 (Anexo A)

Identificación de la Fibra	FIBRA	COR
	01	Azul
	02	Naranja
	03	Verde
	04	Marrón
	05	Gris
	06	Blanca
	07	Roja
	08	Negra

09	Amarilla
10	Violeta
11	Rosa
12	Azul Claro

Unidad Básica	Tubo de material termoplástico relleno con gel conteniendo de 1 hasta 12 fibras.
Núcleo	Tubo holgado trenzado juntamente con los dos elementos de tracción para formar el núcleo del cable.
Elemento de Tracción	Elemento de material no metálico (FRP).
Cubierta Externa	Revestimiento de material termoplástico de color negro con protección contra intemperie y resistente a la luz solar.

Sección Transversal



Características Físicas

Teste	Requisitos	Unidad	Fibras	
			Monomodo	Multimodo
Mecánicos	Deformación de la fibra por Tracción	Carga: 1250N	Máximo: 0,6% Traccionado 0,2% Reposo	
	Compresión	Mínimo: 100 N/cm	≤ 0,4 dB	≤ 0,6 dB
	Torsión	10 ciclos	≤ 0,4 dB	≤ 0,6 dB
	Doblamiento	25 ciclos x 2 kgf	≤ 0,4 dB	≤ 0,6 dB
	Impacto	25 ciclos x 1,0 kg	Sin ruptura de fibras ópticas	
Ambientales	Ciclo térmico	-20° C a +65° C	≤ 0,4 dB/km	≤ 0,6 dB/km
	Penetración de humedad		No debe vaciar	

		Columna de agua 1m x 24h	
--	--	-----------------------------	--

Dimensiones	CARACTERÍSTICA	UNIDAD	VALOR
	Número de Fibras Ópticas	Fibras	2 hasta 12
Diámetro exterior nominal 80 m	mm	6,8 ± 0,2	
Masa Líquida Nominal 80 m	kg/km	42	

Características Mecánicas y Ambientais	CARACTERÍSTICA	UNIDAD	VALOR
	Radio mínimo de curvatura Durante la instalación	mm	20 x Diámetro Externo
	Después de la instalación	mm	10 x Diámetro Externo
	Carga Máxima de Operación (CMO) Para vanos de hasta 80 metros	N	1,5 x Masa Linear del Cable/km
	Temperatura de Operación	°C	-20 hasta +65

Grabación "FURUKAWA CFOA-X-AS80-MINI-RA WF Z K MES/AÑO "Nombre del Cliente" nL (**)"

Donde:

X = Tipo de fibra óptica
SM Para fibras monomodo

W = Número de fibras ópticas
Z = Grabación adicional para fibra óptica especial
G-652D Para fibras monomodo "low water peak"

K = Tipo de revestimiento
NR No Retardante

MÉS/AÑO = Fecha de fabricación (MM/AAAA)

Nombre del Cliente = cuando solicitado en el Pedido de Compra*

*Bajoconsulta previa para el análisis de viabilidad.

