UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TESIS

"Diseño e implementación de una red GPON para mejorar la calidad de servicio en la red de datos del Condominio Cala del Mar, 2025"

AUTORES:

Bach. Champac Calero, Andrés Gerardo

Bach. Chávez León, Pierre Michell

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

ASESOR:

Mg. Corilla Baquerizo, Eduardo Cancio

ORCID: 0000-0003-3472-2696

DNI: 20037930

LIMA- PERÚ

2026

INFORME DE SIMILITUD

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA
Facultad de Ciencias e Ingeniería

INFORME DE SIMILITUD N° 011-2026-FCI-UPCI-T-ECCB

A	:	**MG. QUISPE AYQUIPA, CESAR ANTONIO** Decano (e) de la Facultad de Ciencias e Ingeniería
DE	:	**MG. EDUARDO CANCIO CORILLA BAQUERIZO** Docente FCI - UPCI
ASUNTO	:	Informe de Evaluación de Similitud
FECHA	:	Jesús María, 05 marzo del 2026

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. a fin de informar lo siguiente:

1. Mediante el uso del programa informático TURNITIN (con las configuraciones de excluir citas, excluir bibliografía y excluir oraciones con cadenas menores a 15 palabras) se ha analizado la tesis titulada: **"Diseño e implementación de una red GPON para mejorar la calidad de servicio en la red de datos del Condominio Cala del Mar, 2025"** presentado por el (los) Br (es):

Bach. Champac Calero, Andrés Gerardo

Bach. Chávez León, Pierre Michell

2. El resultado de la evaluación indica que la tesis en mención tiene un INDICE DE SIMILITUD DE 21% (cumpliendo con el art. 35 del Reglamento de Grado de Bachiller y Título Profesional UPCI aprobado con Resolución N° 373-2019-UPCI-R de fecha 22/08/2019)
3. Al término del análisis, se concluye que PUEDE(N) CONTINUAR su trámite.

Sin otro particular quedo de usted.

Atentamente

Mg. Eduardo Cancio Corilla Baquerizo
DOCENTE UPCI

PD:
Se adjunta:
- Recibo digital Turnitin
- Resultado de similitud

DEDICATORIA

A mis padres y hermana que desde arriba sigue mis pasos acompañándome le dedico con todo mi cariño y amor que hicieron todo lo posible para apoyarme en este largo camino de mi vida del cual quiero que se sientan orgullosos por este gran logro obtenido, que con mucho esfuerzo lo obtuve gracias a su empuje, consejos y ayuda que me brindaron en todo momento por eso y mucho más les estaré eternamente agradecido.

Bach. Champac Calero, Andrés Gerardo

La presente tesis está dedicada, en primer lugar, a Dios, por brindarme la vida, la sabiduría y la fortaleza necesaria para superar cada dificultad y permitirme alcanzar este importante logro académico.

A mi amada novia, Dayana, por su amor, paciencia y apoyo constante eb todo este proceso. Gracias por motivarme a seguir adelante en los momentos difíciles y por creer siempre en mí y en mis sueños.

A mis padres por plantar la semilla en mi vida académica y poder lograr mis sueños.

Bach. Chávez León, Pierre Michell

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todo el personal académico de la Universidad Peruana De Ciencias e Informática, por sus buenas enseñanzas y oportunos consejos, que contribuyeron en alcanzar mis metas y sobre todas las cosas a dios que me dio la fortaleza y sabiduría para lograr esta meta trazada.

Bach. Champac Calero, Andrés Gerardo

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que me han apoyado en la investigación y redacción de esta tesis. Agradezco especialmente a mi Asesor Mg. Eduardo Cancio Corilla Bauqerizo, por su guía y consejos. A mis colegas, por compartir conocimientos y motivación, y a mi familia, cuyo amor y comprensión han sido fundamentales. También agradezco a todos los que contribuyeron a la investigación y a mis amigos, por su constante apoyo.

Bach. Chávez León, Pierre Michell

PRESENTACIÓN

Señores integrantes del jurado, de acuerdo con el "Reglamento del Grado de Bachiller y Título Profesional de la Universidad Peruana de Ciencias e Informática", aprobado por "Resolución N° 373-2019-UPCI-R; y lo establecido por el Artículo N° 45, de la ley N° 30220"; donde indica para "la obtención de grados y títulos será de acuerdo a las exigencias académicas que cada universidad establezca", por tal motivo presentamos ante ustedes la tesis titulada "Diseño e implementación de una red GPON para mejorar la calidad de servicio en la red de datos del Condominio Cala del Mar, 2025", la cual sometemos a consideración y evaluación; a fin de su respectiva aprobación y nos conlleve a ostentar el Título Profesional de Ingeniero en Telecomunicaciones.

Atentamente,

Bach. Champac Calero, Andrés Gerardo

Bach. Chávez León, Pierre Michell

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA i
INFORME DE SIMILITUD ii
DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTO iv
PRESENTACIÓN v
ÍNDICE GENERAL vi
ÍNDICE FIGURAS viii
ÍNDICE DE TABLAS ix
RESUMEN x
ABSTRACT xi
I. INTRODUCCIÓN 12
1.1. Realidad problemática 13
1.2.Planteamiento Del Problema 21
1.3. Hipótesis de la investigación 21
1.4. Objetivos de la investigación 22
1.5. Variables, dimensiones e indicadores 22
1.6. Justificación del estudio 23
1.7.Antecedentes nacionales e internacionales 29
1.8.Marco teórico 34
1.9.Definición de términos básicos 52
II.METODO 56
2.1. Tipo y diseño de la investigación 56
2.1. Población y muestra 57
2.2. Técnicas para la recolección de datos 57
2.3. Validez y confiabilidad de instrumentos 58
2.4. Procesamiento y análisis de datos 59
2.5. Aspectos éticos 60
III.RESULTADOS 61
3.1. Resultados descriptivos 61
3.2. Prueba de normalidad 69
3.3. Contrastación de hipótesis. 70

IV. DISCUSIÓN **75**
V. CONCLUSIONES **78**
VI. RECOMENDACIONES **80**
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **81**
Anexo 01: Matriz de Consistencia **83**
Anexo 02: Instrumento de recolección de datos **84**
Anexo 03: Base de datos **85**
Anexo 04: Evidencia de similitud digital **87**
Anexo 05: Autorización de publicación en repositorio **89**

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. **Crecimiento del Servicio de Telecomunicaciones 18**
Figura 2. **Diagrama de Ishikawa 19**
Figura 3. **Diagrama de Pareto (Definición de problemas prioritarios) 20**
Figura 4. **Diagrama de Valoración de Pareto (Definición de problemas prioritarios) ..20**
Figura 5. **Esquema de una arquitectura típica GPON.....37**
Figura 6. **Topología Red GPON 38**
Figura 7. Tipos de Red GPON y Evolución 38
Figura 8. **Micro curvatura de la fibra óptica 39**
Figura 9. Macro curvatura de la fibra óptica 40
Figura 10. **Tipos de Conectores de Fibra Óptica.....40**
Figura 11. **Tipos de Pulido de Fibra Óptica.....42**
Figura 12. **Diagrama de paquetes descendentes 43**
Figura 13. **Diagrama de paquetes ascendente.....44**
Figura 14. **Niveles de QoS 49**
Figura 15. **Diagrama OLT / ONT 52**
Figura 16. **Conexiones de la ONT Huawei EG8141A5 .....53**
Figura 17. **Caja NAP 53**
Figura 18. **Diagrama del Uso del Cable DROP en topología FTTH.....54**
Figura 19. **ODF Rackeable 55**
Figura 20. **Router Mikrotik RB 3011 .....55**
Figura 20. **Frecuencia del nivel de la variable calidad del servicio de red de datos.....61**
Figura 21. **Frecuencia del nivel de la calidad de servicio de conectividad de red. 62**
Figura 22. **Frecuencia del nivel de calidad de servicio del ancho de banda.....63**
Figura 23. **Frecuencia del nivel de satisfacción del servicio. 64**
Figura 24. **Frecuencia del nivel de la variable calidad del servicio de red de datos.....65**
Figura 25. **Frecuencia del nivel de la calidad de servicio de conectividad de red. 66**
Figura 26. **Frecuencia del nivel de calidad de servicio del ancho de banda.....67**
Figura 27. **Frecuencia del nivel de satisfacción del servicio. 68**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ***Demanda de ancho de banda*** **.....20**
Tabla 2. ***Matriz de análisis de datos*** **.....23**
Tabla 3, ***Aplicación de fibras Ópticas en enlaces Ethernet*** **.....35**
Tabla 4. ***Juicio de Expertos*** **.....58**
Tabla 5. ***Análisis de confiabilidad*** **.....59**
Tabla 7. ***Frecuencia del nivel de la variable calidad del servicio de red de datos*** **.....61**
Tabla 8. ***Frecuencia del nivel de la calidad de servicio de conectividad de red.*** **.....62**
Tabla 9. ***Frecuencia del nivel de calidad de servicio del ancho de banda.*** **.....63**
Tabla 10. ***Frecuencia del nivel de satisfacción del servicio.*** **.....64**
Tabla 11. ***Frecuencia del nivel de la variable calidad del servicio de red de datos.*** **.....65**
Tabla 12. ***Frecuencia del nivel de la calidad de servicio de conectividad de red.*** **.....66**
Tabla 13. ***Frecuencia del nivel de calidad de servicio del ancho de banda.*** **.....67**
Tabla 14. ***Frecuencia del nivel de satisfacción del servicio.*** **.....68**
Tabla 15. ***Prueba de Shapiro Wilk*** **.....69**
Tabla 16. ***Contrastación de hipótesis general*** **.....70**
Tabla 17. ***Contratación de hipótesis específica 1*** **.....71**
Tabla 18. ***Contrastación de hipótesis específica 2*** **.....72**
Tabla 19. ***Contrastación de hipótesis específica 3*** **.....73**

RESUMEN

La presente investigación titulada “Diseño e implementación de una red GPON para mejorar la calidad de servicio en la red de datos del Condominio Cala del Mar, 2025” tuvo como objetivo general diseñar e implementar una red GPON para mejorar la calidad del servicio en la red de datos del condominio Cala del Mar.

La metodología aplicada fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y diseño experimental de tipo preexperimental. La población estuvo conformada por los usuarios del condominio Cala del Mar y se trabajó con una muestra de 30 abonados, a quienes se les aplicó un cuestionario como instrumento de recolección de datos. La confiabilidad del instrumento fue evaluada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.871, lo cual indica una alta consistencia interna. Posteriormente, los datos recolectados fueron procesados mediante técnicas de análisis estadístico para la contrastación de las hipótesis planteadas.

Los resultados del análisis estadístico evidenciaron que $P = 0.000 < 0.05$, por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, demostrando que la implementación de una red GPON mejora significativamente la calidad del servicio de conectividad, el ancho de banda y la satisfacción del usuario en la red de datos del condominio Cala del Mar.

Finalmente, se concluye que la implementación de una infraestructura de red basada en tecnología GPON contribuye significativamente a optimizar la calidad del servicio de red de datos, incrementando la velocidad de transmisión, la estabilidad de la conexión y la satisfacción de los usuarios. Asimismo, esta tecnología representa una solución eficiente y escalable para la modernización de redes de telecomunicaciones en entornos residenciales con alta demanda de conectividad.

Palabras clave: GPON, calidad de servicio, ancho de banda, redes de datos, fibra óptica.

ABSTRACT

The present research entitled “Design and implementation of a GPON network to improve the quality of service in the data network of the Cala del Mar Condominium, 2025” had as its general objective to design and implement a GPON network in order to improve the quality of service in the data network of the Cala del Mar condominium.

The methodology applied was applied research, with a quantitative approach, descriptive level, and a pre-experimental experimental design. The population consisted of users of the Cala del Mar condominium, and a sample of 30 subscribers was considered. A questionnaire was applied as the data collection instrument. The reliability of the instrument was evaluated using Cronbach's Alpha coefficient, obtaining a value of 0.871, which indicates a high level of internal consistency. Subsequently, the collected data were processed using statistical analysis techniques for the testing of the proposed hypotheses.

The results of the statistical analysis showed that $P = 0.000 < 0.05$, therefore the null hypothesis was rejected and the alternative hypothesis was accepted, demonstrating that the implementation of a GPON network significantly improves the quality of connectivity service, bandwidth, and user satisfaction in the data network of the Cala del Mar condominium.

Finally, it is concluded that the implementation of a network infrastructure based on GPON technology significantly contributes to optimizing the quality of data network service, increasing transmission speed, connection stability, and user satisfaction. Likewise, this technology represents an efficient and scalable solution for the modernization of telecommunications networks in residential environments with high connectivity demand.

Keywords: GPON, quality of service, bandwidth, data networks, optical fiber.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el crecimiento acelerado del tráfico de datos y la digitalización de servicios como el teletrabajo, la educación virtual, el streaming, la videovigilancia y las aplicaciones en la nube han incrementado significativamente la demanda de redes de alta capacidad, baja latencia y alta disponibilidad. Este contexto exige infraestructuras de telecomunicaciones modernas que garanticen calidad de servicio (Quality of Service – QoS) y continuidad operativa en entornos residenciales y corporativos.

Las tecnologías tradicionales basadas en cobre o arquitecturas híbridas presentan limitaciones en ancho de banda, estabilidad y escalabilidad, lo que genera congestión en horas pico, pérdida de paquetes e intermitencia del servicio. Frente a ello, la fibra óptica se ha consolidado como el medio de transmisión más eficiente, debido a su alta capacidad, baja atenuación y resistencia a interferencias electromagnéticas.

Dentro de este escenario tecnológico, la arquitectura GPON (Gigabit Passive Optical Network) representa una solución eficiente para redes de acceso FTTH (Fiber To The Home), al permitir velocidades de hasta 2.5 Gbps en sentido descendente y 1.25 Gbps en sentido ascendente, mediante una infraestructura pasiva que optimiza costos operativos y mejora la confiabilidad del servicio. Esta tecnología se ha convertido en el estándar más utilizado por los proveedores de servicios de Internet (ISP) para garantizar conectividad de alta velocidad y estabilidad.

En el ámbito local, el Condominio Cala del Mar, ubicado en el distrito de Mala, presenta limitaciones en la calidad del servicio de internet debido a deficiencias en la infraestructura existente, inestabilidad de cobertura y restricciones en el ancho de banda disponible. Estas condiciones afectan la experiencia de los usuarios y limitan el acceso eficiente a servicios digitales esenciales para el desarrollo educativo, laboral y productivo.

Ante esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo diseñar e implementar una red GPON que permita mejorar la calidad del servicio en la red de datos del Condominio Cala del Mar. Para ello, se desarrolla un estudio de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo y diseño preexperimental, evaluando el impacto de la implementación en indicadores como conectividad, ancho de banda y nivel de satisfacción del usuario.

El estudio se estructura en capítulos que abordan la realidad problemática, el planteamiento del problema, las hipótesis y objetivos, el marco teórico, la metodología aplicada, los resultados obtenidos y las conclusiones correspondientes. Con ello, se busca aportar una solución tecnológica viable que contribuya a la modernización de la infraestructura de telecomunicaciones y al mejoramiento del desempeño de la red de datos en el contexto de estudio.

1.1. Realidad problemática

A nivel global, el aumento en las tasas de tráfico de datos debido a los servicios de streaming, teletrabajo, videovigilancia IP, computación en la nube y el Internet de las Cosas (IoT) ha ido en aumento, poniendo una presión significativa sobre las infraestructuras de red tradicionales construidas sobre tecnologías de cobre y xDSL. Estas presentan limitaciones de ancho de banda, latencia y escalabilidad que impactan en la Calidad de Servicio (QoS) en sistemas residenciales y corporativos (Cisco, 2023).

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) encontró que la demanda global de conectividad de alta velocidad requiere infraestructuras de fibra óptica debido a sus mayores capacidades de transmisión, baja atenuación y menor interferencia electromagnética en comparación con otros medios (ITU, 2022).

En este sentido, la tecnología GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit) se ha establecido como un método efectivo para redes de acceso de banda ancha, permitiendo velocidades de bajada de 2.5 Gbps y de subida de 1.25 Gbps, que pueden

lograrse utilizando una arquitectura pasiva que minimiza los costos operativos y mejora la fiabilidad (G.984, UIT-T, 2014). No obstante, algunos complejos residenciales y organizaciones que ahora operan sobre marcos de red de décadas de antigüedad muestran algunas quejas comunes respecto a alta latencia, pérdida de paquetes, congestión en horas pico y baja disponibilidad del servicio. Tales problemas impactan en la experiencia del usuario y la continuidad de las operaciones (Kurose & Ross, 2021).

La mayoría de estas deficiencias se muestran como métricas vitales de QoS como jitter, rendimiento y disponibilidad de la red. Además, estudios internacionales han demostrado que migrar a arquitecturas FTTH basadas en GPON conduce a una mejora significativa en el rendimiento de la red con una mejor calidad de servicio y una respuesta más confiable y escalable a la creciente carga de tráfico digital (García, López, & Fernández, 2020).

Como resultado, el desafío global se reconoce como la actualización de las instalaciones del sistema de acceso utilizando tecnología óptica pasiva (como GPON), con el fin de elevar la calidad del servicio en el sistema de internet y satisfacer las crecientes necesidades de conectividad de alta velocidad.

