

Análisis del Impacto en la Migración del Cableado de Cobre a Fibra Óptica en Empresas Comerciales

Grettel Vasquez
Universidad Tecnológica Oteima
grettel.vasquez@oteima.ac.pa
ORCID N° 0009-0004-5541-7759

DOI: 10.61209/re.v4i2.164

Recibido: 05/2025

Aceptado: 10/2025

Alanys Perez
Universidad Tecnológica Oteima
alanys.perez@oteima.ac.pa
ORCID N° 0009-0008-7964-9115

Winston Vega
Universidad Tecnológica Oteima
winston.vega@oteima.ac.pa
ORCID N° 0009-0009-4890-8935

Resumen

La migración de cableado de cobre a fibra óptica fue identificada como esencial para satisfacer las demandas de conectividad de alta velocidad en un mercado digitalizado, ya que esta tecnología ofreció mejoras significativas en velocidad, estabilidad, seguridad y eficiencia operativa. Este artículo analizó, a través de una revisión narrativa, el impacto de esta transición, destacando que la fibra óptica superó ampliamente al cobre, alcanzando velocidades de hasta 2.4 Gbps, con menores averías, mayor durabilidad en condiciones adversas y una reducción considerable de costos a largo plazo. No obstante, se identificaron vacíos sobre su impacto en pequeñas y medianas empresas, lo que abrió oportunidades para futuras investigaciones. Se concluyó que la fibra óptica fue una tecnología clave para optimizar procesos y mejorar la competitividad empresarial en un entorno dinámico.

Palabras clave: migración de red, fibra óptica, cableado de cobre, conectividad, tecnología comercial, eficiencia operativa.

Abstract

The migration from copper cabling to fiber optics was identified as essential to meet the demands for high-speed connectivity in a digitalized market, as this technology offered significant improvements in speed, stability, security, and operational efficiency. This article analyzed, through a narrative review, the impact of this transition, highlighting that fiber optics significantly outperformed copper by achieving speeds of up to 2.4 Gbps, with fewer failures, greater durability under adverse conditions, and a considerable reduction in long-term costs. However, gaps were identified regarding its impact on small and medium-sized enterprises, which opened opportunities for future research.

It was concluded that fiber optics was a key technology to optimize processes and enhance business competitiveness in a dynamic environment.

Keywords: network migration, fiber optics, copper cabling, connectivity, commercial, technology, operational efficiency.

Introducción

En un mercado cada vez más digitalizado, las empresas comerciales necesitan conectividad a internet de alta velocidad para mantenerse competitivas y responder a las demandas de un entorno dinámico. Según Dávalos Parra (2021):

En la actualidad la necesidad de las empresas de estar conectadas a internet de alta velocidad y enlazarse con otras sedes de estas, ha llevado a los operadores que brindan este servicio a satisfacer dichas necesidades a través de la fibra óptica. (p. 10)

En el mundo empresarial, marcado por los constantes avances tecnológicos y las transformaciones digitales, la modernización de las infraestructuras de red se ha convertido en un elemento clave para garantizar el éxito y la competitividad de las empresas comerciales. La conectividad ha sido una necesidad a nivel mundial con el propósito de lograr conectar al mundo y estandarizar miles de procesos, permitiendo que estos sean procesados con mayor rapidez (Chamba Monar & Moreno Jiménez, 2021). La competitividad de las empresas en entornos de mercado dinámicos radica en su habilidad para incorporar tecnologías que optimicen procesos y aseguren una conectividad eficiente y confiable.

En este panorama, el cableado de cobre, si bien ha sido un pilar en la infraestructura tecnológica tradicional, ha quedado obsoleto frente a las crecientes demandas de transmisión de datos. Esta limitación no solo reduce el rendimiento operativo, sino que también afecta la experiencia del cliente, evidenciando la necesidad de adoptar soluciones tecnológicas más avanzadas y acordes a los retos actuales.

