



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales

Implementación de una Solución de Enlace Óptico con Tecnología MPLS para Mejorar el Rendimiento de la Red en una Empresa del Sector Tecnológico, Lima 2025

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título
profesional de:**

Ingeniero de Sistemas Computacionales

Autor:

Carlos Alberto Alarcon Quijayte

Asesor:

Dr. Alfredo Pascual Roncal Galiano

<https://orcid.org/0000-0002-5757-7666>

Lima - Perú

2025

Informe de Similitud



3% 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 12 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 3%  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.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia y, de manera muy especial, a mi madre. Esa mujer que, con su sudor, esfuerzo y mucha fortaleza inquebrantable, me sacó adelante siendo viuda y criando sola a su hijo.

Gracias mamá por cada sacrificio silencioso, por cada amanecer trabajando sin descanso, por cada palabra de aliento y por enseñarme que incluso en los momentos de más adversidad, se puede hacer frente digna y valientemente a la vida.

Porque este logro es tan tuyo como mío. Todo lo que soy y lo que he alcanzado es fruto de tu amor, tu lucha y tu ejemplo. A mi familia, gracias por su apoyo constante y por acompañarme en cada paso de este camino.

Agradecimiento

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia, quienes han sido mi mayor fortaleza e inspiración a lo largo de este recorrido. Su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y la confianza que siempre depositaron en mí fueron fundamentales para mantenerme firme en la búsqueda de mis metas y lograr culminar esta etapa tan significativa. Este logro no solo me pertenece, sino también a ellos, porque cada paso dado estuvo acompañado de su cariño, esfuerzo y presencia constante.

De manera muy especial, agradezco a mi madre, cuyo sacrificio, dedicación y valentía han sido pilares esenciales en mi vida. Gracias a su esfuerzo inagotable y a su amor inquebrantable, logró sacarme adelante sola, enfrentando cada desafío con determinación y esperanza. Su ejemplo de lucha me ha guiado y motivado a seguir avanzando. Todo lo que he conseguido es fruto de su entrega y del inmenso amor que siempre supo brindarme.

Asimismo, extiendo mi agradecimiento a mis amigos y compañeros de universidad por las largas jornadas de estudio, las risas compartidas, el apoyo sincero y la camaradería que hicieron de este camino una experiencia más amena y memorable. Su compañía fue una parte importante de este proceso.

Tabla de contenido

Índice de tablas	8
Índice de Figuras	9
RESUMEN EJECUTIVO	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Experiencia profesional	12
1.1.1 nombre de la organización.....	12
1.1.2 sector donde opera.....	12
1.1.3 área o departamento de TI donde trabajaste	12
1.1.4 relevancia de la organización en su sector.....	12
1.2 Descripción de la empresa.....	12
1.2.1 infraestructura tecnológica general.....	12
1.2.2 sistemas o plataformas que utiliza la empresa.....	13
1.2.3 nivel de madurez digital	13
1.2.4 procesos de TI relevantes	13
1.3 Situación problemática o necesidad identificada.....	13
1.4 Relevancia del problema para la empresa	14
1.5 Justificación del informe	14
1.6 Objetivo general	14
1.7 Objetivos específicos.....	14
1.8 Alcance del informe	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	16
2.1 Ingeniería de Sistemas Computacionales: concepto y enfoque.....	16
2.1.1 definición y alcance de la carrera	16
2.1.2 rol del ingeniero de sistemas en la gestión de proyectos tecnológicos.....	16
2.1.3 enfoque en la solución de problemas tecnológicos	17
2.1.4 relación con la transformación digital	17
2.2 Sistemas de Información	17
2.2.1 sistemas de información y su soporte tecnológico	17
2.2.2 arquitectura de red y transporte de información.....	18
2.2.3 ciclo de vida de proyectos de infraestructura tecnológica.....	18
2.3 Gestión de Tecnologías de la Información	18