El creciente volumen de tráfico de datos y la rápida digitalización de los servicios empresariales a saber, la educación virtual, el teletrabajo, el comercio electrónico, las plataformas OTT (over-the-top) y las soluciones en la nube— aceleraron la demanda de redes de alta capacidad ampliadas en América y América Latina. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2022) ha identificado brechas estructurales en la infraestructura digital que persisten en las redes de última milla con tecnologías basadas en cobre y arquitecturas híbridas que imponen limitaciones en el ancho de banda, la latencia y la estabilidad del servicio. En el lado positivo de la infraestructura en la nube, según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, 2022), a pesar de la penetración de

Internet superior al 70% en América, su calidad no es idéntica, especialmente durante las horas pico, con velocidades efectivas inconsistentes, alta latencia y pérdida de paquetes en áreas urbanas densamente pobladas. Estas deficiencias afectan directamente las métricas de calidad de servicio (QoS), como el jitter, el rendimiento y la disponibilidad de la red. Según (BID, 2021), uno de los mayores desafíos en América Latina es la modernización de la infraestructura de acceso a través de redes de fibra óptica, que tienen la capacidad de una mayor transmisión de datos y pueden escalar considerablemente en el contexto del crecimiento del tráfico IP. En este sentido, la tecnología GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit), que está estandarizada por la UIT-T según la recomendación G.984, es ampliamente considerada como una alternativa más eficiente para los despliegues FTTH (Fibra Hasta el Hogar), con tecnologías que tienen mayores velocidades de transmisión, menores gastos operativos y un rendimiento superior en configuraciones altamente demandadas (ITU-T, 2014). Los informes técnicos realizados por la (GSMA, 2023) mostraron que América Latina se está volcando más hacia las redes basadas en fibra óptica, lo cual es esencial para una mayor estabilidad, fiabilidad y continuidad del servicio, todos los cuales son esenciales para la competencia digital de la región. Pero aún una plétora de complejos residenciales, urbanizaciones y organizaciones que operan en entornos intensivos en recursos causan tanto insatisfacción del usuario como restricciones al acceso a servicios digitales avanzados. Por lo tanto, a nivel regional, las redes GPON deben ser diseñadas e implementadas como una estrategia tecnológica para mejorar la calidad del servicio en las redes de datos, reducir la brecha de rendimiento y proporcionar conectividad de alta velocidad correspondiente a los requisitos actuales del ecosistema digital.

En Perú, los aumentos sostenidos en el acceso a Internet y la digitalización de los servicios públicos y privados han estado acompañados de crecientes presiones por una

conectividad de alta velocidad y confiable. El tráfico de datos en redes fijas ha aumentado continuamente en los últimos años debido al teletrabajo, la educación virtual, el streaming y el uso intensivo de plataformas en la nube, descubrió el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL). Sin embargo, a pesar del aumento de la cobertura y penetración de Internet fijo, todavía existen limitaciones con respecto a la calidad del servicio (QoS), particularmente en las redes de acceso residencial que aún utilizan tecnologías híbridas, o en la infraestructura interna basada en cobre y cableado estructurado antiguo. Estas limitaciones se manifiestan en baja velocidad efectiva en comparación con el plan contratado, alta latencia en aplicaciones en tiempo real, congestión en horas pico, pérdida de paquetes e intermitencia del servicio. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) informa que, si bien ha habido un aumento a nivel nacional en el despliegue de fibra óptica, la red de última milla y las redes internas en edificios multifamiliares y condominios no siempre están equipadas con especificaciones de alta capacidad y escalabilidad (MTC, 2023). Esto establece cuellos de botella que influyen directamente en la experiencia del usuario final. Técnicamente, según la clasificación de redes de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, es GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit), que como se describe en la recomendación G.984, permite mayores velocidades de transmisión y menos atenuación, reduciendo así la interferencia electromagnética y mejorando la eficiencia operativa en comparación con las infraestructuras existentes (ITU-T, 2014).

Diferentes estudios han señalado que la migración a una arquitectura FTTH basada en GPON mejora en gran medida las métricas de calidad del servicio, incluyendo latencia, fluctuación, rendimiento y disponibilidad (Kurose & Ross, 2021).

Como resultado, a nivel nacional existe la necesidad de desarrollar y desplegar redes GPON que ayuden a modernizar la infraestructura de acceso, optimizar la calidad del

servicio de la red de datos y responder a las crecientes necesidades del panorama digital peruano.

Las conexiones de alta velocidad están en demanda en Lima debido al crecimiento urbano y al aumento del número de condominios multifamiliares nuevos y existentes. Lima tiene el mayor número de accesos a Internet fijo y el mayor consumo de datos por usuario debido al uso de plataformas de streaming, teletrabajo, educación virtual y servicios en la nube (OSIPTEL, 2023). A pesar de la gran penetración, la calidad del servicio (QoS) no siempre está a la altura de las expectativas del usuario. En áreas residenciales de alta densidad con problemas como:

- Congestión durante las horas pico
- Reducción de la velocidad efectiva contratada
- Alta latencia en aplicaciones en tiempo real
- Intermitencia del servicio
- Saturación de la infraestructura interna

Como destaca el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la mayor preocupación en Lima no es solo la expansión de la red troncal de fibra óptica, sino la actualización de las redes de acceso e instalaciones internas en edificios y condominios (MTC, 2023). Muchos edificios todavía operan con patrones de cableado anticuados, como cableado estructurado antiguo o arquitecturas no optimizadas para funcionar a alta velocidad para tráfico simultáneo. Desde un punto de vista técnico, la recomendación G.984 de la ITU-T apoya que las redes GPON proporcionan mayor capacidad de transmisión, menos atenuación y mejor escalabilidad en presencia de un aumento del tráfico digital (ITU-T, 2014). Kurose y Ross (2021) también sostienen que la calidad del servicio de las redes de datos está directamente relacionada con parámetros como latencia, jitter, pérdida de paquetes y disponibilidad, que pueden verse afectados cuando la

infraestructura es inadecuada. Por lo tanto, en Lima Metropolitana se requiere cambiar a una arquitectura FTTH basada en GPON para proporcionar la mejor calidad de servicio en áreas residenciales de alta demanda.

El sistema basado en fibra óptica fue echo para una mayor capacidad de transmisiones de datos videos, audio y voz para una comunicación de alta velocidad

El proyecto presentado en esta tesis se basa en el modelo y diseño de una red FTTH (Fibra a la Casa) basada en el estándar GPON para la distribución del servicio para el condominio Cala del Mar ubicado en el Km 87 de la carretera panamericana sur

Este proyecto se posiciona en la mejor arquitectura de la red como GPON y tipo FTTH debido a que es capaz de cubrir grandes distancias y ofrecer una mayor cantidad de ancho de banda, este estándar viene siendo el más usado por los operadores de servicios de internet (ISP)

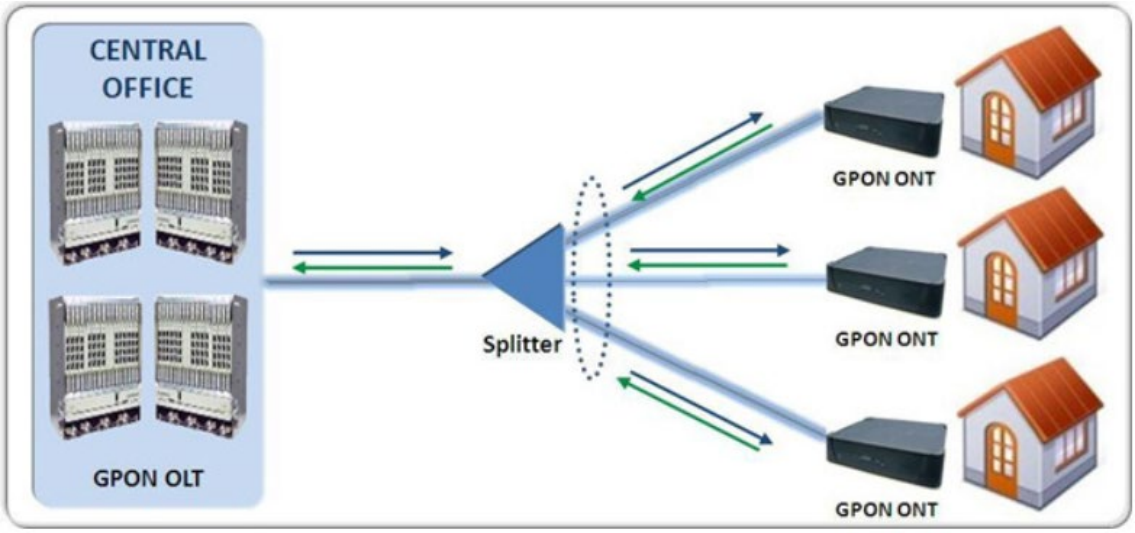


Figura 1. Crecimiento del Servicio de Telecomunicaciones

En esta oportunidad puntualmente hemos realizado el estudio en el Condominio Cala del mar, ubicado en el distrito de Mala, se realizó el estudio minucioso de la calidad del servicio de internet en esa zona rural y hemos llegado a la conclusión de que no existe un servicio adecuado para el uso de los usuarios, la cobertura de internet en la zona es muy inestable ya sea por tema de infraestructura, geográfico o climático, el cual los usuarios no

pueden obtener una alcance de esta herramienta como es el internet siendo importante para el desarrollo en educación, trabajo y productividad en el país, lo cual no permite a las personas de esa zona estar actualizadas con los acontecimientos que suceden en el país y en el mundo.

Otra parte muy importante de esta realidad problemática es que se está dejando de lado la implementación de infraestructuras para telecomunicaciones porque no existe un centro disponible donde se pueda implementar un punto de inicio para repartir internet hacia los usuarios, en el condominio cala del mar, no existe una autoridad con ideas ni objetivo de que pueda adquirir ese servicio y pueda dar las facilidades que se necesita para la implementación de infraestructuras y poder contar con el servicio de internet.

Se detectaron también problemas mediante el uso del diagrama de ISHIKAWA, donde se encontró las diversas causas que ocasiona la baja calidad del servicio de internet y datos de los clientes por pertenecer a una red inalámbrica

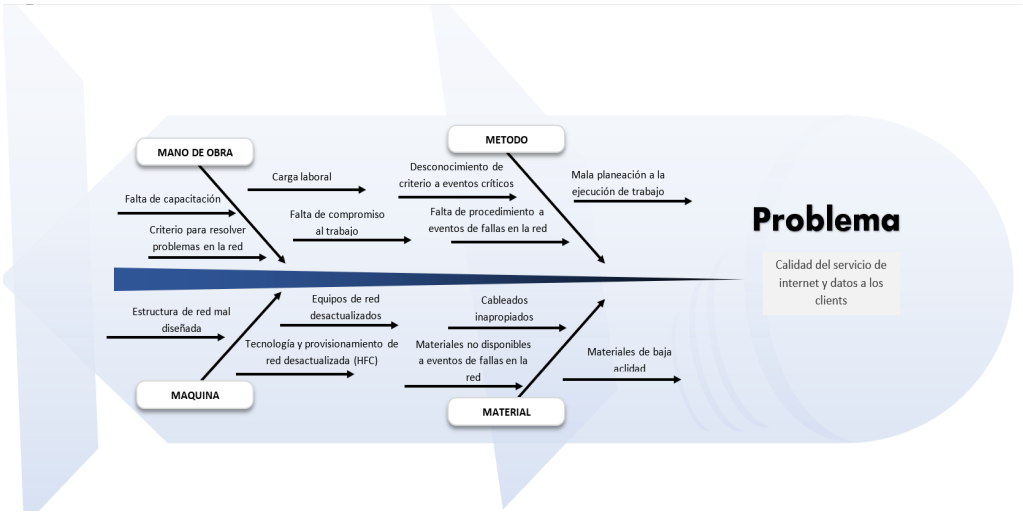


Figura 2. Diagrama de Ishikawa

Para conocer los problemas más relevantes se utilizó el diagrama de Pareto la cual nos ayudó a clasificar las causas.

Nro	Causa	Frecuencia	Acumulado	Frecuencia Acumulada	80-20
1	Tecnología y provisionamiento de red desactualizada (HFC)	40	15.09%	40	80%
2	Falta de procedimiento a eventos de fallas en la red	30	26.42%	70	80%
3	Falta de capacitación	25	35.85%	95	80%
4	Equipos de red desactualizados	25	45.28%	120	80%
5	Criterio para resolver problemas en la red	20	52.83%	140	80%
6	Estructura de red mal diseñada	20	60.38%	160	80%
7	Materiales no disponibles a eventos de fallas en la red	20	67.92%	180	80%
8	Cableados inapropiados	18	74.72%	198	80%
9	Mala planeación a la ejecución de trabajo	18	81.51%	216	80%
10	Desconocimiento de criterio a eventos críticos	15	87.17%	231	80%
11	Carga laboral	12	91.70%	243	80%
12	Materiales de baja aclidad	12	96.23%	255	80%
13	Falta de compromiso al trabajo	10	100.00%	265	80%

Figura 3. Diagrama de Pareto (Definición de problemas prioritarios)

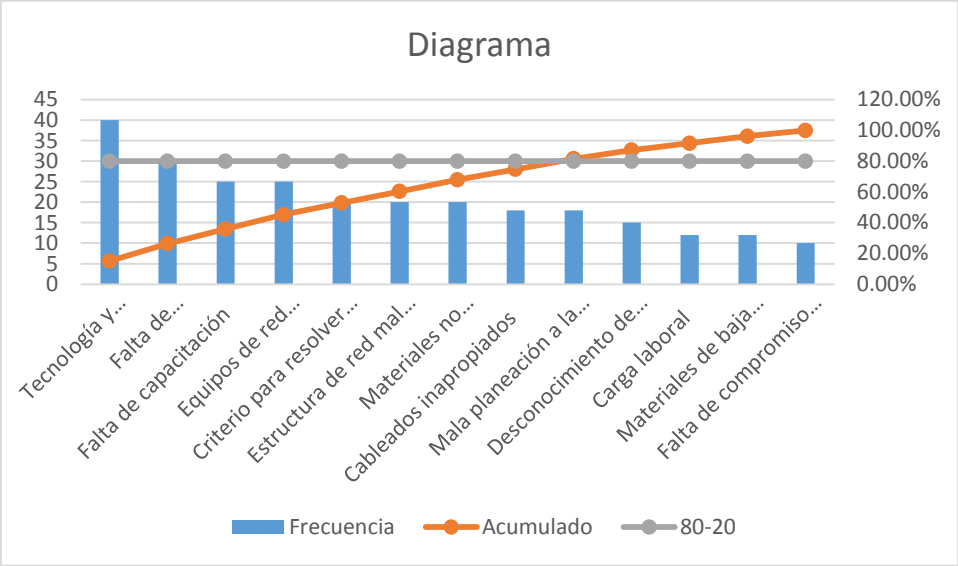


Figura 4. Diagrama de Valoración de Pareto (Definición de problemas prioritarios)

La demanda de ancho de banda por parte de los usuarios de las redes cada vez es mayor, debido al surgimiento de nuevos servicios ofrecidos por las operadoras, entre los cuales destacamos; redes privadas virtuales, telefonía sobre IP, videoconferencia, televisión de alta definición, video sobre demanda, juegos en línea. (López, Moschim, & Rudge, 2019)

Tabla 1. *Demanda de ancho de banda*

DEMANDA DE ANCHO DE BANDA (Mbps)	
Video sobre Demanda (VoD)	15
Redes Privadas Virtuales (VPN)	2
Videoconferencia	1
Navegación en Internet	1,5
Juegos en línea	1
Dos conversaciones telefónicas IP	0,128
Televisión de alta definición (HDTV)	19,2

Fuente: Scientia et Technica Año XV, No 41, Mayo de 2019. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701.

1.2.Planteamiento Del Problema

Delimitación del problema

Espacial

El proyecto se llevó cabo en el Condominio Cala del Mar en el Distrito de Mala.

Temporal

Para esta presente investigación se tomó información del primer semestre del año 2025

1.2.1. Problema general

¿En qué medida el diseño y la implementación de una red GPON para mejorar la calidad del servicio en la red de datos del condominio Cala del Mar?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿De qué manera el diseño y la implementación de la red GPON podría mejorar la calidad del servicio de conectividad del condominio Cala del Mar?
b) ¿De qué manera el diseño y la implementación de la red GPON mejorara la calidad del servicio del ancho de banda del condominio Cala del Mar?
c) ¿De qué manera el diseño y la implementación de la red GPON mejorara la satisfacción del servicio del Condominio Cala del Mar?

1.3. Hipótesis de la investigación

1.3.1. Hipótesis general

Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la calidad del servicio en la red de datos del condominio Cala del Mar.

1.3.2. Hipótesis específicas

a) Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la calidad del servicio de conectividad en la red del condominio Cala del Mar.
b) Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la calidad del servicio del ancho de banda del condominio Cala del Mar.

c) Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la satisfacción del servicio del condominio Cala del Mar.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Diseñar e implementar una red GPON para mejorar la calidad del servicio en la red de datos del condominio Cala del Mar.

1.4.2. Objetivos específicos

a) Diseñar e implementar una red GPON para mejorar la calidad del servicio de conectividad en la red del Condominio Cala del Mar.

b) Diseñar e implementar una red GPON para mejorar el ancho de banda del condominio Cala del Mar.

c) Diseñar e implementar una red GPON para mejorar la satisfacción del servicio del condominio Cala del Mar.

1.5. Variables, dimensiones e indicadores

1.5.1. Variables independientes

- ✓ Red GPON

1.5.2. Variables dependientes

- ✓ Calidad del servicio de red de datos

1.5.3. Dimensiones

- ✓ Calidad de servicio de conectividad de red
- ✓ Calidad del servicio en el ancho de banda
- ✓ Satisfacción del servicio
- ✓ Infraestructura de la red GPON
- ✓ Diseño de la red GPON
- ✓ Cobertura de la red GPON

1.5.4. Indicadores de las variables dependientes

- ✓ Conformidad y satisfacción
- ✓ Precio del servicio
- ✓ Aumento de Velocidad
- ✓ Velocidad y Ancho de banda en la Red
- ✓ Conectividad las 24 horas
- ✓ Horario de atención
- ✓ Equipos instalados

1.5.5. Operacionalización de variables

Tabla 2.
Matriz de análisis de datos

Variable	Dimensión	Indicador	Escala de medición	Estadístico descriptivo
V.D Calidad del servicio de red de datos	Calidad del servicio de conectividad	% de interrupciones o latencia	categórica	frecuencias
	Calidad del servicio en el ancho de banda	Nivel de aumento de Velocidad	categórica	frecuencias
	Satisfacción del servicio	Nivel de satisfacción	categórica	frecuencias
V.I Red GPON	Infraestructura de red GPON	Tecnología que este a la vanguardia a la petición de los abonados	categórica	frecuencias
	Diseño de la red GPON	Monitoreo de la red 24 Horas	categórica	frecuencias
	Cobertura de la red GPON	Cobertura de la red sobre la localidad	categórica	frecuencias

Fuente: Elaboración propia

1.6. Justificación del estudio

1.6.1. Justificación teórica

El estudio actual está teóricamente justificado considerando los fundamentos de las redes de telecomunicaciones y los principios de Calidad de Servicio (QoS),

indicando que el rendimiento de una red es directamente proporcional a la arquitectura, la capacidad de transmisión y la eficiencia en el manejo del tráfico de datos. Kurose y Ross (2021) definen desde el punto de vista de la teoría de redes de comunicación, que los parámetros clave para estimar la calidad del servicio en redes de datos incluyen latencia, fluctuación, pérdida de paquetes y rendimiento, los cuales determinan la experiencia del usuario final en aplicaciones en tiempo real, videoconferencias, streaming, servicios en la nube, etc. Cuando hay una limitación física o formal en la infraestructura de la red, por otro lado, estas métricas también se ven influenciadas y la calidad y estabilidad del nivel de servicio se ven afectadas. En este contexto, la tecnología GPON (Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit) se construye sobre una arquitectura de fibra óptica pasiva para alcanzar la tasa de transmisión deseada mientras se minimiza la atenuación y se permite una mayor escalabilidad frente a la tecnología basada en cobre, según la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones para la tecnología G.984 (ITU-T, 2014). Los divisores ópticos pasivos optimizan el rendimiento de la red en esta arquitectura para una transmisión de alta velocidad con mínima pérdida de señal. De manera similar, la teoría de redes de acceso de banda ancha ha demostrado que el cambio a infraestructura FTTH en GPON expande la capacidad de ancho de banda permitiendo simultáneamente más indicadores de rendimiento en hogares y empresas (Tanenbaum & Wetherall, 2011). El diseño e implementación de una red GPON está, por lo tanto, motivado por la aplicación de principios técnicos que corresponden a la modernización de la infraestructura y la mejora del rendimiento de la red. Así, este trabajo contribuye a la ingeniería de telecomunicaciones validando empíricamente, desde un análisis aplicado, la relación entre el diseño de GPON y la optimización de la calidad del servicio en redes de datos;

contribuye a fortalecer aún más el soporte teórico del papel que tienen las tecnologías de fibra óptica en la mejora del rendimiento de la red.