nL = Número del lote de fabricación

()** = Marcación Secuencial Métrica xxxxxx m

Tipo de Embalaje Carretes de madera

Anexo 5: Datasheet de la caja terminal



CAJA DE TERMINACION OPTICA SUBTERRANEA/AEREA FK-CTOS-16P



Descripción	<p>La Caja de Terminación Óptica (FK-CTOS-16P) tiene la finalidad de acomodar y proteger los empalmes ópticos por fusión entre los cables de distribución y los cables drop de una red óptica de terminación. Cuenta con áreas diferentes para almacenamiento/fusión y la gestión de activación de los abonados. Con un sistema de sellado mecánico, que acepta cables planos y cables redondos, la estanqueidad es asegurada; por lo tanto, es ideal para el uso subterráneo o aéreo externo.</p> <p>La FK-CTOS-16P es muy flexible, lo que permite que múltiples configuraciones sean utilizadas: sólo con fusiones (hasta 4 bandejas de empalme con 16 protectores de empalme cada una), fusión y drops conectorizados (hasta 2 bandejas de empalme y 1 bandeja de adaptadores con hasta 16 adaptadores SC), etc.</p> <p>Es posible realizar la instalación de hasta 2 splitters conectorizados (1x8 NC/SC) para expansión de la red o trabajar con un solo splitter 1x16 (NC/SC).</p> <p>La caja acepta cables principales (feeders) con diámetro de 8 hasta 17,5mm (grommet A - 8 hasta 14mm / grommet B - 14 hasta 17.5mm). Utilizando una puerta ovalada es posible realizar la sangría del cable principal, a parte de las 2 puertas secundarias, que permiten la derivación de la red, para cables de 8 hasta 12 mm.</p> <p>Los cables drop pueden ser planos (3,0 x 2,0mm) o redondos (de 3 hasta 4mm).</p> <p>La CTOS es proporcionada con accesorio/soporte para instalación en poste/pared, lo que permite la instalación en caja de conexión subterránea.</p> <p>Resistente a la radiación UV.</p>
Aplicación	<p>La caja es resistente a la corrosión y al envejecimiento, tiene protección UV y una protección adecuada contra el polvo y chorros de agua, por lo que es ideal para la instalación externa (subterráneo o aéreo) - IP68.</p> <p>Tiene soporte para pared, poste y cordaje. Además de estar preparada para instalaciones en cajas de pasaje subterráneas.</p>
Ventajas	<ul style="list-style-type: none">• La caja es preparada para instalación subterránea o aérea;• Es una caja de terminación versátil que permite el uso tanto del sistema de empalmes como de conectorización;• Cierre y sellado de la caja por sistema mecánico optimizado que utiliza sólo grommets y tornillos, que aumenta la velocidad de instalación;• La caja tiene 1 puerta ovalada, lo que permite la sangría del cable principal y 2 puertas para la derivación de la red;• El sistema de cierre con clips es seguro y práctico;• Posee sistema de reserva de tubos "loose", y sistema de acomodación, almacenamiento, encaminamiento y protección de fibras en ambiente separado de los cables drop.

Color	Negro
Cantidad de Empalmes	Hasta 32 con 2 bandejas de empalme y bandeja de adaptadores. Hasta 64 con 4 bandejas de empalme y sin bandeja de adaptadores.
Grado de Protección	IP68
Peso (kg)	4,5
Tipo de sistema de sellado	Mecánico
Altura (mm)	380
Ancho (mm)	245
Profundidad (mm)	130
Norma	IEC 61300-2-25
Cantidad de Adaptadores	Hasta 16 SC
Cantidad de Bandejas de Empalme	2 o 4
Cantidad de cables de entrada	2
Diámetro mínimo del cable de entrada (mm)	8,0
Diámetro máximo del cable de entrada (mm)	17,5
Cantidad de cables de derivación	2
Diámetro mínimo del cable de derivación (mm)	8,0
Diámetro máximo del cable de derivación (mm)	12,0

Soporta Sangria en la sí
entrada principal

Temperatura de
Operación (°C) -25°C hasta 75°C

Compatibilidad BANDEJA DE EMPALME PARA CAJA TERMINAL OPTICA FK-CTO-16MC
BANDEJA DE CONECTORES PARA CAJA TERMINAL OPTICA FK-CTO-16MC
BANDEJA DE CONECTORES CON 8 ADAPTADORES SC-APC PARA CAJA TERMINAL OPTICA
FK-CTO-16MC
BANDEJA DE CONECTORES CON 16 ADAPTADORES SC-APC PARA CAJA TERMINAL OPTICA
FK-CTO-16MC
DIVISOR DE SENAL OPTICO PLC 1X8 G.657A NC/SC-APC 1.5D0.9/0.6D0.9 SIN BREAKOUT
DIVISOR DE SENAL OPTICO PLC 1X16 G.657A NC/SC-APC 1.5D0.9/0.6D0.9 SIN BREAKOUT

Garantía 12 meses

Características

Físicas

Dimensiones	380 (alto) x 245 (ancho) x 130 (profundidad) mm
Material del cuerpo	Termoplástico reforzado
Color	Negro
Peso	4,5 kg
Diámetro de los cables ópticos	1 puerta ovalada para cables de 10 a 17,5 mm <ul style="list-style-type: none">• grommet A - 8 hasta 14mm• grommet B - 14 hasta 17,5mm 2 puertas de derivación para cables de 8 a 12,0 mm
Dimensionales de los cables drop	Cables Redondos: hasta 16 cables de 3 hasta 4 mm Cables Planos: hasta 16 cables de 2,0 x 3,0 mm
Grado de Protección IP	68
Temperatura de Operación	-25°C hasta 75°C