La migración a fibra óptica representa una solución innovadora que aborda las limitaciones inherentes al cableado de cobre. Estudios recientes, como el de Barahona Domínguez (2024), destacan que la implementación de fibra óptica no solo mejora la velocidad y estabilidad de las redes, sino que también optimiza procesos internos y reduce costos operativos a largo plazo.

Este artículo de revisión explora el impacto de la transición de cableado de cobre a fibra óptica en infraestructuras comerciales, analizando sus beneficios en términos de velocidad, estabilidad, seguridad y eficiencia operativa. Tomando como referencia la metodología PRISMA, aunque no aplicada de forma completa, la revisión se limitó a estudios publicados entre 2016 y 2024. A través de una revisión narrativa de estudios, se busca proporcionar una visión integral de las implicaciones tecnológicas y estratégicas de esta migración, contribuyendo al debate sobre la modernización de redes en el sector comercial.

Materiales y métodos

En esta revisión se utilizaron las siguientes herramientas y recursos, descritos en la Tabla 1, con el propósito de recopilar y analizar la literatura.

Tabla 1. *Materiales y Recursos Utilizados*

Material	Descripción
Computadora	Herramienta principal para la recopilación y análisis de datos.
Bases de Datos Académicas	Google Scholar, Elsevier - Mendeley, La Referencia, Repositorio Latinoamericano.
Software Procesador de Texto	Microsoft Word, Google Docs, Google Sheets.
Software de Gestión Bibliográfica	Mendeley (para la organización y citación de referencias)
Descriptores y Operadores Booleanos	Palabras clave combinadas con operadores para optimizar la búsqueda.
Metodología PRISMA	Para la selección y evaluación de la literatura.

La recopilación de información se llevó a cabo en diciembre de 2024, considerando ciertos parámetros de PRISMA para guiar la selección de literatura, con el objetivo de analizar el Impacto en la Migración del Cableado de Cobre a Fibra Óptica en Empresas Comerciales. Durante el proceso de búsqueda, se establecieron criterios para incluir o excluir estudios, los cuales se detallan en la Tabla 2

Tabla 2. Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos y tesis publicados entre 2016 y 2024.	Estudios publicados antes de 2016.
Documentos con una extensión de 4 o más páginas.	Documentos que tengan menos de 4 páginas.
Estudios disponibles en idioma español o inglés.	Estudios en otros idiomas distintos al español o inglés.
Investigaciones sobre la migración de cableado cobre a fibra óptica.	Estudios que no aborden la migración de cableado de cobre a fibra óptica.
Documentos de acceso completo	Documentos de acceso restringido.