1.6.2. Justificación práctica

La aplicabilidad práctica de este trabajo radica en la necesidad de ajustar el rendimiento y la calidad del servicio en redes de datos con capacidad finita y poca estabilidad y escalabilidad. Para ubicaciones domésticas y corporativas, este aumento en el tráfico digital desde el teletrabajo, videoconferencias, servicios de streaming y sistemas basados en la nube requiere redes con mayor ancho de banda y menor latencia (Kurose & Ross, 2021).

La aplicación de la red GPON tiene un gran potencial para mejorar las medidas de calidad de servicio (QoS) (es decir, latencia, fluctuación, pérdida de paquetes, rendimiento) debido a la arquitectura del sistema que se desarrolla sobre fibra óptica pasiva, lo que reduce la atenuación, elimina la interferencia electromagnética y distribuye el ancho de banda requerido (ITU-T, 2014).

Y, al eliminar el equipo activo intermedio y reducir los costos de mantenimiento de una GPON, permite una mayor escalabilidad y eficiencia operativa. Desde el aspecto práctico, una red GPON está diseñada e implementada para:

- Aumentar la velocidad efectiva de transmisión de datos.
- Reducir la congestión durante las horas pico.
- Mejorar la estabilidad y disponibilidad del servicio.
- Optimizar la experiencia del usuario final.
- Asegurar el soporte para aplicaciones críticas y servicios digitales avanzados.

Además, de acuerdo con las tendencias globales de migración hacia redes FTTH (Tanenbaum & Wetherall, 2011), la modernización de la infraestructura de red habilitada por la tecnología GPON mejora la continuidad de las operaciones y la

competitividad digital, con el entorno de la red tanto residencial como organizacional orientándose hacia su propia competencia digital. Por lo tanto, con base en la recopilación de datos, esta investigación es una solución tecnológica práctica y aplicable que genera avances tangibles en el servicio de redes de datos que contribuirán a mejoras técnicas, operativas y económicas en el contexto de implementación.

1.6.3. Justificación legal

La presente investigación se justifica legalmente en el marco normativo peruano que regula el desarrollo y prestación de servicios públicos de telecomunicaciones, así como la garantía de calidad en la provisión del servicio de acceso a Internet.

En primer lugar, la Ley N° 29904, Ley de Promoción de la Banda Ancha y Construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, establece como política de Estado el impulso de infraestructura de telecomunicaciones basada en fibra óptica para garantizar conectividad de alta velocidad y calidad en todo el territorio nacional (Congreso de la República, 2012). Esta norma promueve el desarrollo de redes de acceso modernas, lo cual respalda técnicamente la implementación de soluciones como GPON.

Ley N.º 034-2010-MTC Decreto supremo que “establece como Política Nacional en la implementación de fibra óptica para facilitar a la población con internet”.

Decreto Supremo Nº006-2013-MTC “Reglamento general de la ley de telecomunicaciones para el desarrollo de servicios púbicos de telecomunicaciones de áreas rurales y lugares de preferente interés social”.

De manera similar, el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL) supervisa las condiciones de calidad de los servicios públicos de telecomunicaciones, estableciendo parámetros mínimos de rendimiento que los operadores deben cumplir, incluyendo velocidad efectiva, continuidad y

disponibilidad del servicio (OSIPTEL, 2023). Las redes GPON y otras mejoras en infraestructura ayudan a cumplir con estos estándares regulatorios. Por otro lado, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la autoridad central del sector de telecomunicaciones, promueve el establecimiento e implementación de infraestructura de fibra óptica y la modernización de la tecnología de redes de acceso de acuerdo con la Política Nacional de Transformación Digital (MTC, 2023). La introducción de redes GPON en este sentido es consistente con los objetivos estratégicos nacionales en el fortalecimiento de la conectividad y la calidad del servicio. Por último, a nivel global en términos de estándares técnicos, la recomendación G.984 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T, 2014) forma el estándar técnico de las redes GPON y proporciona el respaldo regulatorio internacional para su diseño e implementación bajo criterios de eficiencia y calidad. En consecuencia, el presente estudio está respaldado por el marco legal y regulatorio existente en Perú, que fomenta la expansión de la infraestructura de fibra óptica y la mejora continua de la calidad del servicio en las redes de telecomunicaciones.

1.6.4. Justificación económica

Este estudio está justificado financieramente porque la actualización de redes utilizando el sistema GPON fue una decisión inteligente para ahorrar costos y hacer que el servicio de datos sea más eficiente.

Desde el punto de vista de la economía de redes, la adaptación de tecnologías de fibra óptica permite reducir los costos de mantenimiento, el consumo de energía y la sustitución frecuente de infraestructura activa, dado que la tecnología GPON utiliza divisores ópticos pasivos, que no necesitan energía eléctrica intermedia (ITU-T, 2014). Reduce los gastos operativos (OPEX) y aumenta el retorno de la inversión (ROI) a mediano y largo plazo. Además, los indicadores de calidad del servicio, como la

latencia, el rendimiento o la disponibilidad, reducen las pérdidas económicas debido a interrupciones del servicio, baja productividad y quejas de los usuarios (Kurose & Ross, 2021).

En entornos residenciales o corporativos, una red que sea deficiente en aspectos técnicos incurre en costos adicionales en forma de quejas de usuarios, mantenimiento técnico recurrente, así como penalizaciones contractuales. La inversión en infraestructura de fibra óptica trae efectos beneficiosos para la competitividad, la productividad y el crecimiento digital.

Ha surgido en América Latina como una de las principales razones para mejorar la sostenibilidad en la actividad económica (BID, 2021). Por esta razón, la operación de una red GPON mejora el rendimiento del sistema técnico además de contribuir a la valoración de los activos inmobiliarios o institucionales que cuentan con infraestructura de telecomunicaciones de alta capacidad. Por lo tanto, el estudio tiene razones económicas para su justificación al mostrar que el desarrollo y establecimiento de la red GPON facilitan la asignación de recursos financieros, el control sobre los costos operativos, la eficiencia del servicio y las ventajas económicas a lo largo del tiempo se reconocen en términos de sostenibilidad.

Importancia del estudio

El presente estudio es importante porque responde a la creciente necesidad de optimizar la infraestructura de redes de datos ante el aumento sostenido del tráfico digital y la demanda de servicios en tiempo real. En la actualidad, actividades como el teletrabajo, la educación virtual, el streaming y el uso de plataformas en la nube requieren redes con alta capacidad, baja latencia y alta disponibilidad, lo que hace indispensable contar con arquitecturas tecnológicas modernas y escalables.

La implementación de una red GPON (Gigabit Passive Optical Network) representa una solución tecnológica eficiente, ya que permite mayores velocidades de transmisión, menor atenuación de señal, mejor estabilidad y mayor escalabilidad en comparación con infraestructuras tradicionales basadas en cobre. Por ello, el estudio es relevante al analizar cómo el diseño adecuado de esta tecnología puede mejorar indicadores clave de calidad de servicio (QoS), tales como latencia, jitter, pérdida de paquetes y throughput.

Asimismo, la investigación tiene importancia práctica porque contribuye a la modernización de la infraestructura de red, mejora la experiencia del usuario final y fortalece la continuidad operativa en entornos residenciales, empresariales o institucionales. Desde el ámbito académico, aporta conocimiento aplicado en el campo de la ingeniería de telecomunicaciones y redes, sirviendo como referencia para futuros proyectos de implementación de tecnologías FTTH.

En consecuencia, la importancia del estudio radica en su contribución técnica, operativa y académica para mejorar el desempeño de la red de datos mediante el diseño e implementación de una solución basada en tecnología GPON.

1.7. Antecedentes nacionales e internacionales

17.1. Antecedentes internacionales

Según (Toala, 2024), en su tesis titulada “Diseño de Red Mediante Tecnología GPON Para Optimizar la comunicación de datos en el GAD Municipal De Jipijapa, Desde la Universidad Estatal Del Sur De Manabí, para optar el título de Ingeniero En Tecnologías De La Información, Jipijapa, Manabí – Ecuador”

El objetivo Principal del proyecto fue; Diseñar la infraestructura de red con tecnología GPON para optimizar las comunicaciones de datos en el GAD Municipal de Jipijapa.” (Toala, 2024, pág. 5)

En este proyecto “El tipo de metodología investigativa de tipo descriptiva que permita analizar y obtener detalles del área de estudio, misma que maneja el paradigma interpretativo con enfoque cualitativo lo que permitió obtener información relevante e identificar los diferentes problemas que se presentan en la red de comunicación de la institución, datos que se obtuvieron en base a la recopilación de información generada por medio de entrevistas, lo cual aportaron al desarrollo de la investigación”

Conclusión: “La red de fibra óptica pasiva debe tener una capacidad suficiente para soportar la cantidad de usuarios y datos que se espera transmitir, debe de ser escalable para permitir futuras expansiones su equipamiento a través de un OLT terminal de línea óptica permitirá conectarse a la fibra óptica y proporcionar los servicios de red a los usuarios finales.”

Según (Ovalle Silva, 2022) desarrollaron la tesis “Diseño e Implementación de un sistema de monitoreo para la red GPON de la empresa HV Multiplay, Para optar el Título de Ingeniero Telecomunicaciones, Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Sede Bogotá D.C – Colombia”

Indica el presente trabajo tiene como objetivo “Diseñar e implementar un sistema de monitoreo para la red GPON de HV Multiplay.”

La metodología utilizada en la tesis fue de tipo aplicada y tecnológica, desarrollada en el marco de una pasantía. El trabajo se basó en un enfoque práctico y descriptivo, orientado al análisis de la red GPON de la empresa HV Multiplay, seguido del diseño e implementación de un sistema de monitoreo. La metodología se ejecutó mediante fases que incluyeron el diagnóstico de la infraestructura, la implementación de herramientas de monitoreo y la verificación de los resultados obtenidos.

Conclusión: “Los ISP cuentan con múltiples opciones de software libre en internet para desarrollar un sistema de monitoreo completo, escalable y sin limitantes al momento de incluir dispositivos, teniendo en cuenta solo límites de la capacidad del servidor donde se aloja el sistema.”

Según (Rodríguez, 2022) presentaron la Tesis denominada “Diseño de una red FTTH GPON de la empresa telerapid s.a para la ciudad de quito en el barrio la luz, Para optar el Título de Ingeniero Electrónico, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito – Ecuador.”

En “La presente labor es de tipo cualitativo y experimental ya que es un desarrollo experimental de red FTTH con tecnología GPON para CNT, de esta norma observamos las características de la ciencia orientada en el proyecto esta solución ahorrara ancho de frecuencia y rapidez para garantizar el acceso a voz, datos y aplicaciones existentes.”

Se concluye, “Tal y como se ha podido comprobar mediante el levantamiento inicial sobre la red de suministro de la empresa CNT basada en el acceso por enlace, se identificó la existencia de varios defectos en la red de cobre como la velocidad y ancho de banda, lo que confirmó por parte de CNT la decisión de establecer la transición tecnológica de reemplazar la infraestructura de cobre por fibra óptica GPON para brindar solución a los problemas de conexión a internet del abonado.” (Rodríguez, 2022, pág. 7)

1.7.2. Antecedentes nacionales

Según (Ripas, 2024) desarrollo la Tesis “Diseño e implementación una red FTTH balanceada utilizando el estándar GPON para un centro comercial en un distrito de la

ciudad de lima, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú".

El principal objetivo fue "Diseñar e implementar una red FTTH balanceada utilizando el estándar GPON para un centro comercial en un distrito de la ciudad de lima"

Método El tipo de investigación será la aplicada, ya que se utilizarán las diferentes fórmulas y métodos ya existentes en las redes inalámbricas con el objetivo de mejorar el servicio de comunicación. Una investigación de tipo aplicada, se identifica por buscar la solución de situaciones o problemas específicos del mundo real a través del uso de conocimientos científicos y teóricos (Ruiz & Valenzuela, 2022)

Conclusión: "Se concluye que la implementación es exitosa de la red FTTH balanceada con estándar GPON representa un avance vertiginoso en la conectividad de alta velocidad."

Según (Ramos, 2024), desarrollo la Tesis "Diseño de una Red inalámbrica con tecnología GPON para mejorar el servicio de comunicación en la provincia de Yungay, para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico con Mención en Telecomunicaciones, Universidad de Ciencias y Humanidades, Lima – Perú".

El principal objetivo fue "acercar un gran volumen de información a los hogares y por tanto una tecnología considerada que satisface las necesidades de los usuarios con un menor coste de diseño e implementación y cumplimiento de estándares técnicos"

El método de investigación fue aplicada, ya que los recursos usados con distintas fórmulas y métodos ya usadas en el rubro de las redes inalámbricas con el objetivo de mejorar el servicio de comunicación.

Resultados “Los resultados que se obtuvieron al realizar el cálculo de tráfico nos indicó un promedio para llamadas entrantes de telefonía móvil de 4.94, para llamadas salientes de telefonía móvil de 2.12, para llamadas entrantes de telefonía fija de 0.01.” (Ramos, 2024, pág. 8)

Conclusión: “Se concluye que los cálculos realizados se puede afirmar que, para obtener un servicio de telecomunicaciones en la provincia de Yungay, se puede emplear las redes inalámbricas; las cuales son una alternativa para poder brindar diferentes servicios como telefonía e internet a estas localidades que están alejadas”

Según (Carrasco, 2025) desarrollo la Tesis “Implementación de una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la calidad del servicio del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Electrónico, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima – Perú”.

El objetivo general fue “Proponer la implementación de una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la calidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023”.

La metodología utilizada fue aplicada, con un diseño experimental y de tipo cuasi experimental, La investigación se llevó a cabo utilizando una muestra no probabilística intencional, compuesta por un conjunto de 150 usuarios que se benefician de los diversos servicios ofrecidos por la red.

Se concluye “El logro de la implementación de la red FTTH con tecnología GPON puede mejorar la fiabilidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023”.

“Por lo tanto, se puede comprobar que implementar una red FTTH con tecnología GPON para poder mejorar la calidad del servicio por el ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023, obteniéndose una mejora significativa de 21%.”

1.8. Marco teórico

1.8.1. Fibra Óptica

La fibra óptica hoy en día constituye el medio de transmisión efectivo para los sistemas de comunicaciones, Desde sus primeros incisos la fibra óptica enlazaba a grandes centrales de comunicaciones, hoy en día se puede visualizar este medio hasta los mismos hogares extendiendo su uso con mayor distancia y una gran amplitud de aplicaciones

"La fibra óptica como fin tiene propiedades favorables, entre ellos se destacan los siguientes:

- Gran capacidad de transmisión de Banda Ancha a través del medio
- Reducida atenuación de la señal óptica
- Inmunidad frente a interferencias electromagnéticas
- Bajo coste potencial a causas de la abundancia del material empleado"

(Comunicaciones ópticas, 2005, p.7)

Tipos de fibra óptica

Fibra Monomodo

Su principal ventaja (ancho de banda ilimitado y bajo nivel de atenuación) su aplicación es aconsejable en aplicación WAN de larga distancia:

SMF–G652 Fibra Monomodo de salto de índice, esta fibra está especialmente utilizada para el uso de longitud de onda de 1310 nm

Adecuada en aplicaciones de redes metropolitanas, acceso, cableado estructurad y CATV

SMF–NZDS las fibras NZDS (Non Zero Dispersion Shield) están adecuadas para el uso de longitud de onda de 1550 nm, diseñada para el transporte de alta tasa de transmisión sobre múltiples canales, adecuada para largas distancias

SMF–G657 Esta fibra óptica es sensible a la curvatura y proporciona una gran resistencia a las perdidas adicionales debidas a macro curvaturas ideal para el montaje de cableado dentro de una infraestructura de un Edificio además de aplicarse en redes de acceso FTTH

Fibra Multimodo

Este tipo de fibra es más que nada usado para un ámbito de cortas distancias

50/125 UM Esta fibra es utilizada constantemente en aplicaciones informáticas, clasificada en varios tipos (OM1, OM2, OM3 y OM4) en función de su ancho de banda, el tipo OM2 permite soluciones económicas para trasmisiones analógicas de la banda base (CCTV) en distancias de 2 a 3 Km.