2.3.1 marco general de la gestión de TI.....	18
2.3.2 roles y responsabilidades en áreas de TI	19
2.3.3 disponibilidad, SLA y calidad de servicio.....	19
2.4 Metodologías y marcos de trabajo aplicables.....	19
2.4.1 ITIL – Gestión de Servicios de TI.....	19
2.4.2 ISO/IEC 27001 – Seguridad de la información.....	19
2.5 Infraestructura tecnológica y redes de telecomunicaciones	20
2.5.1 redes WAN y tecnologías de transporte	20
2.5.2 enrutamiento virtual y segmentación de redes	20
2.6 Seguridad en infraestructuras de red	20
2.6.1 protocolos y controles de seguridad	20
2.6.2 estándares de seguridad de red	20
2.7 Gestión de proyectos de infraestructura tecnológica.....	21
2.7.1 gestión de proyectos según PMBOK.....	21
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	22
3.1 Contexto general de la experiencia.....	22
3.2 Puesto desempeñado y periodo de experiencia	22
3.3 Objetivos del puesto o actividad profesional.....	23
3.4 Funciones principales del rol.....	23
3.4.1 funciones de gestión y coordinación	23
3.4.2 funciones técnicas.....	23
3.4.3 funciones administrativas y de soporte.....	23
3.5 Detalle de actividades realizadas (descripción narrativa).....	24
3.6 Proyectos relevantes en los que participaste.....	24
3.7 Tecnologías, herramientas y metodologías aplicadas	25
3.8 Problemas o incidentes enfrentados	25
3.9 Soluciones implementadas o aportes personales	25
3.10 Competencias desarrolladas	26
3.11 Reflexión personal sobre la experiencia.....	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	27
4.1 Descripción de la solución implementada.....	27
4.2 Escenario inicial (línea base).....	27

4.3 Resultados técnicos obtenidos	28
4.3.1 Disponibilidad y estabilidad del servicio.....	28
4.3.2 Mejora en el rendimiento de la red	28
4.4 Evidencia de funcionamiento	30
4.5 Indicadores y métricas obtenidas.....	32
4.6 Validación del funcionamiento con el área de TI.....	33
4.7 Impacto generado	34
4.8 Limitaciones encontradas	34
4.9 Relación de los resultados con los objetivos	34
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
5.1 Conclusiones.....	35
5.1.1 Resumen del problema y la solución.....	35
5.1.2 Cumplimiento de los objetivos	36
5.1.3 Principales resultados logrados	36
5.1.4 Lecciones técnicas aprendidas.....	37
5.1.5 Aporte profesional	37
5.2 Recomendaciones	38
5.2.1 Continuidad del sistema	38
5.2.2 Mantenimiento y soporte	38
5.2.3 Seguridad y buenas prácticas.....	39
5.2.4 Capacitación	39
5.2.5 Escalabilidad y evolución tecnológica	39
5.2.6 Evaluación continua	40
REFERENCIAS	41
ANEXOS.....	43

Índice de tablas

Tabla 1. Comparación del desempeño de la conectividad antes y después de la implementación	30
--	-----------

Índice de Figuras

Figura 1. Comparación de latencia promedio.....	29
Figura 2. Prueba de ancho de banda.....	31
Figura 3. Prueba de icmp	31
Figura 4. Disponibilidad de la conectividad.....	33

RESUMEN EJECUTIVO

En la empresa INNOVATION INFORMATIC SOLUTIONS E.I.R.L. se presentaba una problemática relacionada con la conectividad de sus operaciones internas, un factor crítico para el adecuado desempeño de las áreas de desarrollo de software, soporte técnico y gestión administrativa. La organización, dedicada a la automatización de negocios y fundada en el año 2024, ofrece soluciones tecnológicas orientadas a optimizar procesos empresariales como facturación electrónica, inventarios y finanzas; sin embargo, su infraestructura de red no se encontraba alineada con las exigencias tecnológicas de sus propias plataformas. El uso de servicios de internet residencial generaba inestabilidad, limitaciones de ancho de banda y constantes interrupciones, afectando directamente el rendimiento de los sistemas y la productividad del personal.

Ante esta situación, se planteó como proyecto la implementación de un enlace de fibra óptica con servicio de Internet Dedicado y tecnología MPLS, con el objetivo de modernizar la infraestructura de comunicaciones, mejorar la estabilidad del servicio y garantizar una conectividad más segura, rápida y confiable para todas las áreas de la empresa. Esta solución permitió reemplazar el servicio de conectividad doméstico e impulsar el crecimiento tecnológico de la organización, facilitando un entorno de trabajo más eficiente para los equipos de desarrollo y gestión.

Para el desarrollo del proyecto se realizaron actividades clave como el levantamiento de información técnica, el análisis de la infraestructura de red existente, la coordinación con el proveedor de telecomunicaciones, la instalación del enlace óptico dedicado y la validación integral del servicio implementado. Estas actividades permitieron asegurar que la solución cumpliera con los estándares técnicos necesarios para soportar las operaciones tecnológicas de la empresa.