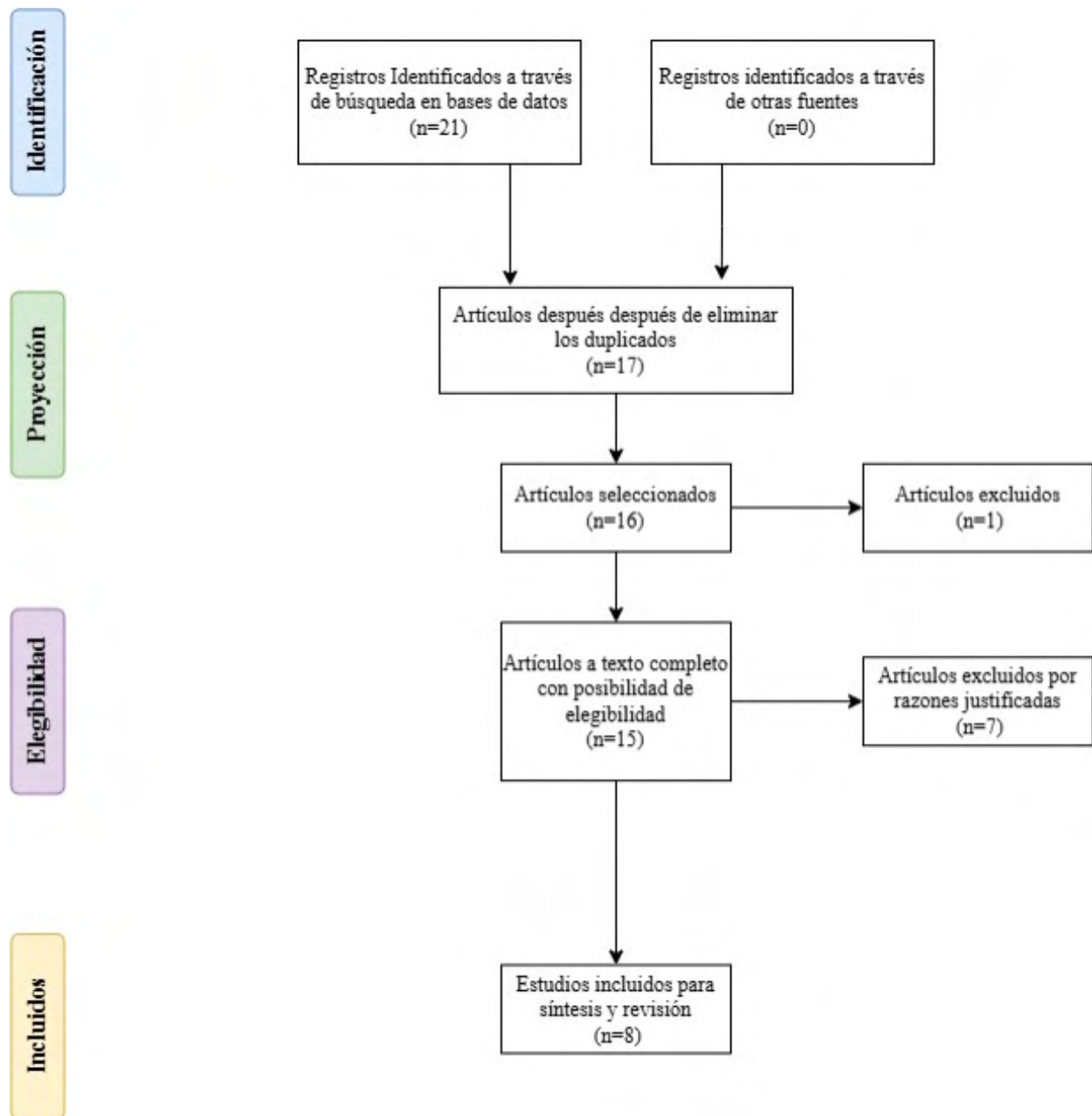
Se aplicaron filtros relacionados con el año de publicación e idioma. Además, se utilizaron palabras clave en español y sus equivalentes en inglés, tales como 'fibra óptica', 'migración', 'cableado de cobre', 'empresa comercial' y 'transición'. Estas palabras clave se combinaron con operadores booleanos (AND, OR) para optimizar los resultados en las bases de datos seleccionadas.

El proceso de selección de estudios se llevó a cabo en tres etapas principales:

- 1. Identificación:** 21 estudios identificados a través de bases de datos académicas.
- 2. Filtrado:** Se eliminaron duplicados y estudios irrelevantes, reduciendo la muestra a 17 estudios.
- 3. Evaluación de elegibilidad:** Aplicando los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 8 estudios relevantes.

En la Fig. 1, se muestra un diagrama de flujo que detalla los pasos aplicados durante la selección de artículos, aplicando la recomendación PRISMA.

Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de artículos para la revisión, elaborado a partir de la recomendación PRISMA 2021



La Tabla 3 muestra un resumen de las fuentes consultadas y la cantidad de artículos encontrados durante el proceso de búsqueda.