62,5/125 UM De ampliación frecuente en redes Ethernet 100/100, hasta 4Km (850 nm) o 10 Km (1300 nm)

Tabla 3,

Aplicación de fibras Ópticas en enlaces Ethernet

Canal de Fibra	Fast Ethernet 100 Base T	GigaBit Ethernet		10 Gigabit Ethernet 10 G Base SR/SW
		1000 Base SX 850 nm	1000 Base SX 1300 nm	
OF 300	OM1	OM2	OM1/OM2	OM3
OF 500	OM1	OM2	OM1/OM2	OS1
OF 2000	OM1	-	Especial	OS1

Fuente (Grupo Cofitel)

1.8.2. Redes PON (Redes Ópticas Pasivas)

Una red PON es una red que permite el incremento de mayor ancho de banda para los usuarios o abonados mejorando el servicio al contar con accesos por medio de

Fibra Óptica, Además este tipo de red permite reemplazar los elementos activos de una red por elementos pasivos, quiere decir que los equipos no necesariamente deben ser energizados como en otros tipos de Redes como HFC o ADSL, reduciendo considerablemente los costos y abaratando los precios de arquitectura de red. la Tecnología PON es usualmente utilizada para redes FTTH (Fiber To The Home).

1.8.3. GPON (Gigabit Passive Optical Networks)

"Está estandarizado en el conjunto de recomendaciones ITU-T G.984.x (x = 1, 2, 3, 4, 5, 6). Las primeras recomendaciones aparecieron durante los años 2003 y 2004, teniendo continuas actualizaciones en los años posteriores".

GPON proporciona "una estructura de trama escalable desde 622 Mb/s hasta 2,5 Gb/s, así como la capacidad de soportar tasas de bits asimétricas.

La velocidad de transmisión más utilizada por los actuales proveedores de plataformas PON es de 2,488 Gb/s en el canal de distribución (sentido de downstream) y de 1,244 Gb/s en el canal de retorno (sentido de upstream)".

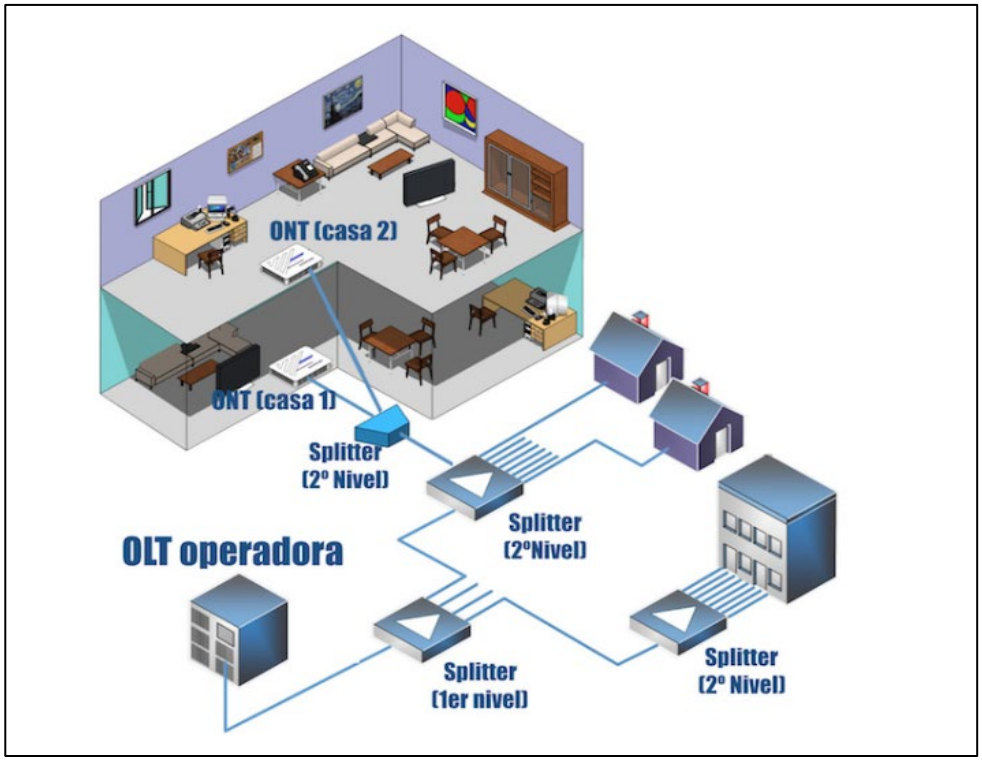
La red de acceso es la parte de la red más próxima al usuario, por lo que se caracteriza por la abundancia de servicios y protocolos.

El método de encapsulamiento de la información que utiliza GPON se llama GEM (GPON Encapsulation Method) que permite soportar cualquier tipo de servicio, (Ethernet, ATM, TDM, entre otros) en un protocolo de transporte síncrono basado en tramas periódicas de 125µs.

El método GEM se basa en el estándar GFP (Generic Framing Procedure) del ITU-T G.7041 con modificaciones menores para las tecnologías PON. GPON de este modo no solamente ofrece más ancho de banda que sus tecnologías antecesoras (APON, BPON) sino que también es más eficiente y permite a los operadores continuar brindando sus servicios tradicionales (voz basada en TDM, líneas

alquiladas) sin tener que mudar los equipos instalados en las dependencias de los clientes.

Además, GPON implementa capacidades OAM avanzadas (Operation Administration and Maintenance), ofreciendo una potente gestión de servicio extremo a extremo. Entre otras funcionalidades incorporadas cabe destacar: monitoreo de la tasa de error, alarmas y eventos, proceso de descubrimiento y ranking automático". (López, Moschim, & Rudge, 2019, pág. 323)



La arquitectura básica para una red GPON.

Figura 5. Esquema de una arquitectura típica GPON

Las redes GPON se constituyen por tres elementos básicos:

1. OLT: Terminal de Línea Óptico (Optical Line Terminal).
2. Splitter Óptico (Divisor).

3. ONT/ONU: Terminal/Unidad de Red Óptico (Optical Network Terminal/Optical Network Unit).

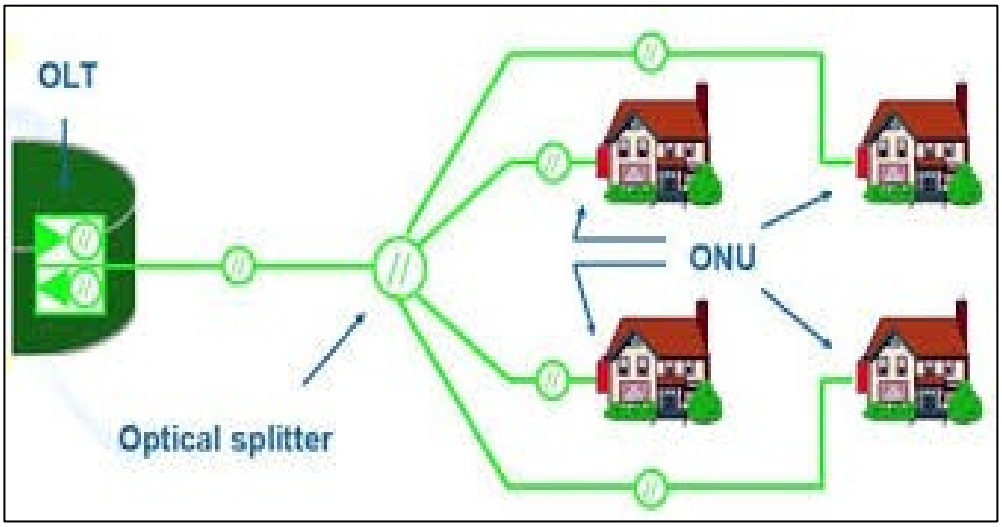


Figura 6. Topología Red GPON

Fuente (Fiber Mall)

1.8.4. Tipos de red GPON

	Generation	1G	10G		40G	100G
	ITU	GPON	XGPON	XGS-PON	NGPON2	25G&50G&100G
	IEEE	EPON	10G EPON			NG EPON
	Large-scale deployments	2007~2016	2017~2020		2020+	
	Advertising	>100M	100M~1G		1G~10G	
ITU-T	Standard	G.984 series	G.987 series	G.9801.1	G.989 series	TBD
	Up stream speed(bit/s)	1.25G	2.5G	10G	2.5G/10G	
	Down stream speed(bit/s)	2.5G	10G	10G	40G	
IEEE	Standard	802.3ah	802.3av			802.3ca(D2.0)
	Up stream speed(bit/s)	1.25G	10G/1G			10G/25G/100G
	Down stream speed(bit/s)	1.25G	10G			25G/100G

Figura 7. Tipos de Red GPON y Evolución

Fuente (Fiber Mall)

1.8.5. Limitaciones de fibra óptica

Micro curvaturas

Según las recomendaciones de la UIT-T L.10 Una micro curvatura se le conoce como a un curvado acusado de fibra óptica es un desplazamiento axial de unas cuantas micras en pequeñas distancias a causas de fuerzas aplicadas a lo largo de la fibra. Estas micro curvaturas pueden incrementar las perdidas ópticas, es por eso que debe eliminarse cualquier esfuerzo mecánico aplicado sobre este a lo largo de la incorporación de la misma, así como durante y después del trabajo realizado sobre este.

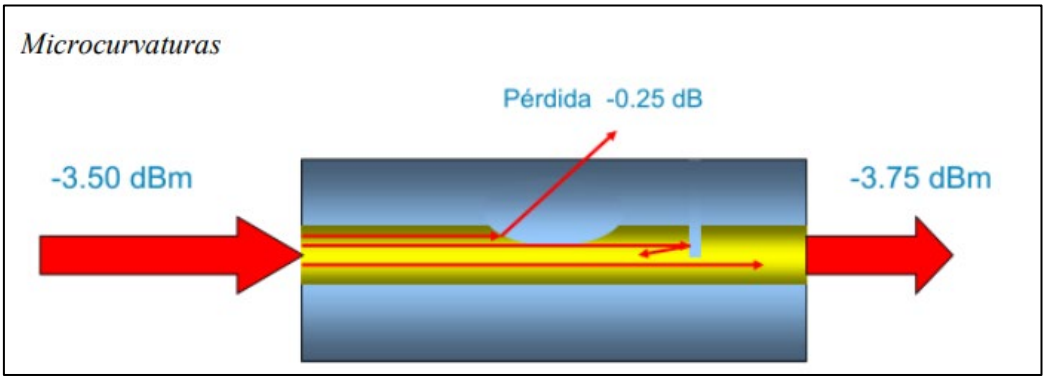


Figura 8. Micro curvatura de la fibra óptica

Fuente (Los Tesistas)

Macro curvaturas

Según las recomendaciones de la UIT-T L.10 la macro curvatura incrementa la perdida Óptica si este aumenta el radio de la curvatura si es demasiado pequeño

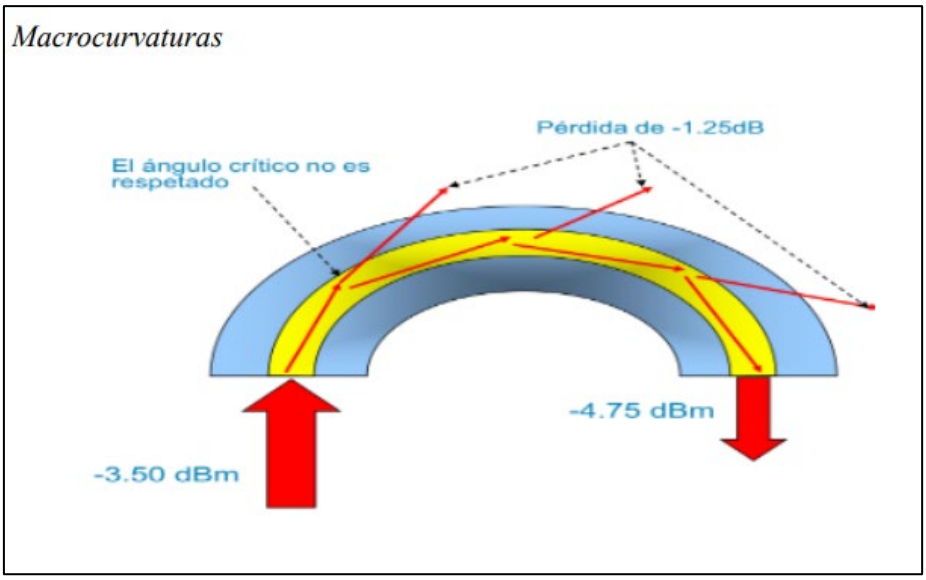


Figura 9. Macro curvatura de la fibra óptica

Fuente (Los Tesistas)

1.8.6 Conectores y pulido de fibra óptica

Conectores de fibra óptica

Existen diferentes tipos de conectores de fibra óptica, "en algunos casos tenemos conectores de fibra óptica LC-LC y SC-SC y en otros casos tenemos diferentes tipos de conectores en ambos lados, dependerá de con qué queramos que se conecte el dispositivo, normalmente y por lo general deberían ser igual los conectores en ambos extremos de la fibra".

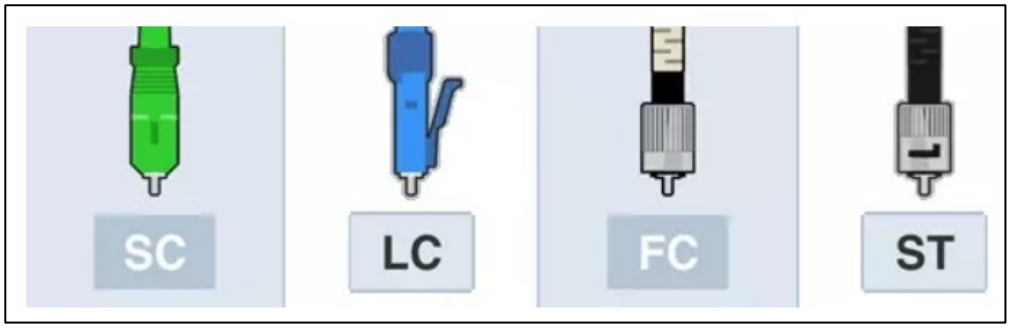


Figura 10. Tipos de Conectores de Fibra Óptica

Fuente (Redes Zone)

Conector SC (Suscriptor Connector)

"Es el tipo de conector más barato, se ajusta a presión, es compacto y se usa habitualmente en redes FTTH conectando la ONT al PTRO de nuestro hogar.

Es compatible con fibra monomodo y multimodo, tiene una pérdida de señal de en torno a 0,25dB".

Conector LC (Lucent Connector)

"Es el tipo de conector más utilizado en los transceptores SFP de los switches profesionales, es de tipo push and pull, es muy compacto y permite mayor densidad de conectores en racks.

Es compatible con fibra monomodo y multimodo, tiene una pérdida de señal de en torno a 0,10dB.

Este conector vio la luz en el año 1997, y desarrollado por Lucent Technologies. Su ajuste es similar a un RJ-45, y resulta más seguro y compacto que el SC.

Por lo cual la densidad de conexiones que se pueden establecer en un mismo rack o panel aumenta de forma considerable".

Conector FC (Ferrule Connector)

"Este conector se rosca y tiene una fijación resistente a vibraciones. Es compatible con fibra monomodo y tiene una pérdida de señal de en torno a 0,30dB.

Este fue el primer conector óptico con ferrule cerámico, el cual desarrolló Nippon Telephone.

Se utilizaba en gran medida para instrumentos de precisión como los OTDR".

Conector ST (Straight Tip)

"Se ha sido utilizado en entornos profesionales y redes militares, se parece bastante al conector FC, pero su ajuste es similar al de un conector BNC (montura de bayoneta). Se usa en fibras multimodo y la pérdida es de 0,25dB.

Fue desarrollado en EEUU por AT&T, y se utilizó en entornos profesionales como las redes corporativas y el ámbito militar".

1.8.7. Pulido de fibra óptica

En cuanto al de Pulido de la fibra óptica, podemos encontrar 3 tipos básicos para los conectores

Pulido PC

"Su ferrule está biselado y termina en una superficie plana, lo que evita los espacios vacíos entre los ferrules de los conectores que se están acoplando y tiene pérdidas de retorno entre los -30 dB y los -40 dB".

Pulido UPC

"Son similares a los PC, pero este reduce la pérdida de retorno a un margen entre los -40 y los -55 dB por su bisel curvo".

Pulido APC

"El ferrule termina en una superficie plana e inclinada. Pues hacer un enlace óptico de mayor calidad porque reduce las pérdidas de retorno hasta -60 dB".

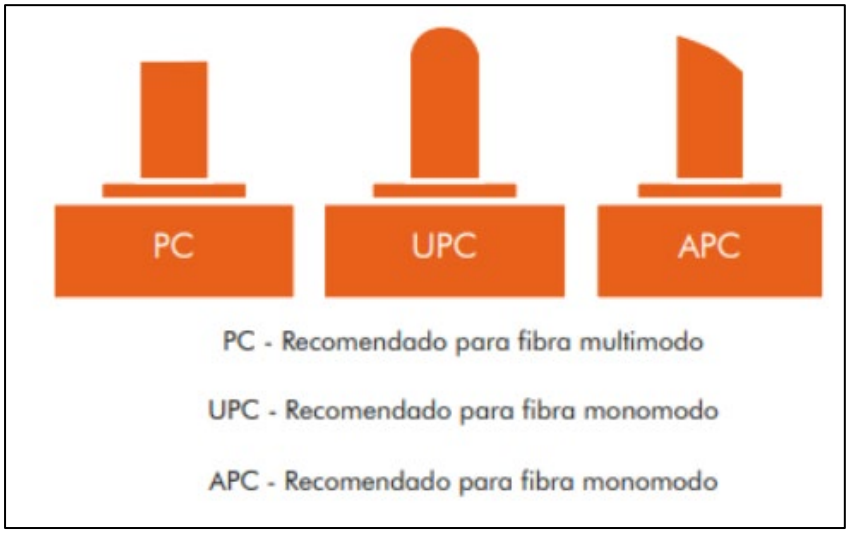


Figura 11. Tipos de Pulido de Fibra Óptica

Fuente (Fibra Market)

1.8.8. Arquitectura de transmisión

Después GPON adoptará WDM para transmitir datos de diferentes longitudes de onda ascendentes / descendentes sobre el mismo ODN.

"Las longitudes de onda oscilarán entre 1290-1330 nm en la dirección de subida y de 1480 – 1500 nm en dirección de descarga. Comenzará la transmisión de datos en la dirección de descarga y a su vez en subida a modo de ráfaga en modo TDMA (basado en intervalos de tiempo).

Por último, se admitirá la transmisión de multidifusión punto a multipunto (P2MP)".