La implementación del enlace dedicado optimizó el desempeño de las herramientas internas, redujo significativamente las interrupciones del servicio y mejoró la estabilidad y disponibilidad de la conectividad. Asimismo, fortaleció la capacidad de la empresa para sostener la demanda tecnológica de sus soluciones integrales, evidenciando el impacto

positivo que una infraestructura de red adecuada tiene en el funcionamiento de una organización tecnológica y en la continuidad de sus procesos críticos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Experiencia profesional

1.1.1 *nombre de la organización*

INNOVATION INFORMATIC SOLUTIONS E.I.R.L. (Innovación Digital Empresarial)

1.1.2 *sector donde opera*

Tecnología de la Información (TI) – Desarrollo de software empresarial y automatización de negocios

1.1.3 *área o departamento de TI donde trabajaste*

Infraestructura y Redes / Telecomunicaciones – participación en proyectos de conectividad y comunicaciones empresariales

1.1.4 *relevancia de la organización en su sector*

INNOVATION INFORMATIC SOLUTIONS E.I.R.L. es una empresa tecnológica peruana fundada en 2024, especializada en la automatización y transformación digital de negocios mediante el desarrollo propio de soluciones integrales de software. Su relevancia radica en su capacidad de ofrecer plataformas todo en uno que centralizan procesos críticos empresariales (facturación electrónica, inventarios, finanzas, CRM y e-commerce), posicionándose como un socio estratégico para la modernización digital de organizaciones en Perú. Su enfoque en innovación continua, desarrollo interno y atención personalizada la distingue como un aliado tecnológico emergente en el ecosistema empresarial peruano.

1.2 Descripción de la empresa

1.2.1 *infraestructura tecnológica general*

La empresa operaba inicialmente con conexiones de internet de tipo residencial, las cuales resultaban limitadas para soportar las operaciones tecnológicas y el crecimiento de los servicios digitales. Esta situación evidenciaba la necesidad de contar con una infraestructura de conectividad de nivel empresarial que garantizara estabilidad, disponibilidad y capacidad adecuada para los sistemas críticos.

1.2.2 sistemas o plataformas que utiliza la empresa

La empresa desarrolla y utiliza sus propias soluciones tecnológicas integradas, incluyendo sistema POS para comprobantes electrónicos, módulo de Inventario y Logística (Kardex), módulo de Finanzas y Contabilidad, módulo de Clientes y Proveedores (CRM), y una plataforma de Comercio Electrónico con catálogo digital. Estas herramientas funcionan de manera centralizada bajo un esquema todo en uno.

1.2.3 nivel de madurez digital

La empresa se encuentra en una etapa de consolidación de su madurez digital. Como organización dedicada al desarrollo tecnológico, cuenta con productos propios innovadores y enfoque en transformación digital. Sin embargo, la necesidad de migrar de conexiones residenciales a infraestructura empresarial MPLS evidencia un proceso de evolución hacia estándares más robustos que soporten adecuadamente sus operaciones críticas y su crecimiento.

1.2.4 procesos de TI relevantes

Los procesos de TI se centran en el desarrollo de software, gestión de infraestructura de red y telecomunicaciones, integración de sistemas empresariales, y soporte a plataformas de facturación electrónica y comercio digital. La implementación del proyecto MPLS involucró procesos de levantamiento técnico, análisis de infraestructura existente, instalación de enlaces ópticos, configuración de servicios de red y optimización del rendimiento de sistemas críticos.

1.3 Situación problemática o necesidad identificada

La empresa enfrentaba un problema crítico en su infraestructura de conectividad debido al uso de enlaces residenciales que no estaban diseñados para atender las demandas de tráfico, estabilidad y disponibilidad requeridas por una organización tecnológica. Esta situación generaba interrupciones frecuentes, pérdida de comunicación entre áreas, lentitud en los sistemas internos y afectación directa de los módulos de facturación, inventario, finanzas y comercio electrónico.

- Las causas principales estaban relacionadas con:
- Limitaciones de ancho de banda.
- Latencia inestable.

- Ausencia de un servicio dedicado.
- Falta de una topología optimizada para servicios empresariales.

Las consecuencias operativas incluían retrasos en tareas diarias, impacto económico por pérdida de productividad y riesgos para la continuidad de los procesos críticos.

1.4 Relevancia del problema para la empresa

El adecuado funcionamiento de los sistemas de información depende directamente de una conectividad estable y de alto rendimiento. La problemática identificada impacta negativamente en la continuidad operativa, el desempeño del personal, la eficiencia del sistema integrado desarrollado por la empresa y la percepción de calidad del servicio por parte de sus clientes.

Resolver esta situación representó una oportunidad para mejorar la disponibilidad, optimizar recursos tecnológicos y garantizar la escalabilidad de la infraestructura.

1.5 Justificación del informe

El presente informe tiene como finalidad describir y analizar una intervención tecnológica real orientada al fortalecimiento de la infraestructura de comunicaciones de la empresa mediante la implementación de un enlace óptico dedicado con tecnología MPLS.