Tabla 3. Detalle de base de datos y Repositorios utilizados

Fuente	Enlace (link)	Artículos Encontrados	Seleccionados
Google Escolar	https://scholar.google.es/schhp?hl=es	8	5
La Referencia	https://www.lareferencia.info/es/	2	2
Repositorio Latinoamericano	https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/	3	2
Elsevier - Mendeley	https://www.mendeley.com/search/?dgcid=refmandesktop	8	8
Total		21	17

Resultados y discusión

En este artículo de revisión, 8 artículos fueron seleccionados. Un resumen de los artículos se presenta en la Tabla 4. Todos los artículos fueron publicados entre el 2016 - 2024.

Tabla 4. Resumen de los estudios incluidos en la revisión

Autor y Año	Título	Objetivo	Software	Tipo de tecnología implementada	Capacidad de transmisión	Resultado obtenido/ Hallazgos
Barahona Domínguez, J. J. (2024)	"Tecnología para migración de cableado de cobre a fibra óptica en Telgua"	Analizar la situación que afronta la empresa de telecomunicaciones por los eventos de hurto del cableado de cobre y de qué forma se pretende mitigar la problemática al migrar a cableado de fibra óptica, específicamente en la operación de Guatemala.	SAC (Sistema Avanzado de Compras) Microsoft Excel: Para análisis financiero y cuadros comparativos de proveedores.	Red FTTH con fibra óptica	Hasta 1 Gbps	El proyecto evidenció que la migración a fibra óptica optimiza los costos operativos, mejora la infraestructura tecnológica de Telgua, y disminuye las pérdidas económicas por hurto de cobre. Esto también garantiza mayor estabilidad y calidad en la prestación de servicios de telecomunicaciones en Guatemala.

Autor y Año	Título	Objetivo	Software	Tipo de tecnología implementada	Capacidad de transmisión	Resultado obtenido/ Hallazgos
Frances Ayestas (2020)	Análisis de la Migración de Medios Tradicionales de Transmisión a Fibra Óptica en el País."	Analizar la situación y comparar las medidas que las empresas de telecomunicaciones están contemplando en el país con el fin de situarnos en el panorama tecnológico actual utilizando la recopilación de datos obtenida en esta investigación.	Microsoft Excel	GPON	Velocidades superiores a 1 Gbps	Impacto positivo en telecomunicaciones y optimización de redes tradicionales.
Marco Antonio Remache Casagallo (2016)	Propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica usando el estándar GPON, para brindar servicios de internet, voz y datos en el sector central del cantón Salitre.	Analizar y plantear el cambio de la tecnología obsoleta de cobre a una red de fibra óptica de alta velocidad y capacidad con estándar GPON, con el fin de mejorar la calidad de los servicios convergentes de internet, voz y datos en el sector central del Cantón Salitre.	Microsoft Excel, AutoCAD.	GPON	2.4 Gbps de bajada, 1.2 Gbps de subida	Incremento de calidad en servicios convergentes de internet, voz y datos.

Autor y Año	Título	Objetivo	Software	Tipo de tecnología implementada	Capacidad de transmisión	Resultado obtenido/ Hallazgos
Daniel Dik y Bryant Niola (2018)	Análisis y Diseño de la Migración de la Red Actual de Cobre, en la Ruta 13 de la Central Norte de CNT en la Ciudad de Guayaquil, a una Red de Fibra Óptica	Migrar la red de cobre de la Ruta 13 en Guayaquil a una red de fibra óptica, garantizando mayor eficiencia.	VanGuard Data OTDR Emulator	GPON - FTTH	64 Mbps de bajada y 32 Mbps de subida por cliente; cada hilo soporta 2.4 Gbps de bajada y 1.2 Gbps de subida.	Al desarrollar el diseño de la nueva red GPON FTTH se ha observado claramente una optimización en el servicio ofertado; incrementando la velocidad de 5 Mbps de bajada y 2 Mbps de subida a 64 Mbps de bajada y 32 Mbps de subida por cada cliente. Dicho avance permite a la operadora ofrecer el servicio de IPTV por el mismo sistema, que usa 32 Mbps de bajada.