Downstream (descendente)

"Los paquetes descendentes se reenvían como transmisiones, con los mismos datos enviados a la misma ONU / ONT con diferentes datos identificados por el ID del puerto GEM. Permite que una ONU / ONT reciba los datos deseados por ONU ID. El rango de longitud de onda para la descarga es de 1480 – 1500 nm. Funcionamiento en modo continuo en sentido descarga – incluso cuando no hay tráfico de usuarios a través de GPON, hay una señal constante, excepto cuando el láser está apagado administrativamente".

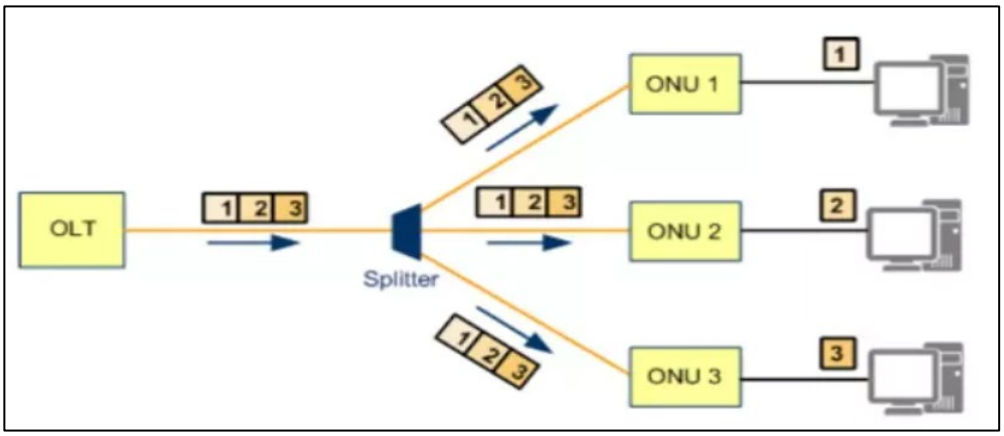


Figura 12. Diagrama de paquetes descendentes

Fuente (Redes Zone)

Upstream (ascendente)

"La transmisión de paquetes en sentido ascendente se produce a través de TDMA (acceso múltiple por división de tiempo). Se mide la distancia entre OLT y ONT / ONU. Las franjas horarias se asignan en función de la distancia ONT / ONU envía tráfico en sentido ascendente según el intervalo de tiempo concedido. La asignación dinámica de ancho de banda (DBA) permite que la OLT supervise en tiempo real la congestión, el uso del ancho de banda y la configuración. Detecta y previene colisiones a través del rango. La longitud de onda en sentido subida varía de 1290 a 1330 nm. Como se muestra en la imagen, el procedimiento de reenvío de paquetes en sentido ascendente".

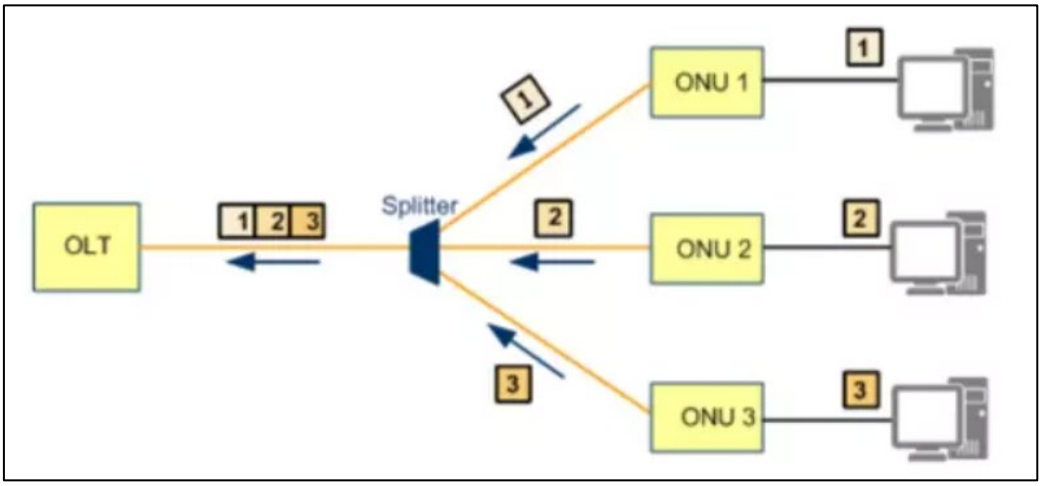


Figura 13. Diagrama de paquetes ascendente

Fuente (Redes Zone)

1.8.9. Infraestructura de red GPON

La infraestructura de red GPON (Gigabit Passive Optical Network) se define como el conjunto de elementos físicos y lógicos que conforman una red de acceso basada en fibra óptica pasiva, diseñada para proporcionar servicios de banda ancha de alta velocidad. Esta infraestructura incluye la terminal de línea óptica (OLT), los

divisores ópticos pasivos (splitters), la red de distribución de fibra óptica y las unidades de red óptica (ONU/ONT) instaladas en el usuario final (ITU-T, 2014).

Según la recomendación G.984 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, GPON es una arquitectura punto-multipunto que permite la transmisión simultánea de datos, voz y video mediante una infraestructura pasiva, reduciendo costos operativos y mejorando la eficiencia energética. Desde el enfoque de redes de acceso, esta infraestructura se caracteriza por su alta capacidad de transmisión, baja atenuación y escalabilidad frente al crecimiento del tráfico digital (Tanenbaum & Wetherall, 2011).

1.8.10. Diseño de la red GPON

El diseño de la red GPON se conceptualiza como el proceso técnico de planificación, dimensionamiento y estructuración de la arquitectura de la red óptica pasiva, considerando criterios de capacidad, cobertura, distribución de fibra, relación de división (split ratio), presupuesto óptico y calidad del servicio (QoS).

De acuerdo con Kurose y Ross (2021), el diseño de redes implica definir topologías, capacidad de transmisión, mecanismos de asignación de ancho de banda y parámetros de desempeño que garanticen eficiencia y confiabilidad. En el caso específico de GPON, el diseño debe contemplar el cálculo del presupuesto de potencia óptica, la distancia máxima entre la OLT y las ONT, la selección adecuada de splitters y la planificación de la red de distribución óptica, conforme a los estándares establecidos por la ITU-T (2014).

1.8.11. Cobertura de la red GPON

La cobertura de la red GPON se define como el alcance geográfico y la capacidad de la infraestructura óptica para proporcionar conectividad de banda ancha a un número determinado de usuarios dentro de un área específica. Esta cobertura

depende de factores como la extensión de la red de fibra, la ubicación de la OLT, la capacidad de los splitters y el límite de distancia establecido por el estándar GPON.

Según la ITU-T (2014), una red GPON puede alcanzar distancias de hasta 20 km entre la OLT y las ONT, dependiendo del presupuesto óptico y la configuración de la red. Asimismo, la cobertura está relacionada con la densidad de usuarios y la capacidad de distribución del ancho de banda, elementos que influyen directamente en la calidad del servicio ofrecido (Tanenbaum & Wetherall, 2011).

1.8.12. Calidad

Según la norma ISO 9000: "La calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos necesarios". (D´'alessio, 2012, pág. 74)

Según Juran la calidad es "La adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente". Él considera que la calidad como atributo de toda empresa, no debe ser relegada a las acciones de un departamento que sea creado con el fin de asegurarla. "Debe ser parte del proceso de elaboración o prestación de bienes o servicios, debiendo existir un serio compromiso de todo el personal para alcanzarla de manera preventiva. La consecución de la calidad no se delega, sino que todos tienen que ser protagonistas para alcanzarla" (D´'alessio, 2012, pág. 74)

Se deduce uno de los planteamientos valiosos de Juran: El ser humano es incorporado de manera vital y directa en el arte de lograr la calidad, en cuanto es parte de un proceso de autosupervisión individual y directa.

Evolución del concepto de calidad

Según (Cuatrecasas, y otros, 2017) "señalan que el concepto de calidad ha evolucionado a través del tiempo, el rol ha adquirido una gran importancia y

evolucionando desde un punto de vista de control, y llegando a ser la columna principal de la estrategia en la empresa" (p.54).

Sistema de gestión de la calidad

"Es un conjunto de normas, interrelacionadas de una empresa u organización por los cuales se administra de forma ordenada la calidad de esta, en la búsqueda de la satisfacción de sus clientes" (Cortés, 2017, pág. 10). Según la ISO (Organización Internacional de Normalización):

1.8.13. Calidad de servicio

La filosofía fundamental de la calidad del servicio "deriva de la terminología de gestión de ancho de banda. Inicialmente había dos grandes campos para gestión de ancho de banda: clase de servicio (COS) y calidad de servicio (QoS)" (Croll, 2000).

"Donde COS dividió el tráfico en unas pocas categorías de servicio y QoS permitió la negociación de servicios de red de forma dinámica a través de la reserva de ancho de banda".

En cuanto a la latencia, existe la real y la inducida.

"El real se refiere al retardo físico de la transmisión por el medio, que depende de las características del propio medio de transporte, el inducido es el retardo inducido en la red por el retardo de las colas en los dispositivos de red, el procesamiento inherente retraso en los dispositivos y congestión presente en puntos intermedios en las rutas de datos" (Croll, 2000).

La calidad de servicio es la capacidad de una red para proporcionar un tráfico de red seleccionado sobre varias tecnologías, incluyendo Frame Relay, modo de transferencia asíncrono (ATM), Ethernet y redes inalámbricas IEEE 802.11, SONET y redes IP que pueden usar cualquiera de estas tecnologías" (Croll, 2000)

"El objetivo principal de QoS es proporcionar prioridad, incluido el ancho de banda dedicado, el jitter y las latencias controladas, estos dos últimos parámetros son necesarios para el tráfico en tiempo real o interactivo, es importante asegurarse de que al proporcionar prioridad para uno o más tipos de flujos, no provocar que los otros tipos de flujo fallen. QoS permite brindar un mejor servicio a ciertos flujos de paquetes definidos, esto se logra aumentando la prioridad de un flujo o limitando la prioridad de otro flujo. Cuando se utilizan herramientas de gestión de congestión, se trata de aumentar la prioridad poniendo en cola todos los paquetes y asignando el servicio de diferentes maneras. Esta herramienta de gestión de colas se utiliza para evitar la congestión y aumentar la prioridad eliminando los flujos de baja prioridad antes que los flujos de alta prioridad. Las prioridades se definen mediante políticas. Existen otras herramientas de eficiencia de enlaces que limitan los flujos grandes para dar preferencia a los flujos pequeños" (Croll, 2000)

1.8.14. Calidad de Servicio (QoS)

La señalización de QoS "ocurre mediante el Protocolo de Reservación de paquetes y la negociación de contratos de servicio ATM. Cada uno de estos intenta obtener una garantía del comportamiento de la red negociando características para el circuito o el flujo explícitamente" (Croll, 2000)

Son tres las piezas fundamentales para la implementación de QoS.

1.8.14.1.- Identificación de QoS y técnicas de marcado para coordinar QoS de punto a punto entre los elementos de la red.

a. Clasificación

1.8.14.2.- QoS dentro de un componente simple de la red.

a. Administración de congestión

b. Administración de filas de espera

c. Eficiencia del enlace

d. Políticas de tráfico y conformación (shaping) de tráfico

1.8.14.3. Políticas de QoS, administración y funciones contables para controlar el tráfico punto a punto a través de una red.

a. Administración de QoS

b. En los enrutadores de Cisco

Niveles de QoS punto a punto

Los niveles de servicio se refieren a la capacidad actual de QoS de punto a punto o la capacidad de una red para llevar el servicio necesitado por un tráfico de red específico de punto a punto.

Los servicios tienen diferencias en que tan estrictos son con el QoS. Lo que describe que tan cerca se puede medir el servicio en ancho de banda, retrasos (jitter) y características de pérdidas. Hay tres niveles básicos de QoS de punto a punto que pueden ser provistos a través de una red heterogénea".

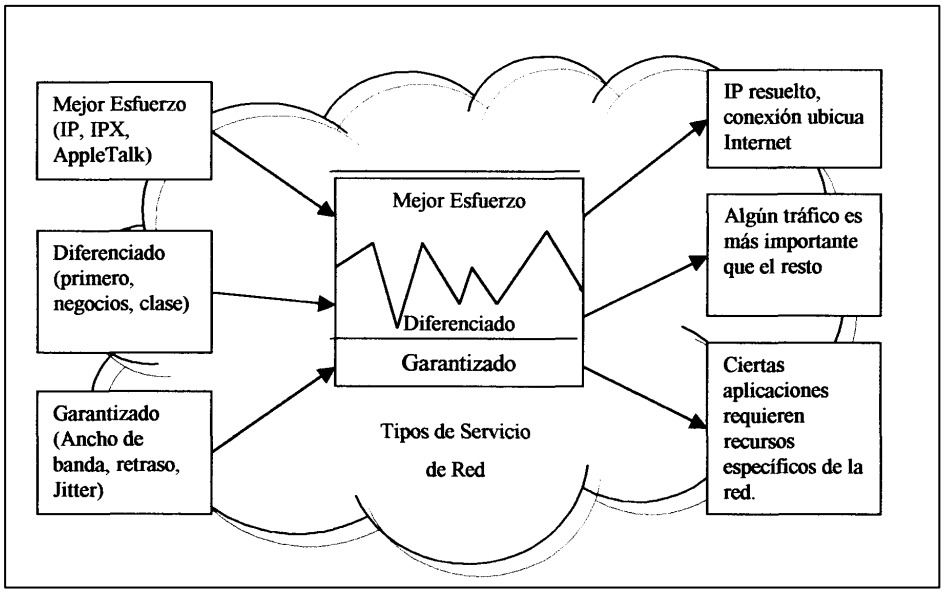


Figura 14. Niveles de QoS

Fuente: (Lerma, 2002, pág. 28)

1.8.15. QoS entre LAN

El acceso de red local (LAN) HA sido el punto clave en el diseño de redes porque se tienen dos ambientes diferentes.

En el ambiente LAN se tiene alta velocidad y un principio de transmisión donde varios receptores toman información si les corresponde a ellos, si no, se ignora.

Con una perspectiva más amplia de este escenario, se describirá la importancia de garantizar niveles de servicio en esta frontera ya que los paquetes marcados inicialmente en la frontera LAN / WAN pueden ser remarcados por otro mecanismo de transporte más adelante. Las tecnologías predominantes WAN son Frame Relay y ATM, donde cada una tiene sus propios mecanismos para implementar garantías de servicio.

1.8.16. QoS con Administrador de ancho de banda

Se recomienda usar administradores de ancho de banda (AAB) para poder liberar al enrutador del procesamiento para reconocer QoS y dejarlo en manos del administrador de ancho de banda que proporciona los servicios de QoS.

Este administrador proveerá las funciones de QoS que permiten administrar la sobre suscripción que tienen los proveedores de servicio, al tener acuerdos de nivel de servicio (SLA) Este dispositivo puede identificar y limitar a los clientes que consumen más ancho de banda del que tienen contratado y así reciben exactamente lo que contratan.

Se usa un archivo de configuración que contiene la información de los clientes en una lista en formato texto. Cuando se hace un cambio a este archivo, el AAB automáticamente aplica los cambios y modifica el acuerdo de nivel de servicio para definir el ancho de banda mínimo y máximo, así como los requerimientos de QoS.

Se pueden crear esquemas de facturación avanzados donde se tiene información detallada sobre direcciones, aplicaciones usadas, servicio aplicado y tráfico enviado. Estos reportes se pueden tener en una pantalla gráfica en ambiente WEB que se puede hacer disponible a los clientes de que se trate.

1.8.17. Satisfacción del Servicio

La satisfacción del servicio se define como el grado en que las percepciones del usuario sobre un servicio han estado de acuerdo con sus expectativas. Esta idea se deriva de la teoría de la confirmación de expectativas, donde la satisfacción se deriva de haber percibido el desempeño como igual o superior a lo que el cliente esperaba ((Kotler & Keller, 2016).

En términos de calidad del servicio, (Parasuraman, Zeithaml, & Berry, 1988)dicen que la satisfacción está profundamente vinculada con la evaluación del cliente de dimensiones como la confiabilidad, la capacidad de respuesta, la seguridad, la empatía y los aspectos físicos de los servicios.

La satisfacción está correlacionada con medidas de desempeño como la continuidad del servicio, la velocidad, la conectividad y el soporte técnico en el caso de los servicios tecnológicos y de telecomunicaciones. Además, (Oliver, 1977) define la satisfacción como una reacción emocional y cognitiva del consumidor después de que el servicio ha sido utilizado, que ocurre mediante la comparación entre las expectativas y la experiencia realizada.

La satisfacción del servicio en redes de datos, por otro lado, está conectada con la percepción de los usuarios sobre la calidad de la conectividad, la disponibilidad permanente, el contenido del ancho de banda contratado y la estabilidad de la red. En consecuencia, es una métrica importante para evaluar el efecto potencial de la implementación de tecnologías como GPON en la mejora del servicio.

1.9. Definición de términos básicos

1.9.1. Olt (Optical Line Terminal)

La OLT es un equipo que se encuentra en la central de la oficina, trabajo con interfaces IP/MPLS, NGN, IMS, servidor IPTV u otros, estos puertos PON de la OLT alimenta un máximo de 64 abonados, en ciertas ocasiones estas tarjetas GPON cuenta con 8 a 16 puertos PON. Estas OLT normalmente se conectan a un SWITCH (Capa de Agregación) mediante un cable de red y convirtiendo a una señal óptica.

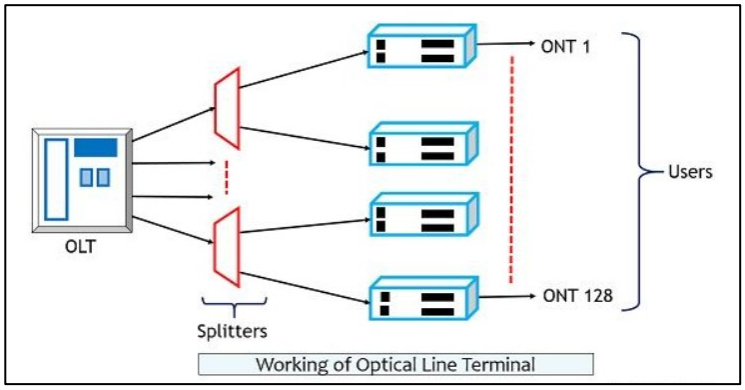


Figura 15. Diagrama OLT / ONT

Fuente (Circuit Globe)

1.9.2. Ont (Optical Network Terminal)

Un equipo terminal de línea óptica está presente en la oficina central. Pero el terminal de la red óptica, abreviado como ONT, está situado en la propia zona del usuario.