Anexo 6: Datasheet del ONT



MODEM OPTICO GPON FK-ONT-G400B/PoE S2



Descripción

Descripción	La ONT GPON FK-ONT-G400B/PoE S2 es un equipo terminal compatible con el estándar ITU-T G.984. Posee 4 puertos de datos Gigabit Ethernet 10/100/1000 Base-T compatible con Power over Ethernet (PoE), puede proporcionar potencia y conectividad de datos en un único cable Ethernet. Soporta tasas de hasta 1,25 Gbps para upstream y 2.5 Gbps para downstream.
-------------	---

Características Constructivas

Dimensiones	<ul style="list-style-type: none">(Ancho x Alto x Largo): 130 mm x 40 mm x 209 mm
-------------	---

Características Electricas

Entrada de Alimentación	<ul style="list-style-type: none">100 VCA ~ 240 VCA.
-------------------------	--

Corriente	<ul style="list-style-type: none">1.5 A
-----------	---

Tensión	<ul style="list-style-type: none">54 VCC.
---------	---

Características Ambientales

Ambiente de Instalación	<ul style="list-style-type: none">Indoor.
-------------------------	---

Temperatura de Operación (°C)	<ul style="list-style-type: none">-5 °C ~ 40 °C.
-------------------------------	--

Humedad de Operación	<ul style="list-style-type: none">5% ~ 90%, sin condensación.
----------------------	---

Compatibilidad

Otros Productos	35510909 - FUENTE DE ALIMENTACION ESTANDAR FIA -48V PARA FK-ONT-G400B / PoE S2 35510262 - FUENTE DE ALIMENTACION ESTANDARD NBR 14136 PARA FK-ONT-G400B/PoE S2 35510263 - FUENTE DE ALIMENTACION CA/CC PARA MODEM OPTICO GPON FK-ONT-G400B/PoE S2 ESTANDAR NEMA 5-15P / IEC C13 - (100 ~ 240 VCA / 54 VCC / 1.67 A)
-----------------	--

Funcionalidades

Gerencia

- Soporte de gestión a través del protocolo OMCI según la norma G.984.4
 - Acceso local a través de Telnet y conexión SSH.
 - Acceso remoto (OLT) a través de conexión Telnet y SSH.
 - Actualización a través de la interfaz WEB y TFTP.
 - Manipulación de MIB a través de OMCI mediante los comandos Create, Delete, Set, Get, Get Next;
 - Download remota de imágenes de software
 - Activación con autodescubrimiento SN y contraseña, de acuerdo con ITU-T G.984.3;
 - Configuración de ancho de banda por servicio o puerto (fijo, garantizado y máximo);
 - Activación y reinicio remotos
 - Monitorización de alarmas y rendimiento
 - Mantiene dos conjuntos de imágenes de software, para verificación de integridad y reversión automática;
-

GPON

- Velocidad de transmisión:
 - 2,5 Gbps downstream;
 - 1,25 Gbps upstream;
 - Sensibilidad en el rango de -8 dB ~ -27 dB;
 - Potencia de transmisión entre 0.5 dBm ~ 5 dBm;
 - Longitud de onda Upstream: 1310 nm;
 - Longitud de onda Downstream: 1490 nm;
 - Estándar de enlace ascendente compatible con ITU-T G.984.2, Clase B +;
 - Múltiples T-CONT por dispositivo;
 - Múltiples GEM Ports por dispositivo;
 - Mapeo flexible entre GEM Ports y T-CONT;
 - Forward Error Correction (FEC).
-

Layer 2

- Soporta 802.1d, 802.1q;
- Configuración de puerto untagged;
- VLAN tagging / untagging;
- 1024 MAC addresses;
- Aprendizaje de MAC Addresses con auto-aging
- Switch virtual basado en VLAN 802.1Q

- VLAN Stacking (Q-in-Q);
- VLAN Translation;
- Filtro VLAN por puerto;
- Filtro de dirección de destino por puerto;
- Colas de prioridad basadas en hardware que admiten IEEE 802.1p (Cos)
- 8 filas por puerta
- Asignación IP ToS / DSCP a 802.1p;
- Clasificación de servicio basada en MAC, puerto, VLAN-ID, 802.1p bit, ToS / DSCP
- Marking/remarking 802.1p;
- Programación con prioridad y velocidad controlada;
- Limitador de Broadcast/Multicast

Multicast

- Soporta IGMP Snooping.