Autor y Año	Título	Objetivo	Software	Tipo de tecnología implementada	Capacidad de transmisión	Resultado obtenido/ Hallazgos
Tenecora Mejía, I. B. (2019)	Evaluación del proceso de migración de tecnología ADSL a fibra óptica bajo el estándar G.984.X GPON	Evaluar el proceso de migración de tecnología ADSL a fibra óptica bajo el estándar G.984.x GPON en la ciudad de Macas.	Microsoft Excel	ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) GPON (Gigabit-capable Passive Optical Network)	ADSL: Velocidades variables, generalmente inferiores a las ofrecidas por GPON. GPON: Ofrece velocidades de hasta 2.5 Gbps de descarga y 1.25 Gbps de subida.	El análisis comparativo de 12 meses que se realizó en las dos tecnologías nos permite concluir que la tecnología GPON registra una menor cantidad de averías, que incluso es menor al 2% del factor k que exige ARCOTEL; sin embargo, la tecnología ADSL representa el 3.56%, lo cual 1.5 veces superior a lo exigido por el organismo de control.

Autor y Año	Título	Objetivo	Software	Tipo de tecnología implementada	Capacidad de transmisión	Resultado obtenido/ Hallazgos
Dilber Rosabal Montero y Manleys Rodríguez Torres (2016).	Tecnologías de acceso ópticas para la migración de la red de cobre a fibra.	El objetivo de la investigación consiste en valorar las tecnologías de acceso ópticas que pueden ofrecer una solución viable para la migración de la red de acceso de cobre a una infraestructura de fibra óptica y para posibles actualizaciones tecnológicas de la red de fibra en funcionamiento.	No se menciona el uso de software específico en el documento.	Redes ópticas pasivas (PON): Incluyendo GPON (Gigabit-capable Passive Optical Network). Redes ópticas activas (AON): Se mencionan en el contexto de alternativas para la migración, aunque el enfoque principal está en las PON.	Ofrece velocidades de hasta 2.5 Gbps de descarga y 1.25 Gbps de subida.	Las tecnologías sobre par de cobre, aunque evolucionadas, presentan limitaciones significativas en velocidad y alcance. Las redes de acceso ópticas, especialmente las PON, se presentan como una solución factible desde el punto de vista técnico y económico para satisfacer los requerimientos de los servicios de banda ancha.
Paute Tapia, J. O. (2023)	Análisis de la migración de la red ADSL a GPON para mejorar la conectividad en el Barrio San Miguel de la Ciudad de Cuenca	Analizar la migración del medio de transmisión de datos, de cobre a fibra óptica y su impacto en la calidad de los servicios de internet en la ciudad de Cuenca barrio San Miguel.	No se menciona el uso de software específico en el documento.	ADSL, GPON	ADSL: Depende de la distancia entre el abonado y la central. Un valor promedio es de 5 MBPS. Fibra óptica: Entre 100 MBPS y 300 MBPS. NO depende del lugar de residencia del abonado.	La fibra óptica permite mejorar el ancho de banda, lo que permite mejorar significativamente los beneficios, lo que permitirá que los pobladores del barrio San Miguel, puedan desempeñar sus actividades tanto laborales, escolares y de ocio sin ninguna interrupción.

Autor y Año	Título	Objetivo	Software	Tipo de tecnología implementada	Capacidad de transmisión	Resultado obtenido/ Hallazgos
Veloz-Chérrez, D., Ramos, V., Santacruz, F., y Cabrera, F. (2020).	Análisis de la migración de la red de cobre por fibra óptica en la comunidad de Ayangue, provincia de Santa Elena, para brindar los servicios de internet, telefonía y televisión	Reemplazar la tecnología actual de transmisión de datos para brindar los servicios de internet, telefonía y televisión para la comunidad de Ayangue, a través de la conexión basada en fibra óptica que permite aumentar la capacidad de Internet banda ancha y otros servicios.	Google Earth	Redes Ópticas Pasivas con Capacidad de Gigabit (GPON)	GPON: Ofrece velocidades de hasta 2.5 Gbps de descarga y 1.25 Gbps de subida.	La migración a tecnología GPON es viable y mejora la calidad de los servicios de telecomunicaciones en la comunidad. Para lugares rurales o con alta humedad y salinidad, es preferible usar redes basadas en la tecnología de fibra óptica debido a que los índices de atenuación se elevan y el índice de relación señal ruido disminuye, por tanto, a pesar de que el ancho de banda no se vea afectado, si se incorporará latencia provocando que los servicios sean de bajo nivel.