Su función es establecer conectividad óptica entre la red y el usuario final. ONT tiene la capacidad de proporcionar servicios de telecomunicaciones combinados de acuerdo con las necesidades de los usuarios en el punto final.

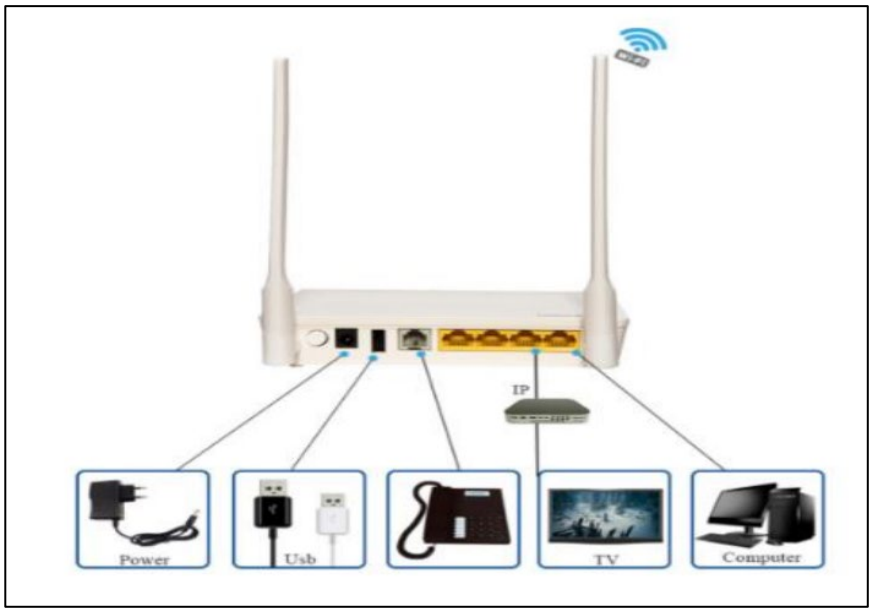


Figura 16. Conexiones de la ONT Huawei EG8141A5

Fuente (Huawei)

1.9.3. Nap (Network Acces Point)

La caja de terminal NAP está diseñada para la ubicación de acometida FTTH de montaje en soporte aéreo donde los cables de acometida se empalman con los cables de distribución. Este producto puede mantener los componentes internos alejados del daño ambiental exterior

Figura 17. Caja NAP

Fuente (ThechWin)

1.9.4. Fibra óptica

En general, el proceso de instalación del cable de fibra óptica cierra la brecha entre los hogares que "pueden" conectarse con fibra y los hogares que "están" conectados con fibra, para brindar servicios de voz, video e Internet de alta velocidad.

1.9.5. DROP

"Es un cable que resiste a inclemencias dado que su núcleo está cubierto por fuera por un polímero; este cable lleva un refuerzo conformado por alambre galvanizado de acero que le ofrece aún mayor resistencia y es usado en entornos hace que sea fácilmente instalable y que en contextos operativos tenga confiabilidad. Esta fibra hace el proceso de conectar el punto de acceso de un proveedor de servicios de fibra, a través de un cable de fibra óptica, a la terminal de red óptica (ONT) en el lado de la casa de un cliente".

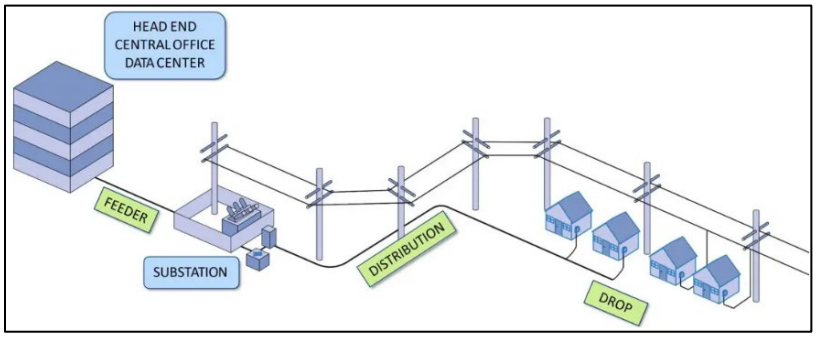


Figura 18. Diagrama del Uso del Cable DROP en topología FTTH

Fuente (Dgtal Infra)

1.9.6. ODF (Optical Destributiom Frame)

Un distribuidor de fibra óptica (ODF) "es un distribuidor que se utiliza para proporcionar interconexiones de cables entre las instalaciones de comunicación, que

pueden integrar empalmes de fibra, terminación de fibra, adaptadores y conectores de fibra óptica y conexiones de cables en una sola unidad".

También puede funcionar como un dispositivo de protección para proteger las conexiones de fibra óptica de daños.

Las funciones básicas de las ODF proporcionadas por los proveedores actuales son casi las mismas. Sin embargo, tienen diferentes formas y especificaciones".

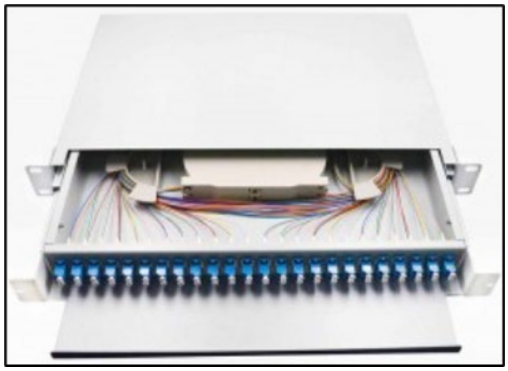


Figura 19. ODF Rackeable

Fuente (FS Comunity)

1.9.7. Router

Un router o enrutador es un dispositivo que conecta dos o más redes o subredes de conmutación de paquetes. Tiene dos funciones principales: administrar el tráfico entre estas redes al reenviar paquetes de datos a sus direcciones IP previstas y permitir que varios dispositivos usen la misma conexión a Internet.

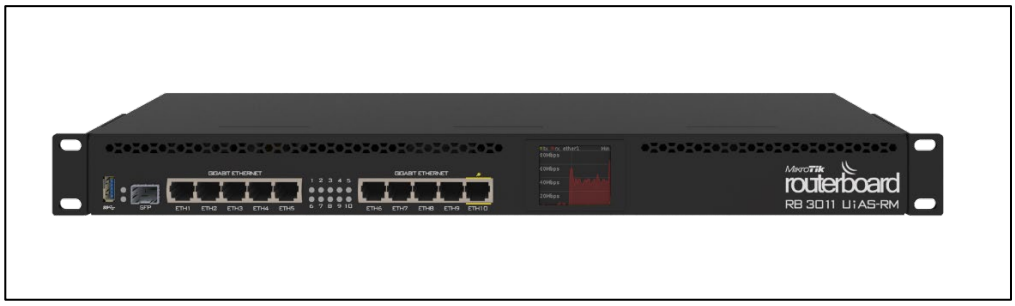


Figura 20. Router Mikrotik RB 3011

Fuente (Mikrotik)

II. METODO

2.1. Tipo y diseño de la investigación

2.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación desarrollado es aplicada, ya que se emplearán datos numéricos obtenidos a partir de las encuestas realizadas a los usuarios. Esta información permitirá realizar un análisis estadístico que contribuirá a demostrar la viabilidad de la solución propuesta. (Sánchez Carlessi & Reyes Meza, 2006)

2.1.2. Diseño de la investigación

Según el autor (Sampieri, 2014). El diseño de la presente investigación es experimental de tipo preexperimental, debido a que el investigador manipula una o más variables de estudio con la finalidad de observar los efectos que estas generan sobre otras variables.

En este tipo de diseño se modifica el valor de una variable independiente para analizar su influencia en una variable dependiente. En ese sentido, los métodos experimentales permiten evaluar la relación de causa y efecto entre las variables, siendo adecuados para la comprobación de hipótesis causales.

2.1.3. Nivel de la investigación

Los estudios descriptivos tienen como finalidad especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos u otros fenómenos que son objeto de análisis dentro de una investigación. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 80)

2.1.4. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, debido a que el proceso de estudio se basa en la obtención y análisis de datos numéricos. Estos datos son recolectados mediante técnicas de observación y posteriormente analizados a través de

procedimientos estadísticos, con el fin de responder a las preguntas de investigación planteadas. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

2.2. Población y muestra

- ✓ **Población**

"La población es la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia" (Bernal, Metodología de la investigación, 2010, p. 10). La presente investigación tiene una población total de 30 abonados de los cuales son abonados pertenecientes al condominio Cala del Mar, primer semestre del año 2025

- ✓ **Muestra**

"Debido a que muchas veces no se puede estudiar todos los sujetos de una población en los estudios, se hace forzoso la utilización de subconjuntos de los componentes de la población. Aquel subconjunto es llamado muestra". Según (Juez Martel & Díez Vegas, 1997, pág. 95)

Porque la población es de 30 abonados pertenecientes al condominio Cala del Mar, durante el año 2025, al ser una población pequeña la muestra será la misma cantidad de colaboradores de la población.

2.3.Técnicas para la recolección de datos

- ✓ **Técnicas**

Para la presente investigación se aplicó la técnica de la encuesta el cual nos ayudará a recolectar datos estadísticos, mediante la visita al cliente donde nos indicará la satisfacción del cliente.

- ✓ **Instrumentos**

Se aplicó un cuestionario a los abonados mediante correo electrónico y/o llamadas telefónicas para saber su nivel de satisfacción con el servicio brindado.

El cuestionario "es un procedimiento considerado clásico en las ciencias sociales para la obtención y registro de datos". (Tomas García Muños, 2003)

2.4. Validez y confiabilidad de instrumentos

Validez del instrumento

Para la validación de la encuesta, se utilizará el coeficiente Kappa

K = Po – Pe/ (1-Pe)

Donde:

Pe = Porcentaje esperado por puro azar

Po = Porcentaje observado

Para la validación del contenido se utilizará el Juicio de tres expertos, profesores de la universidad, expertos en asesoramiento de tesis.

Tabla 4.
Juicio de Expertos

N°	Expertos	Promedio de ponderación
1	Mg. José Gonzales Calderón	85 %
2	Mg. Corilla Baquerizo, Eduardo Cancio	84 %
3	Mg. Oropeza Gonzales Joaquín Antonio	85 %
	Ponderado	85%

Fuente: Elaboración propia

Criterio de confiabilidad de instrumento

La confiabilidad de la Encuesta será medida usando el coeficiente Alpha de Cronbach

$$\alpha = \frac{k}{(k-1)}\left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_X^2}\right)$$

Donde

k = es el número de ítems

$(\sigma_i)^2$ = varianza de cada ítem

$(\sigma_x)^2$ = varianza del cuestionario total

Según lo mencionado por (Ñaupas, Mejia, Novoa, & Villagomez, 2014, pág 217) "se dice que un instrumento es fiable cuando las mediciones no varían significativamente ni en tiempo ni en aplicación a diferentes personas. La confiabilidad es la prueba que genera confianza cuando, al aplicarse en condiciones iguales o similares los resultados son siempre los mismos".

Se sugieren los siguientes criterios para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach:

- Coeficiente alfa > 0.9 es excelente
- Coeficiente alfa > 0.8 es bueno
- Coeficiente alfa > 0.7 es aceptable
- Coeficiente alfa > 0.6 es cuestionable
- Coeficiente alfa > 0.5 es pobre
- Coeficiente alfa < 0.5 es inaceptable".

Tabla 5.
Análisis de confiabilidad

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,871	12

2.5. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos se realizará utilizando el software SPSS versión 24, la recopilación de datos y el análisis descriptivo se realizarán en la presentación de resultados, datos en porcentaje y frecuencia, se realizará una prueba de

normalidad para determinar el método estadístico inferencial para llevar a cabo la contrastación de la hipótesis.

2.6. Aspectos éticos

En el periodo del desarrollo de nuestra investigación seremos muy aplicados y cautelosos con el control de la información del usuario obtenida.

Durante la implementación de la conectividad inalámbrica aseguraremos la protección del usuario y su información a nivel de navegación ya que contaremos con el manejo de la misma.

Durante la implementación del servicio seremos muy cuidadosos con el ingreso al domicilio del cliente sin ventilar la información obtenida del mismo.

Durante la implementación del servicio no alteraremos alguna infraestructura del usuario sin ninguna autorización previa.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados descriptivos

Pretest

Tabla 6.

Frecuencia del nivel de la variable calidad del servicio de red de datos

Pre_Nivel_Calidad_servicio_red_datos

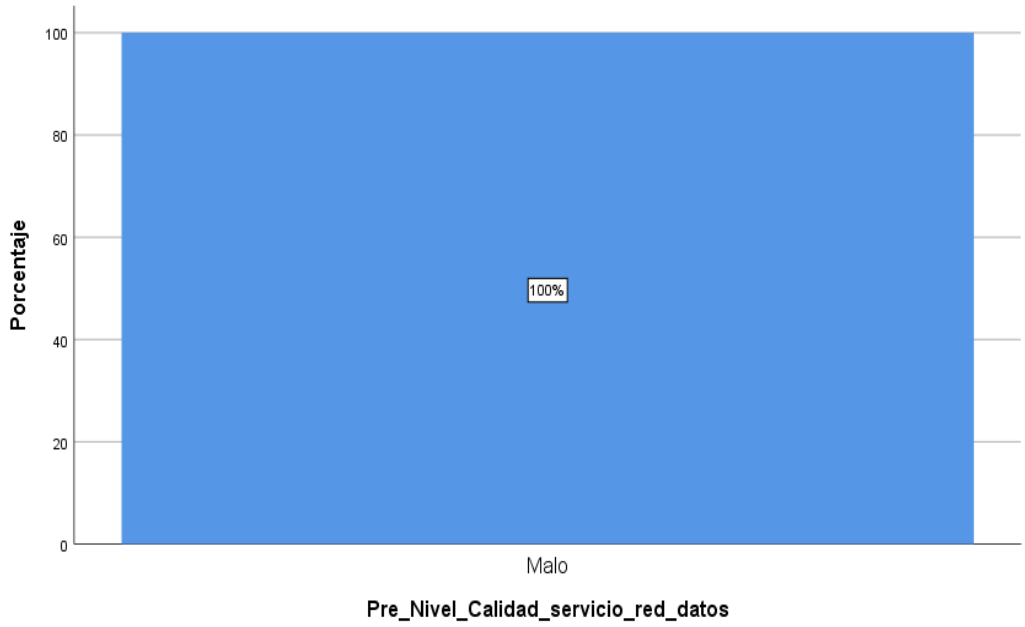
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Malo	30	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de barras:

Figura 21.

Frecuencia del nivel de la variable calidad del servicio de red de datos.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se puede observar del total de abonados encuestados el 100% considera Malo el nivel de la variable calidad del servicio de red de datos.

Tabla 7.
Frecuencia del nivel de la calidad de servicio de conectividad de red.

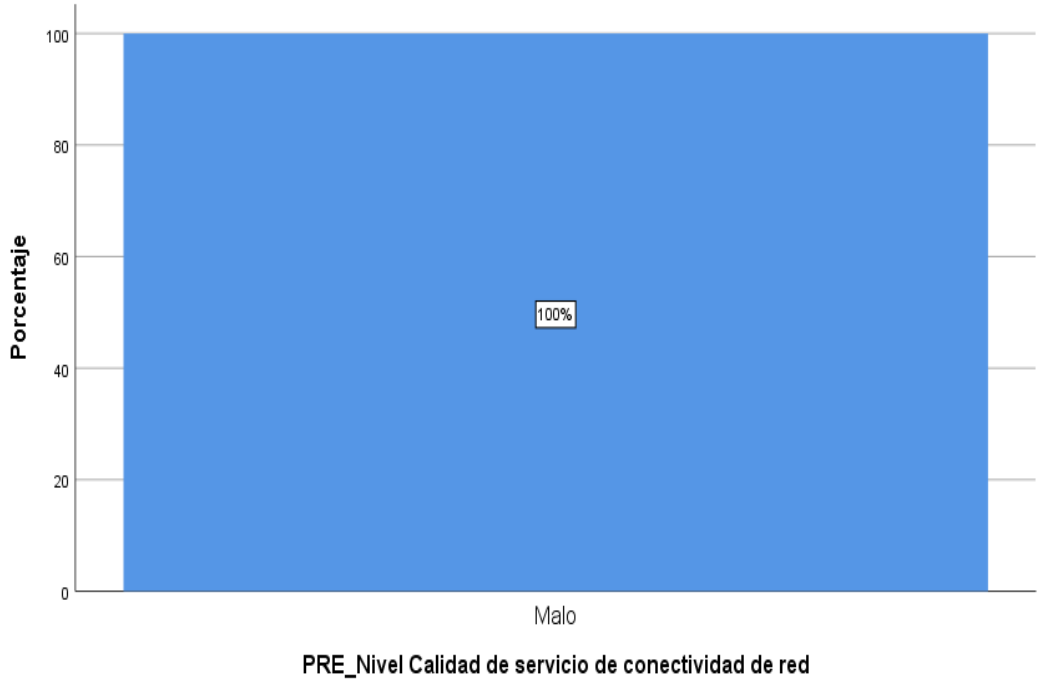
PRE_Nivel Calidad de servicio de conectividad de red

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Malo	30	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de barras:

Figura 22.
Frecuencia del nivel de la calidad de servicio de conectividad de red.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Podemos observar del total de abonados encuestados consideran el 100% Malo el nivel de la calidad de servicio de conectividad de red.

Tabla 8.
Frecuencia del nivel de calidad de servicio del ancho de banda.

PRE_Nivel Calidad de servicio del ancho de banda

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Malo	30	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de barras:

Figura 23. Frecuencia del nivel de calidad de servicio del ancho de banda.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Podemos observar del total de abonados encuestados consideran que: el 100% Malo, el nivel de calidad de servicio del ancho de banda.

Tabla 9**.**
Frecuencia del nivel de satisfacción del servicio.

PRE_Nivel Satisfacción del servicio

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Malo	30	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de barras:

***Figura 24*.**
Frecuencia del nivel de satisfacción del servicio.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Podemos observar del total de abonados encuestados consideran que: el 100% Malo el nivel de satisfacción del servicio.