PoE

- 802.3af-2003;
- 802.3at Type 2 "PoE+";
- Power Sourcing Equipment (PSE);
- Detección estándar de dispositivos PD (Powered Device);
- Clases de potencia pre-designadas compatibles: 0 ~ 5;
- Modo de poder de negociación automática;
- Enhanced Power Management;
- Potencia máxima por puerta Ethernet: 30 W;
- Potencia máxima suministrada por ONT: 80 W.

Interfaces

Interfaces del Producto

- 4 puertos Giga Ethernet 10/100/1000 Base-T (RJ-45);
- Puerta PON con conector SC-APC.

Certificações e Normas

Certificaciones

- Anatel
- NOM
- FCC part 15 CLASS B
- EN55022 CLASS B
- AS/NZS CISPR22 CLASS B
- EN61000-3-2 CLASS D
- EN61000-3-3
- EN61000-4-2 Electrostatic Discharge (ESD)
- EN61000-4-3 RADIATED ELECTROMAGNETIC FIELDS(RS)
- EN61000-4-4 Electrical Fast Transient / Burst (EFT)

- EN61000-4-5 Lightning Surge Attachment
- EN61000-4-6 CONDUCTED RADIO FREQUENCY DISTURBANCES(CS)
- EN61000-4-8 POWER FREQUENCY MAGNETIC FIELD
- EN61000-4-11 VOLTAGE DIPS/SHORT INTERRUPTION/VARIAIONS

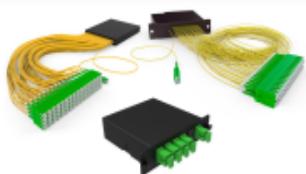
Notas

Garantía

- Garantía de 1 año.
- Validez Técnica del Software: 365 días.

La cobertura de la garantía del producto y el servicio de soporte técnico están condicionados al uso exclusivo de equipos de la familia GPON Furukawa (OLTs, ONUs, Fuentes de Alimentación, Transceptores, ...).

Anexo 7: Datasheet de los divisores o splitters primarios 2x4 y secundarios 1x8



DIVISOR ÓPTICO MODULAR



Descripción	<p>Los splitters ópticos son componentes pasivos que realizan la división de la señal óptica en una red PON. Son constituidos por una o dos fibras de entrada y N fibras de salida, las cuales dividen la potencia de la señal óptica en proporción entre ellas, caracterizándolos como splitters balanceados. Existen también los splitters desbalanceados, que se constituyen por una entrada y dos salidas, las cuales dividen la potencia de la señal óptica asimétricamente entre ellas. Es decir, la potencia de la señal óptica puede ser dividida en proporciones diferentes de acuerdo con la necesidad de cada aplicación. Operación en las tres ventanas de comunicación para los estándares de redes ópticas pasivas: 1310nm, 1490nm y 1550nm;</p> <p>Pérdida de Inserción y Uniformidad estables entre 1260 y 1650nm para modelos PLC Full Spectrum</p> <p>Los splitters modulares LGX son específicamente desarrollados para aplicaciones plug-and-play, aumentando la velocidad y la organización de la instalación.</p>
Compatibilidad	PATCH PANEL MODULAR LGX
Tipo de la Fibra	Fibras de Entrada y Salidas del Tipo "Bend Insensitive" G.657A ⁽²⁾ .
Norma	<ul style="list-style-type: none"> • Telcordia GR-1209 (Componentes Ópticos Pasivos) • Telcordia GR-1221 (Requisitos de Confiabilidad para Componentes Ópticos Pasivos) • IEC 61753-1 (Dispositivos de Interconexión de Fibra Óptica y Componentes Pasivos - Estándar de Rendimiento)
Certificaciones	<p>Splitter 1xN / 2xN PLC: Anatel (Homologación 1837-11-0256)</p> <p>Splitter 1x2 FBT: Anatel (Homologación 1835-11-0256)</p>
Accesorios Incluidos	Hoja de Pruebas (Medidas de Pérdida de Inserción y Pérdidas de Retorno ⁽¹⁾).
Garantía	12 meses
Desempeño	Divisores con 1 entrada:

División	1x2	1x4	1x8	1x16	1x32
Banda Óptica Pasante	FBT: 1260~1360nm e 1480~1580nm PLC: 1260~1650nm				
Pérdida de Inserción Máxima (sin tener en cuenta las pérdidas de	3,7 dB	7,1 dB	10,5 dB	13,7 dB	17,1 dB

los conectores)					
Uniformidad	0,5 dB	0,6 dB	1,0 dB	1,3 dB	1,5 dB
Sensibilidad a la Polarización Máxima (PDL)	0,2 dB	0,2 dB	0,25 dB	0,3 dB	0,4 dB
Direktividad	>55 dB				
Pérdida de Retorno	>55 dB				

Divisores con 2 entradas:

División	2x2	2x4	2x8	2x16	2x32	2x64
Banda Óptica Pasante	PLC: 1260~1650		FBT:1260~1360nm e 1480~1650nm			
Pérdida de Inserción Máxima	4 dB	7,3 dB	10,8 dB	14 dB	17,7 dB	21,3 dB
Uniformidad	0,6 dB	0,8 dB	1,3 dB	1,5 dB	2,1 dB	2,5 dB
Sensibilidad a la Polarización Máxima (PDL)	0,2 dB	0,2 dB	0,25 dB	0,3 dB	0,4 dB	0,5 dB
Direktividad	>55 dB					
Pérdida de Retorno	>55 dB					

Tipo de conector en la Entrada

Conectores	Atenuación Óptica (dB)		Pérdida por Retorno Máxima (dB)	Características
	Típica	Máxima		
SC-APC	0,15	0,30	>60	<ul style="list-style-type: none"> • Conector "push-pull" • Cuerpo plástico • Cerrojo cerámico (zirconia) • Fibra SM

* Para los Splitters Conectorizados es necesario sumar las pérdidas de las conexiones a las pérdidas presentes en el splitter. De esta forma, se obtienen los parámetros de rendimiento del conjunto

Características Dimensionales

Divisor optico modular con cordón:

Tipo de modulo	LGX		Cassete	
	1x16	1x32	1x32	1x64
Longitud	123mm		120mm	
Ancho	129.6mm		80mm	
Altura	29.5mm		18mm	
Comprimento do pigtail	1.5m			
Diámetro do pigtail	2mm			

Divisor óptico modular sin cordón:

Adaptador Óptico	SC-APC/SC-APC			SC-APC/MPO-APC		SC-APC/MPO-APC
				LC-APC/MPO-APC		
Modularidad	1x2/2x2	1x4/2x4	1x8/2x8	1x16	1x32	2x32
Longitud	101.5mm					
Ancho	129.6mm					
Altura	29.5mm					

Disponibilidad: Adaptadores SC con shutter o sin shutter.

Especificaciones ambientales	División	1x2/2x2	1x4/2x4	1x8/2x8	1x16/2x16	1x32/2x32	1x64/2x64
	Temperatura de Operación		-40~+85°C			-25~+70°C	
Temperatura de Almacenamiento		-40~+85°C					
Humedad Relativa de Operación		5~95%UR					
Humedad Relativa de Almacenamiento		5~95%UR					

Nota

- 1-Medidas sin conectores
- 2-Tiene baja sensibilidad a la curvatura,y es compatible con las fibras G.652,que pueden ser utilizados en toda la red de fibra óptica
- 3- Válido para Splitter Modular Cordón

Anexo 8: Precio referencial de GPON FK-ONT-G400B/PoE S2

The screenshot shows the e-cli website interface. At the top, there is a navigation menu with links for Inicio, Nosotros, Tienda, Contáctanos, Políticas, and Promociones. A contact information box on the right provides a phone number (+51) 1 771 1500 and an email address (tienda@ecli.pe). Below the navigation is a yellow search bar with the text 'Buscar productos' and 'Todas las categori'. The breadcrumb trail indicates the current location: Inicio > Redes>>Modems > Furukawa FK-ONT-G400B/POE S2 - Terminal GPON - Gigabit Ethernet - 2.5 Gbps. The product image shows a black rectangular device. The product title is 'Furukawa FK-ONT-G400B/POE S2 - Terminal GPON - Gigabit Ethernet - 2.5 Gbps'. The availability is listed as '28 disponibles'. There are options to 'Añadir a la lista de deseos' and 'Compare'. The part number is 'Número de Parte: 35510259'. The price is displayed as 'S/1,102.00'. A small chat bubble at the bottom left asks '¿En que podemos ayudarte?'.