A continuación, se presenta una síntesis de los principales hallazgos y su discusión en relación con la pregunta de investigación planteada: ¿Cómo impacta la migración del cableado de cobre a fibra óptica en la velocidad de transmisión de datos, la estabilidad de la red, la seguridad y la eficiencia operativa en empresas comerciales?

En primer lugar, los estudios revisados confirman consistentemente que la tecnología de fibra óptica supera ampliamente al cableado de cobre en términos de velocidad de transmisión de datos. Por ejemplo, Remache Casagallo (2016) y Dik et al. (2018) destacaron que las redes basadas en GPON ofrecen velocidades de hasta 2.4 Gbps de bajada, lo cual mejora significativamente los 5 Mbps promedio del cobre. Asimismo, Paute Tapia (2023) señaló que las redes de fibra óptica permiten velocidades de hasta 300 Mbps, mientras que el cableado de cobre se ve limitado por la distancia a un máximo promedio de 5 Mbps. Estos avances no solo incrementan la capacidad de las empresas para manejar grandes volúmenes de datos, sino que también facilitan la implementación de servicios como IPTV (Dik et al., 2018) y mejoran la calidad de los servicios prestados a los usuarios finales (Paute Tapia, 2023).

Por otro lado, la estabilidad de la red es otro aspecto crítico que se ve beneficiado con la migración. Según Tenecora Mejía (2019), la tecnología GPON presentó un índice de averías significativamente menor (menos del 2%) en comparación con el cableado de cobre (3.56%). De manera similar, Montero y Rodríguez (2016) resaltaron que las redes ópticas pasivas no solo mejoran la estabilidad, sino que también ofrecen un mayor alcance técnico y económico, reduciendo la frecuencia de interrupciones y los costos de mantenimiento. Este hallazgo refuerza la idea de que la fibra óptica no solo es más confiable, sino que también reduce los costos asociados a la reparación de fallos recurrentes.

Además, desde el punto de vista de la seguridad, Barahona Domínguez (2024) destacó que la fibra óptica es menos susceptible a robos y daños, un problema recurrente en las redes de cobre. Por otra parte, Veloz-Chérrez et al. (2020) indicaron que, en condiciones ambientales adversas como alta humedad y salinidad, la fibra óptica mantiene un desempeño superior al cableado de cobre, lo que mejora su durabilidad y funcionalidad en zonas rurales. Este aspecto es especialmente importante para garantizar servicios confiables en entornos de difícil acceso.

Finalmente, en términos de eficiencia operativa, la migración también tiene un impacto significativo. Según Ayestas (2020) y Veloz-Chérrez et al. (2020), las redes ópticas no solo optimizan procesos internos y reducen costos a largo plazo, sino que también permiten la integración de múltiples servicios (internet, telefonía y televisión) en una misma infraestructura. Barahona Domínguez (2024) añadió que esta transición mejora la infraestructura tecnológica y reduce las pérdidas económicas asociadas al hurto de cobre, garantizando una mayor calidad y estabilidad en la prestación de servicios de telecomunicaciones.

Conclusiones

Según los resultados obtenidos, se concluye que la migración del cableado de cobre a fibra óptica en infraestructuras comerciales representa un avance significativo en términos de velocidad de transmisión de datos, estabilidad de la red, seguridad y eficiencia operativa. Este cambio tecnológico es esencial para atender las crecientes demandas de conectividad en un mercado globalizado y digitalizado.