Resultados descriptivos Post test

Tabla 10.
Frecuencia del nivel de la variable calidad del servicio de red de datos.

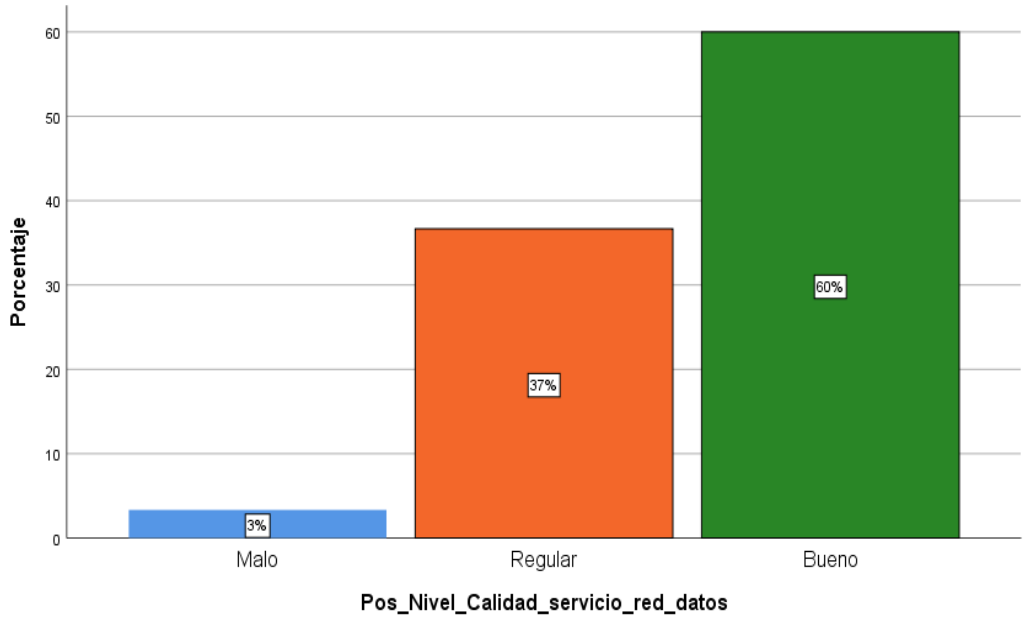
Pos_Nivel_Calidad_servicio_red_datos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Malo	1	3,3	3,3	3,3
	Regular	11	36,7	36,7	40,0
	Bueno	18	60,0	60,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de barras:

Figura 25.
Frecuencia del nivel de la variable calidad del servicio de red de datos.



Fuente: Elaboración propia

Interpretacion:

Podemos observar del total de abonados encuestados consideran que: el 3% Malo, el 37% Regular y el 60% Bueno el nivel de la variable calidad del servicio de red de datos.

Tabla 11.
Frecuencia del nivel de la calidad de servicio de conectividad de red.

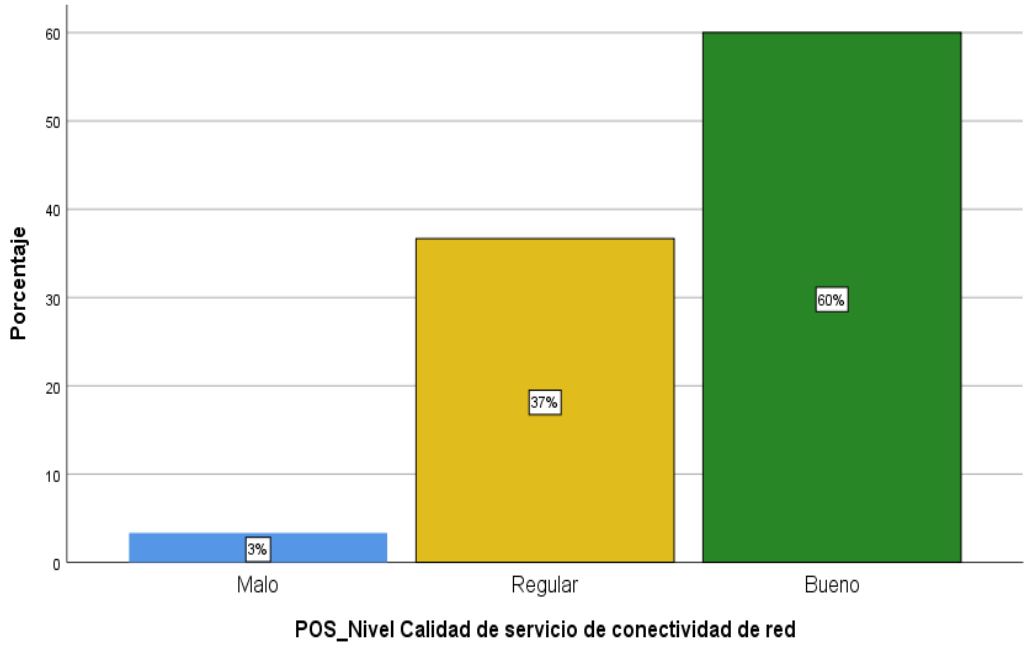
POS_Nivel Calidad de servicio de conectividad de red

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Malo	1	3,3	3,3	3,3
	Regular	11	36,7	36,7	40,0
	Bueno	18	60,0	60,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de barras:

Figura 26.
Frecuencia del nivel de la calidad de servicio de conectividad de red.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Podemos observar del total de abonados encuestados consideran que: el 3% Regular el 37% y el 60% Bueno el nivel de la dimensión calidad de servicio de conectividad de red.

Tabla 12**.**
Frecuencia del nivel de calidad de servicio del ancho de banda.

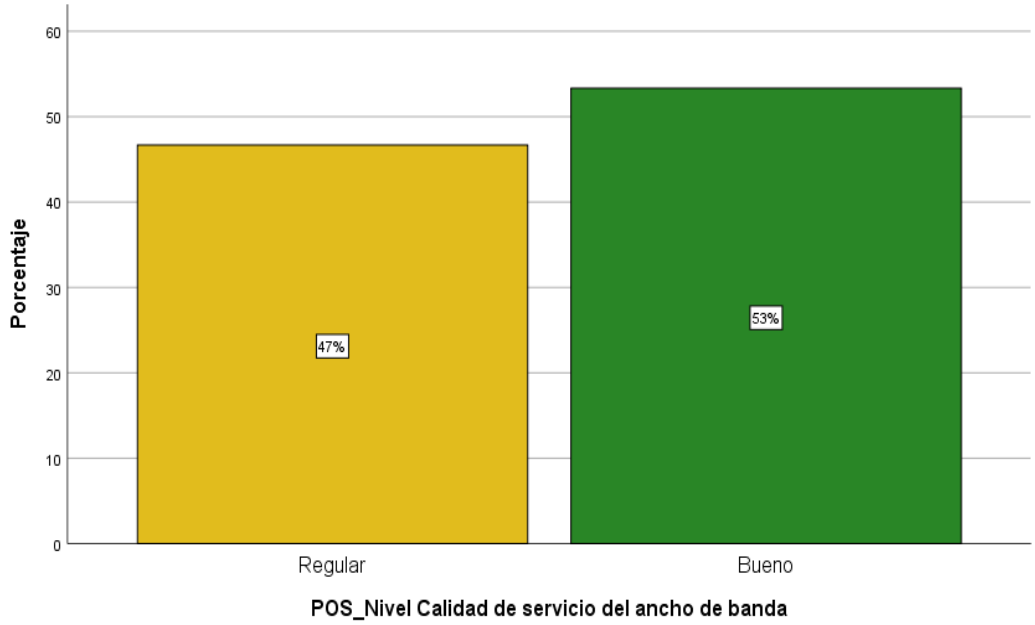
POS_Nivel Calidad de servicio del ancho de banda

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Regular	14	46,7	46,7	46,7
	Bueno	16	53,3	53,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de barras:

Figura 27.
Frecuencia del nivel de calidad de servicio del ancho de banda.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Podemos observar del total de abonados encuestados consideran que: el 47% Regular, el 53% el nivel de la dimensión calidad de servicio del ancho de banda.

Tabla 13.
Frecuencia del nivel de satisfacción del servicio.

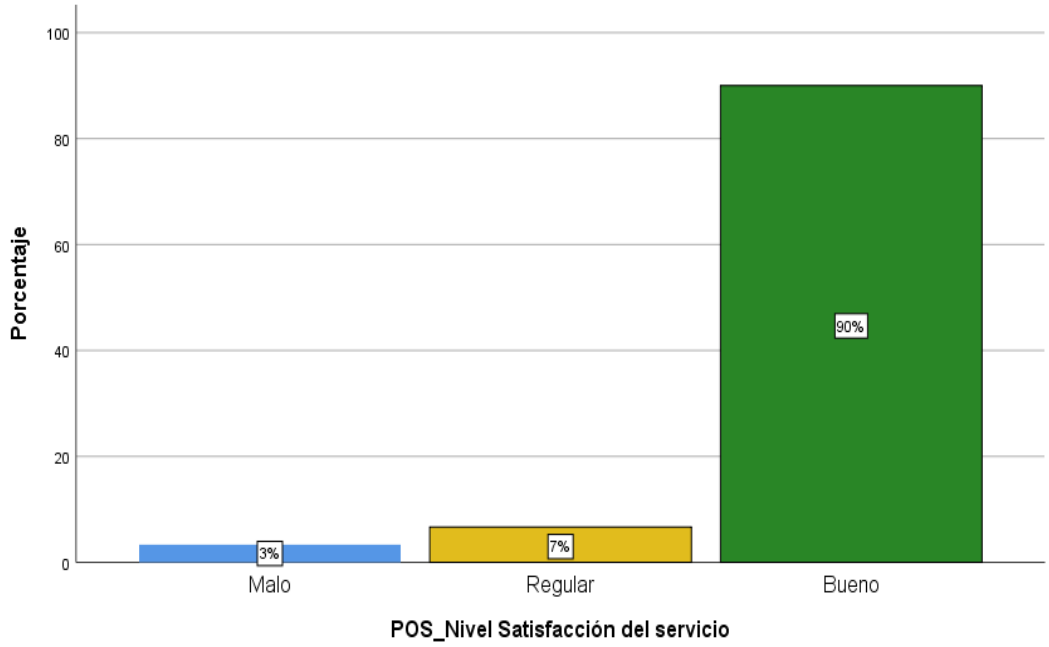
POS_Nivel Satisfacción del servicio

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Malo	1	3,3	3,3	3,3
	Regular	2	6,7	6,7	10,0
	Bueno	27	90,0	90,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico de barras:

Figura 28.
Frecuencia del nivel de satisfacción del servicio.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Podemos observar del total de abandonados encuestados consideran que: el 3% Malo, el 7% y el 90% Bueno, el nivel de satisfacción del servicio.

3.2.Prueba de normalidad

Para la prueba de normalidad se aplicó la prueba de Shapiro Wilk ya que el tamaño de muestra es de 30 abonados en el condominio Cala del Mar < a 50.

Hipótesis:

H0: Los datos tienen una distribución normal

H1: Los datos no tienen una distribución normal

Decisión: Es significativa si $p > \alpha$, entonces aceptamos H0. ($\alpha = 0.05$)

Tabla 14**.**
Prueba de Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,087	30	,200*	,962	30	,346

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- De la diferencia de la variable dependiente en el pretest y el pos test se observa que la significancia del P=0.3456 cifra mayor 0.05, aceptamos la H0, por lo tanto, se puede inferir que la muestra proviene una distribución normal.

3.3.Contrastación de hipótesis.

Para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba T Student, que es una prueba paramétrica para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas.

Contrastación de hipótesis general

H0: Si se diseña e implementa una red GPON entonces NO mejora significativamente la calidad del servicio de red de datos en el condominio Cala del Mar.

H1: Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la calidad del servicio de red de datos en el condominio Cala del Mar.

Tabla 15**.**
Contrastación de hipótesis general

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PRE_Nivel Calidad del servicio de red de datos	20,07	30	1,617	,295
	POS_Nivel Calidad del servicio de red de datos	46,73	30	8,098	1,479

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	PRE_Nivel Calidad del servicio de red de datos & POS_Nivel Calidad del servicio de red de datos	30	,138	,466

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
					95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	PRE_Nivel Calidad del servicio de red de datos - POS_Nivel Calidad del servicio de red de datos	-26,667	8,036	1,467	-29,667	-23,666	-18,176	29	,000

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se pudo observar que el P=0.000 < 0.05, se rechaza la H0, por lo tanto, se concluye que, Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la calidad del servicio de red de datos en el condominio Cala del Mar.

Contrastación de hipótesis específica 1

H0: Si se diseña e implementa una red GPON entonces NO mejora significativamente la calidad del servicio de conectividad de red en el condominio Cala del Mar.

H1: a) Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la calidad del servicio de conectividad de red en el condominio Cala del Mar.

Tabla 16.
Contratación de hipótesis específica 1

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PRE_D1	7,53	30	1,358	,248
	P0S_D1	14,53	30	3,491	,637

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	PRE_D1 & P0S_D1	30	,156	,410

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
					95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	PRE_D1 - P0S_D1	-7,000	3,543	,647	-8,323	-5,677	-10,822	29	,000

Fuente: Elaboración propia

Donde:

PRE_D1 : Pretest Calidad del servicio de conectividad de red

POS_D1 : Postest Calidad del servicio de conectividad de red

Interpretación:

Se observa que el P=0.000 < 0.05, se rechaza la H0, entonces se concluye que, Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la calidad del servicio de conectividad de red en el condominio Cala del Mar.

Contrastación de hipótesis específica 2

H0: Si se diseña e implementa una red GPON entonces NO mejora la calidad del servicio del ancho de banda en el condominio Cala del Mar.

H1: Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora la calidad del servicio del ancho de banda en el condominio Cala del Mar.

Tabla 17**.**
Contrastación de hipótesis específica 2

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PRE_D2	7,10	30	,607	,111
	POS_D2	15,03	30	2,918	,533

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	PRE_D2 & POS_D2	30	,095	,616

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
					95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	PRE_D2 - POS_D2	-7,933	2,924	,534	-9,025	-6,842	-14,863	29	,000

Fuente: Elaboración propia

Donde:

PRE_D2 : Pretest calidad del servicio del ancho de banda

POS_D2 : Postest calidad del servicio del ancho de banda

Interpretación:

Se observa que el P=0.000 < 0.05, se rechaza la H0, por lo tanto, se puede concluir que, Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora la calidad del servicio del ancho de banda en el condominio Cala del Mar.

Contrastación de hipótesis específica 3

H0: Si se diseña e implementa una red GPON entonces NO mejora significativamente la satisfacción del servicio en el condominio Cala del Mar.

H1: Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la satisfacción del servicio en el condominio Cala del Mar.

Tabla 18**.**
Contrastación de hipótesis específica 3

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PRE_D3	5,43	30	,504	,092
	POS_D3	17,17	30	3,354	,612

Correlaciones de muestras emparejadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	PRE_D3 & POS_D3	30	,037	,844

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PRE_D3 - POS_D3	-11,733	3,373	,616	-12,993	-10,474	-19,055	29	,000

Fuente: Elaboración propia

Donde:

PRE_D3 : Pretest Satisfacción del servicio

POS_D3 : Postest Satisfacción del servicio

Interpretación:

Se observa que el P=0.000 > 0.05, se rechaza la H0, por lo tanto, se puede concluir, Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la satisfacción del servicio en el condominio Cala del Mar.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación permitieron cumplir con el objetivo general planteado: diseñar e implementar una red GPON para mejorar la calidad de servicio de red de datos en el condominio Cala del Mar. A partir del análisis estadístico realizado, se obtuvo un valor de significancia P = 0.000, el cual es menor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye que el diseño e implementación de una red GPON mejora significativamente la calidad del servicio de conectividad de red en el condominio Cala del Mar.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Ripas (2024) en su investigación titulada "Diseño e implementación de una red FTTH balanceada utilizando el estándar GPON para un centro comercial en un distrito de la ciudad de Lima", cuyo objetivo fue diseñar e implementar una red FTTH basada en el estándar GPON para mejorar la conectividad en un entorno comercial. El estudio utilizó un tipo de investigación aplicada, orientado a resolver problemas reales mediante el uso de conocimientos científicos y técnicos existentes, lo cual concuerda con lo planteado por Ruiz y Valenzuela (2022), quienes señalan que este tipo de investigación busca la solución de problemas concretos mediante la aplicación de teorías y métodos existentes. En sus conclusiones, Ripas (2024) determinó que la implementación de una red FTTH con estándar GPON representa un avance significativo en la conectividad de alta velocidad, lo cual es consistente con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde la implementación de la red GPON permitió mejorar la calidad del servicio de red.

De manera similar, Ramos (2024) en su tesis titulada "Diseño de una red inalámbrica con tecnología GPON para mejorar el servicio de comunicación en la provincia de Yungay" planteó como objetivo principal acercar un mayor volumen de

información a los hogares mediante el uso de tecnologías de telecomunicaciones eficientes y de bajo costo de implementación. La investigación también fue de tipo aplicada, empleando fórmulas y métodos utilizados en redes de telecomunicaciones para optimizar el servicio de comunicación. Entre sus resultados se obtuvieron valores promedio de tráfico de 4.94 para llamadas entrantes de telefonía móvil, 2.12 para llamadas salientes y 0.01 para llamadas entrantes de telefonía fija, lo cual permitió determinar la viabilidad de las redes de telecomunicaciones para mejorar los servicios en zonas con limitaciones de infraestructura. En su conclusión, el autor sostiene que el uso de tecnologías de telecomunicaciones constituye una alternativa viable para mejorar los servicios de comunicación en diferentes localidades, lo cual guarda relación con los hallazgos de esta investigación, en la que la implementación de una red GPON demostró ser una solución eficiente para mejorar la calidad del servicio de conectividad.

Asimismo, los resultados obtenidos en el presente estudio se encuentran en concordancia con lo planteado por Carrasco (2025) en su investigación titulada "Implementación de una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la calidad del servicio del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú". El objetivo de dicha investigación fue proponer la implementación de una red FTTH basada en tecnología GPON para optimizar el servicio de internet, utilizando una metodología aplicada con diseño cuasi experimental y una muestra de 150 usuarios beneficiarios del servicio. Los resultados obtenidos evidenciaron que la implementación de la red GPON permitió mejorar significativamente la fiabilidad del servicio de internet, alcanzando una mejora del 21% en la calidad del ancho de banda. Este resultado es coherente con los hallazgos de la presente investigación, donde también se evidencia que la implementación de tecnologías GPON contribuye de manera significativa a mejorar la calidad del servicio de red.