Anexo 9: Precio referencial de Divisor óptico 2x4 y 1x8.

osrami | Osrami | Marcas | Outlet | Log in | Contacto | 1 USD 20.3255 MXN



DIVISOR OPTICO PLC MODULAR LGX 1X8 BLI A/B G-657A SC-APC/SC-APC Unidad de Medida PIEZA Cantidad Mínima 1 Multiplos de Compra 1

Código	35500161
Marca	Furukawa
Descripción	DIVISOR OPTICO PLC MODULAR LGX 1X8 BLI A/B G-657A SC-APC/SC-APC Unidad de Medida PIEZA Cantidad Mínima 1 Multiplos de Compra 1
Unidad	PIEZA
Precio recomendado al público	USD\$ 64.64
	Solicita tu registro para obtener precios preferenciales.


 Imagen no disponible

Anexo 10: Precio referencial de Módulo GPON

ARTILEC Seguridad Electrónica y Redes | Buscar por Categorías | Ver Servicios | Ver Sucursales | Buscar producto por código, nombre, modelo, marca...

PRINCIPAL > CABLEADO ESTRUCTURADO > FIBRA OPTICA > GPON (LASERWAY) > 8557



CONCENTRADOR OPTICO STANDALONE GPON FK-OLT-G8S

\$4.319.660 \$5.140.395 IVA

CÓDIGO: 8557	TIENDAS
MARCA: FURUKAWA	HUECHURABA: SIN STOCK
MODELO-P/N: 35510249	SUCURSAL EXEQUIEL: SIN STOCK
FICHA TÉCNICA: 	CANTIDAD: <input type="text" value="1"/>

AÑADIR AL CARRO

3 meses de garantía

Capacitaciones Constantes

100% Pago seguro

Soporte Técnico Especializado

Anexo 11: Precio referencial cable de fibra óptica

EUROCABOS | 952 10 50 48 | Buscar | BUSCAR

HOME | CATÁLOGO | TIENDA ONLINE | PROVEEDORES | QUIÉNS SOMOS | CONTACTO | NOVEDADES | INGENIERÍA Y SOPORTE | Carrito: (0)

FIBRA ÓPTICA > MATERIALES FTTH > CABLE F.O. 09 12 125 CFOA AS80 MINI-RA 19745077 FK



CABLE F.O. 09 12 125 CFOA AS80 MINI-RA 19745077 FK

Referencia 8151945113

Condición: Nuevo producto

19045113

Mas información en: <https://www.efurukawa.com/ar/p/cable-optico-cfoa-sm-as80-mini-ra-12fg-652d-nr/19745077>

53221 artículos en stock

[Tweet](#) [Compartir](#) [Pinterest](#)

[Enviar a un amigo](#)

[Imprimir](#)

1,10 € impuestos inc.

Cantidad

[Añadir al carrito](#)

[Añadir a favoritos](#)

Anexo 12: Precio referencial de caja de terminal

f t i952 10 50 48🔒 📞 👤CAJA TERMINACION BUSCAR

[HOME](#) [CATÁLOGO](#) [TIENDA ONLINE](#) [PROVEEDORES](#) [QUIÉNES SOMOS](#) [CONTACTO](#) [NOVEDADES](#) [INGENIERÍA Y SOPORTE](#) 🛒 Carrito: (0)

[🏠](#) > [FIBRA ÓPTICA](#) > [MATERIALES FTTH](#) > [CAJA TERMINACION SUBT.FK-CTOS-16P 35520349 FTTH FK P/ CABLE REDONDO](#)

◀ Volver a los resultados de búsqueda de "CAJA TERMINACION" (8 resultados extra)

CAJA TERMINACION SUBT.FK-CTOS-16P 35520349 FTTH FK P/ CABLE REDONDO

Referencia 8155520349

Condición: Nuevo producto

35520349

Mas información en: <https://www.furukawa>

Stock no disponible en este momento

Introduce tu email y te notificaremos cuando este disponible:

231,24 € impuestos inc.