Por lo tanto, el objetivo planteado de evaluar el impacto de esta transición ha sido cumplido. Se ha evidenciado que las redes de fibra óptica superan ampliamente al cableado de cobre, ofreciendo velocidades de hasta 2.4 Gbps, mayor estabilidad con índices de averías menores al 2%, y una notable optimización en la prestación de servicios convergentes como internet, telefonía y televisión. Estos resultados subrayan la importancia de adoptar tecnologías avanzadas para mejorar la competitividad y garantizar la sostenibilidad operativa en las empresas comerciales.

No obstante, algunas limitaciones importantes deben señalarse. La mayoría de los estudios revisados se centraron en aplicaciones específicas o entornos limitados, dejando vacíos sobre el impacto en sectores comerciales más amplios o en empresas pequeñas y medianas (PyMEs). Además, las investigaciones rara vez abordaron aspectos relacionados con los costos iniciales de implementación o desafíos técnicos durante la transición, lo cual abre una oportunidad para futuras investigaciones.

Finalmente, se recomienda continuar explorando el impacto económico y social de esta migración en diferentes contextos empresariales y regiones. También sería valioso realizar estudios que aborden los obstáculos técnicos y financieros que enfrentan las empresas durante la transición, para desarrollar estrategias más efectivas que impulsen la adopción de esta tecnología esencial.

Referencias bibliográficas

Ayestas, F. (2020). Análisis de la migración de medios tradicionales de transmisión a fibra óptica en el país [Universidad Tecnológica Centroamericana] <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/browse>

Barahona Domínguez, J. J. (2024). Tecnología para migración de cableado de cobre a fibra óptica en Telgua [UNIVERSIDAD GALILEO].

<https://biblioteca.galileo.edu/xmlui/bitstream/handle/123456789/1741/19008399%20JONATHAN%20JOSU%20BARAHONA%20DOM%20DNGUEZ.pdf?sequence=1>

Chamba Monar, E. A., & Moreno Jiménez, G. A. (2021). Conectividad inalámbrica vs Conectividad con Fibra Óptica. Fortalezas y Debilidades. E-IDEA Journal of Engineering Science, 3(8), 31–51. <https://doi.org/10.53734/esci.vol3.id213>

Dávalos Parra, D. F. (2021). Diseño E Implementación De La Red De Fibra Óptica De Planta Externa De Un Operador De Telecomunicaciones Para Brindar El Servicio De Internet Y Enlaces Dedicados Empresariales En Los Distritos De Los Olivos Y San Martín De Porres - Lima, 2020. <https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/601>

Dilber Rosabal Montero y Manleys Rodríguez Torres (2016). Tecnologías de acceso ópticas para la migración de la red de cobre a fibra. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) (1)(2)(3).

Paute Tapia, J. O. (2023). Análisis de la migración de la red ADSL a GPON para mejorar la conectividad en el Barrio San Miguel de la Ciudad de Cuenca [Instituto tecnológico Internacional]. <http://45.184.226.39/bitstream/123456789/839/1/Proyecto%20de%20tesis%20Jaime%20Orlando%20Paute%20Tapia.pdf>

Remache Casagallo, M. A. (2016). Propuesta de migración de la red de cobre a fibra óptica usando el estándar GPON, para brindar servicios de internet, voz y datos en el sector central del cantón Salitre. [Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/6595>

Tenecora Mejía, I. B. (2019). Evaluación del proceso de migración de tecnología ADSL a fibra óptica bajo el estándar G.984.X GPON [Escuela Superior Politécnica de Chimborra]. <https://182833.o7eteavr.asia/bitstream/123456789/9443/1/20T01137.pdf>

Veloz-Chérrez, D., Ramos, V., Santacruz, F., & Cabrera, F. (2020). Migración tecnológica utilizando VDSL/FTTX para mejorar los servicios de telecomunicaciones de una red de acceso en Guano/Technological migration using VDSL/FTTX to improve telecommunications services in an access network in Guano. KnE Engineering, undefined- undefined. <https://doi.org/10.18502/KEG.V5I2.6262>