En conjunto, los resultados obtenidos en esta investigación, así como los estudios revisados en los antecedentes, permiten afirmar que la tecnología GPON constituye una solución eficiente y escalable para mejorar la calidad del servicio de conectividad en redes de telecomunicaciones, especialmente en entornos residenciales y urbanos donde existe una alta demanda de servicios de internet de alta velocidad. En este sentido, la implementación de redes GPON no solo optimiza la capacidad de transmisión de datos, sino que también mejora la estabilidad, confiabilidad y eficiencia del servicio ofrecido a los usuarios.

V. CONCLUSIONES

Se presentan de manera sintetizada los principales resultados obtenidos de la investigación respondiendo a las hipótesis y los objetivos planteados:

1. Se concluye que el diseño e implementación de una red GPON permite mejorar significativamente la calidad del servicio en la red de datos del condominio Cala del Mar, lo cual fue demostrado mediante el análisis estadístico de la hipótesis general, donde se obtuvo un valor de significancia $P = 0.000 < 0.05$, motivo por el cual se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se evidencia que la implementación de esta tecnología de fibra óptica contribuye de manera significativa a optimizar la conectividad, la estabilidad y el rendimiento del servicio de red en el condominio. Asimismo, se recomienda continuar con la implementación y el mantenimiento de la red GPON para garantizar la mejora sostenida de la calidad del servicio de conectividad.
2. Se concluye que el diseño e implementación de una red GPON mejora significativamente la calidad del servicio de conectividad en la red del condominio Cala del Mar, lo cual fue validado a través de los resultados estadísticos obtenidos, donde se evidenció que $P = 0.000 < 0.05$, lo que permitió rechazar la hipótesis nula. En este sentido, la adopción de la tecnología GPON permite optimizar la transmisión de datos, reducir problemas de latencia y mejorar la estabilidad de la red. Por ello, se recomienda continuar con la implementación y el mantenimiento de la infraestructura GPON para asegurar un servicio de conectividad eficiente y confiable para los usuarios del condominio.
3. Se concluye que el diseño e implementación de una red GPON mejora significativamente el ancho de banda disponible en el condominio Cala del Mar, lo cual fue demostrado mediante el análisis estadístico donde se obtuvo un valor de

significancia P = 0.000 < 0.05, permitiendo rechazar la hipótesis nula. Estos resultados evidencian que la tecnología GPON permite incrementar la capacidad de transmisión de datos y optimizar el uso del ancho de banda disponible, favoreciendo un acceso más rápido y eficiente a los servicios de internet. Por lo tanto, se recomienda continuar con la implementación y mantenimiento de la red GPON para mantener niveles adecuados de capacidad y rendimiento en la red de datos.

4. Se concluye que el diseño e implementación de una red GPON mejora significativamente la satisfacción del servicio en el condominio Cala del Mar, lo cual fue comprobado mediante el análisis estadístico realizado, donde se obtuvo un valor de significancia P = 0.000 < 0.05, lo que permitió rechazar la hipótesis nula. Esto indica que la mejora en la calidad de la conectividad y en el ancho de banda impacta positivamente en la percepción de los usuarios respecto al servicio de internet. En consecuencia, se recomienda continuar con la implementación y el mantenimiento permanente de la red GPON con el fin de garantizar altos niveles de satisfacción entre los residentes del condominio.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la administración del condominio Cala del Mar continuar con la implementación, monitoreo y mantenimiento periódico de la red GPON, con el fin de garantizar la mejora sostenida de la calidad del servicio en la red de datos, asegurando una conectividad estable, eficiente y de alto rendimiento para todos los usuarios.
2. Se recomienda optimizar la gestión y administración de la infraestructura de la red GPON, mediante la supervisión constante del desempeño de la red, el control del tráfico de datos y la actualización de los equipos tecnológicos, con la finalidad de mantener una adecuada calidad del servicio de conectividad en el condominio.
3. Se recomienda realizar evaluaciones periódicas del ancho de banda y del rendimiento de la red, con el propósito de identificar posibles incrementos en la demanda de tráfico de datos y así planificar futuras ampliaciones o mejoras en la infraestructura GPON que permitan mantener niveles óptimos de velocidad y capacidad de transmisión.
4. Se recomienda implementar mecanismos de evaluación continua de la satisfacción de los usuarios, tales como encuestas periódicas o sistemas de monitoreo de calidad del servicio, con la finalidad de identificar oportunidades de mejora y asegurar altos niveles de satisfacción en el servicio de conectividad brindado a los residentes del condominio Cala del Mar.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BID, B. I. (2021). *Conectividad digital en América Latina y el Caribe: Retos y oportunidades.* BID.

Carrasco, c. J. (2025). Implementación de una red FTTH con tecnología GPON para mejorar la calidad del servicio del ancho de banda de internet en un distrito de Lima-Perú, 2023. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico.* Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima - Perú, Perú.

Castro, F. F., & Rubio, G. W. (2018). Diseño alternativo de una red LAN de voz y datos con acceso inalámbrico para el nuevo edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo - Lambayeque. *Tesis para obtener el Título profesional de Ingeniero de Sistemas.* Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque - Perú.

CEPAL, C. E. (2022). *Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19.* Naciones Unidas.

Cisco. (2023). *Annual Internet Report (2018–2023).* White Paper. Cisco Systems.

Cortés, S. J. (2017). *Sistemas de Gestión de Calidad (Iso 9001:2015).* Lima _ Perú: ICB Editores.

Croll, A. (2000). *"Managing Bandwidth: Deploying QoS in enterprise networks".* Houston: Prentice HaU.

D´'alessio, I. F. (2012). *Administración de las operaciones productivas.* Lima - Perú: Pearson.

García, J., López, M., & Fernández, R. (2020). Performance analysis of GPON-based FTTH networks in high-demand residential environments. *Journal of Optical Communications, 41(2)*, 145–152.

GSMA. (2023). *The Mobile Economy Latin America 2023.* GSMA Intelligence.

ITU, I. T. (2022). *Measuring digital development: Facts and figures.* ITU Publications.

ITU-T, I. T.–T. (2014). *Recommendation G.984: Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON).* ITU.

Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing management (15th ed.).* Pearson.

Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2021). *Computer networking: A top-down approach (8th ed.).* Pearson.

Lerma, L. A. (2002). Calidad de servicio (QoS) en redes de telecomunicaciones. *Tesis para optar el grado académico de Maestro en Administración de Telecomunicaciones.* Instituto Tecnólogico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey México.

López, B. M., Moschim, E., & Rudge, B. F. (2019). ESTUDIO COMPARATIVO DE REDES GPON Y EPON. *Scientia et Technica*, 6.

MTC, M. d. (2023). *Reporte de avance de infraestructura de telecomunicaciones en el Perú.* MTC.

Oliver, R. L. (1977). *Satisfaction: A behavioral perspective on the consumer.* McGraw-Hill.

OSIPTEL, O. S. (2023). *Reporte estadístico del sector telecomunicaciones.* OSIPTEL.

Ovalle Silva, C. E. (2022). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo para la red GPON de la empresa HV Multiplay. *Para optar el Título de Ingeniero Telecomunicaciones.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogota, Colombia.

Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing, 64(1)*, 12–40.

Ramos, R. E. (2024). Diseño de una red inalámbrica con tecnología GPON para mejorar el servicio de comunicación en la provincia de Yungay. *Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico con Mención en Telecomunicaciones.* Universidad de Ciencias y Humanidades, Lima, Perú.

Ripas, R. (2024). Diseño e implementación de una red FTTH balanceada utilizando el estándar GPON para un centro comercial en un distrito de la ciudad de Lima. *Para obtener el título profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones.* Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Rodríguez, S. L. (2022). Diseño de una red FTTH GPON de la empresa telrapid S.A. para la ciudad de quito en el barrio la luz. *Diseño de una red FTTH GPON de la empresa telrapid S.A. para la ciudad de quito en el barrio la luz.* Universidad Politécnica Salesiana, QUITO, ECUADOR.

Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). *Computer networks (5th ed.).* Pearson.

Toala, P. L. (2024). DISEÑO DE RED MEDIANTE TECNOLOGÍA GPON PARA OPTIMIZAR LA COMUNICACIÓN DE DATOS EN EL GAD MUNICIPAL DE JIPIJAPA. *Para optar el título de Ingeniero en Ingeniero en tecnologías de la información.* universidad Estatal Del Sur De Manabí, Jipijapa, Manabí - Ecuador, ECUADOR.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Consistencia

Tabla 2:
Matriz de Consistencia

Problemas General	Objetivos General	Hipótesis General	Variables Independiente	Indicador V.I.	Variables Dependiente	Indicador V.D.
¿En qué medida el diseño y la implementación de una red GPON para mejorar la calidad de servicio de red de datos en el condominio Cala del Mar?	Diseñar e implementar una red GPON para mejorar la calidad de servicio de red de datos en el condominio Cala del Mar.	Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la calidad de servicio de red de datos en el condominio Cala del Mar.	Red GPON		Calidad del servicio de red de datos	
Problemas Especifico	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Especificas**				
¿De qué manera el diseño y la implementación de la red GPON podría mejorar la calidad de servicio de conectividad de red en el condominio Cala del Mar?	Diseñar e implementar una red GPON para mejorar la calidad del servicio de conectividad de red en el Condominio Cala del Mar.	Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la calidad del servicio de conectividad de red en el condominio Cala del Mar.	Infraestructura la red	Si/No	Calidad del servicio de conectividad de red	% de interrupciones o latencia
¿De qué manera el diseño y la implementación de la red GPON mejorara la calidad del servicio del ancho de banda en el condominio Cala del Mar?	Diseñar e implementar una red GPON para mejorar el ancho de banda en el condominio Cala del Mar.	Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la calidad del servicio del ancho de banda en el condominio Cala del Mar.	Cobertura de la señal	Si/No	Calidad de servicio del ancho de banda	Nivel de aumento de Velocidad
¿De qué manera el diseño y la implementación de la red GPON mejorara la satisfacción del servicio en el Condominio Cala del Mar?	Diseñar e implementar una red GPON para mejorar la satisfacción del servicio en el condominio Cala del Mar.	Si se diseña e implementa una red GPON entonces mejora significativamente la satisfacción del servicio en el condominio Cala del Mar.	Facilidad de uso	Si/No	Satisfacción del servicio	Nivel de satisfacción

Anexo 02: Instrumento de recolección de datos

Siguiendo la siguiente escala valorativa marcar la numeración que corresponda a cada pregunta. "Pedimos ser honestos con sus respuestas por favor"
Edad: _____ Sexo: _____

Escala Valorativa

Muy Mala	Mala	Regular	Buena	Muy Buena
1	2	3	4	5

VARIABLE DEPENDIENTE: Calidad del servicio de red de datos	ESCALA				
D1: Calidad del servicio de conectividad de red					
1. ¿Cree Ud. ¿Qué implementando una red GPON, mejorará la conectividad de datos en todos los abonados del condómino?	1	2	3	4	5
2. ¿Cree Ud. que al implementar subredes en el condómino disminuirá la confiabilidad de datos?	1	2	3	4	5
3. ¿Desde su punto de vista la implementación de una nueva red de datos va coadyuvar en la confiabilidad del servicio de conectividad de los datos?	1	2	3	4	5
4. ¿Cree Ud. que la nueva red GPON mejorara la confiabilidad del servicio de conectividad de los abonados del condómino Cala del Mar?	1	2	3	4	5
D2: Calidad de servicio del ancho de banda					
5. ¿Cuál es su valoración del servicio del ancho de banda en los abonados del condómino Cala del Mar?	1	2	3	4	5
6. ¿Cree usted que implementan do la red GPON mejorara el ancho de banda de conectividad en los abonados del condómino Cala del Mar?	1	2	3	4	5
7. ¿Consideras que la calidad del servicio de conectividad es la más óptima?	1	2	3	4	5
8. ¿Cree Ud. ¿Con la nueva red GPON mejorará la transmisión datos de subida y bajada?	1	2	3	4	5
D3: Satisfacción del servicio					
9. ¿Cuál es el grado de satisfacción de la red GPON en el aspecto de telecomunicaciones?	1	2	3	4	5
10. ¿Cómo califica el servicio de conectividad de la red de datos GPON en los abonados del condómino Cala del Mar?	1	2	3	4	5
11. ¿Cómo se siente su experiencia en el uso de la red GPON?	1	2	3	4	5
12. ¿Cree Ud. que la nueva red GPON brindara un mejor servicio de conectividad en el condómino Cala del Mar?	1	2	3	4	5

Anexo 03: Base de datos

PRETEST

	PRE TEST												
	Calidad de servicio de conectividad de red				Calidad de servicio del ancho de banda				Satisfacción del usuario				Calidad del servicio de red de datos
N°	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	TOTAL
1	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	21
2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	22
3	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	17
4	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	21
5	2	1	1	1	1	2	2	3	2	1	1	1	18
6	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	21
7	2	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	18
8	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	18
9	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	23
10	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	20
11	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	22
12	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	22
13	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	19
14	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	20
15	2	1	1	1	1	2	2	3	2	1	1	1	18
16	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	22
17	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	21
18	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	20
19	3	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	19
20	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	19
21	3	1	1	1	1	2	2	3	2	1	1	1	19
22	3	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	21
23	2	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	18
24	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	18
25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	22
26	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	22
27	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	21
28	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	20
29	3	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	20
30	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	20

POSTEST

	Calidad de servicio de conectividad de red				Calidad de servicio del ancho de banda				Satisfacción del usuario				
N°	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	POSTEST
1	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	58
2	4	4	4	2	4	2	3	2	4	4	4	4	43
3	5	3	3	3	3	3	5	3	5	5	5	5	48
4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	45
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
6	4	4	2	1	1	2	4	3	5	5	5	5	42
7	2	4	2	3	4	4	4	2	4	5	5	4	42
8	2	1	3	2	3	1	4	3	5	5	5	5	40
9	5	1	4	5	4	4	5	3	4	5	5	5	49
10	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	55
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60
12	1	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	49
13	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	37
14	2	2	2	2	3	3	2	4	4	4	4	4	36
15	2	3	2	4	4	3	3	2	3	2	4	3	33
16	1	3	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	52
17	4	3	1	2	5	4	1	1	1	1	1	1	24
18	4	4	2	4	3	4	4	3	4	5	5	5	45
19	3	4	3	4	3	3	2	3	4	5	5	4	42
20	2	1	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	47
21	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	40
22	4	4	3	5	4	3	5	5	5	5	5	5	51
23	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	58
24	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
25	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	50
26	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
27	5	2	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	47
28	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	49
29	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5	53
30	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	51

Anexo 04: Evidencia de similitud digital

Andrés Gerardo Champac Calero

"Diseño e implementación de una red GPON para mejorar la calidad de servicio en la red de datos del Condominio Cala del...

TESIS

TESIS 2026

Universidad Peruana de Ciencias e Informatica

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3499148898

Fecha de entrega
5 mar 2026, 11:24 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
5 mar 2026, 11:32 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
TESIS_CHAVEZ_CHAMPAC_050326.docx

Tamaño del archivo
3.0 MB

88 páginas

17.396 palabras

89.603 caracteres

turnitin Página 1 de 92 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::1:3499148898

21% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

20% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Anexo 05: Autorización de publicación en repositorio

UPCI
Universidad Peruana de Ciencias e Informática

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL O TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPCI

1.- DATOS DEL AUTOR

Apellidos y Nombres: CHAMPAC CALERO ANDRES GERARDO

DNI: 46546704 Correo electrónico: ANDRES.CHAMPAC@GMAIL.COM

Domicilio: JR. NEVADO CAYREGO MZ.C LOTE 6A-2, LAS DELICIAS DE VILLA-CHORRILLOS

Teléfono fijo: — Teléfono celular: 991285587

2.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL O TESIS

Facultad / Carrera: INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

Tipo: Trabajo de Suficiencia Profesional ( ) Tesis (X)

Título del Trabajo de Suficiencia Profesional / Tesis:

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED GPON PARA MEJORAR LA CALIDAD DE SERVICIO EN LA RED DE DATOS DEL CONDOMINIO CALA DEL MAR, 2025"

3.- OBTENER:

Título Profesional (X)

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

Por la presente declaro que el documento indicado en el ítem 2 es de mi autoría y exclusiva titularidad, ante tal razón autorizo a la Universidad Peruana Ciencias e Informática para publicar la versión electrónica en su Repositorio Institucional (http://repositorio.upci.edu.pe), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art23 y Art.33.

Autorizo la publicación de mi tesis (marque con una X):
(X) Sí, autorizo el depósito y publicación total.
( ) No, autorizo el depósito ni su publicación.

Como constancia firmo el presente documento en la ciudad de Lima, a los 26 días del mes de MARZO de 2026.

FIRMA

HUELLA

UPCI
CAMINO AL ÉXITO
UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL O TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPCI

1.- DATOS DEL AUTOR

Apellidos y Nombres: Chavez Leon Pierre Michell

DNI: 73861062 Correo electrónico: pierre060694@gmail.com

Domicilio: Jr. Templo de la Luna 365 Urb. Mangomarca - San Juan de Lurigancho

Teléfono fijo: _____ Teléfono celular: 934643581

2.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL O TESIS

Facultad / Carrera: Ing. en Telecomunicaciones

Tipo: Trabajo de Suficiencia Profesional ( ) Tesis ( )

Título del Trabajo de Suficiencia Profesional / Tesis:

Diseño e implementación de una red GPON para mejorar la calidad de servicio en la red de datos del condominio Cala del Mar, 2025

3.- OBTENER:

Título Profesional (X)

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

Por la presente declaro que el documento indicado en el ítem 2 es de mi autoría y exclusiva titularidad, ante tal razón autorizo a la Universidad Peruana Ciencias e Informática para publicar la versión electrónica en su Repositorio Institucional (http://repositorio.upci.edu.pe), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art23 y Art.33.

Autorizo la publicación de mi tesis (marque con una X):
(X) Sí, autorizo el depósito y publicación total.
( ) No, autorizo el depósito ni su publicación.

Como constancia firmo el presente documento en la ciudad de Lima, a los 26 días del mes de Marzo de 2026.

FIRMA

HUELLA