Desde la perspectiva de la Ingeniería de Sistemas Computacionales, el proyecto integra conocimientos de redes, telecomunicaciones, diseño de infraestructura, gestión de servicios de TI y optimización de procesos, aplicados a una problemática concreta con impacto significativo en el entorno empresarial.

1.6 Objetivo general

Implementar un enlace de fibra óptica con servicio de internet dedicado para fortalecer la infraestructura de comunicaciones de INNOVATION INFORMATIC SOLUTIONS E.I.R.L., garantizando conectividad estable, alto desempeño y soporte adecuado para las operaciones tecnológicas de la empresa.

1.7 Objetivos específicos

- Implementar un enlace de fibra óptica que mejore la estabilidad y disponibilidad de la red interna.
- Poner en operación el servicio de internet dedicado asegurando niveles adecuados de rendimiento.
- Optimizar la infraestructura de conectividad para un diseño alineado a las necesidades operativas de la organización.

1.8 Alcance del informe

El informe abarca el análisis, planificación y ejecución del proyecto de implementación de un enlace de fibra óptica con servicio de internet dedicado, enfocándose en las actividades de coordinación técnica, supervisión de la instalación física y validación del servicio. No se incluyen desarrollos de software ni configuraciones internas avanzadas de seguridad.

1.9 Metodología utilizada

La intervención se desarrolló bajo un enfoque técnico–descriptivo y aplicado, utilizando técnicas de levantamiento de información, análisis de topologías de red, pruebas de conectividad y estabilidad, monitoreo del enlace óptico y aplicación de buenas prácticas alineadas a ITIL para la gestión del servicio.

1.10 Estructura del informe

El informe se estructura en cinco capítulos: el Capítulo I presenta la introducción y el contexto de la experiencia profesional; el Capítulo II desarrolla el marco teórico que sustenta la intervención; el Capítulo III describe el análisis del problema; el Capítulo IV expone el desarrollo de la implementación y los resultados obtenidos; finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Ingeniería de Sistemas Computacionales: concepto y enfoque

2.1.1 definición y alcance de la carrera

La Ingeniería de Sistemas Computacionales es una disciplina orientada al diseño, implementación, gestión y optimización de soluciones tecnológicas que integran infraestructura de redes, sistemas de información, seguridad informática y gestión de servicios de tecnologías de la información. Su campo de acción abarca la administración de infraestructuras tecnológicas, la gestión de la información, la seguridad de redes y la dirección de proyectos tecnológicos.

El ingeniero de sistemas cumple un rol estratégico dentro de las organizaciones, ya que garantiza que la infraestructura tecnológica soporte de manera eficiente los procesos operativos, los sistemas críticos del negocio y los objetivos estratégicos de la empresa, convirtiéndose en un actor clave para la continuidad operativa y la transformación digital.

2.1.2 rol del ingeniero de sistemas en la gestión de proyectos tecnológicos

En los proyectos de infraestructura tecnológica, el ingeniero de sistemas asume responsabilidades relacionadas con la planificación, coordinación, supervisión y control de las implementaciones. Estas funciones permiten asegurar que las soluciones tecnológicas cumplan con los requisitos técnicos, de calidad y de servicio establecidos.

Desde un enfoque de gestión, el ingeniero de sistemas participa en la definición de cronogramas, asignación de recursos, coordinación con equipos técnicos y proveedores, control de riesgos y elaboración de documentación técnica, contribuyendo a que los proyectos se desarrollen de forma ordenada, controlada y alineada con los objetivos del negocio.

2.1.3 enfoque en la solución de problemas tecnológicos

La Ingeniería de Sistemas Computacionales se fundamenta en un enfoque estructurado para la solución de problemas tecnológicos, el cual comprende la identificación del problema, el análisis de alternativas, el diseño de la solución, la implementación controlada y la mejora continua.

En el ámbito de las telecomunicaciones, este enfoque permite evaluar distintas alternativas tecnológicas considerando criterios técnicos, económicos y operativos, seleccionar arquitecturas de red adecuadas y garantizar que la solución final cumpla con los niveles de desempeño, disponibilidad y seguridad requeridos.

2.1.4 relación con la transformación digital

La transformación digital depende en gran medida de la disponibilidad de infraestructuras tecnológicas confiables y de alto rendimiento. Una conectividad estable y segura permite el acceso a servicios en la nube, el soporte al trabajo remoto, la integración de aplicaciones empresariales y la continuidad de los sistemas críticos del negocio.

En este contexto, el ingeniero de sistemas contribuye a la transformación digital al diseñar y gestionar infraestructuras de red que soporten servicios digitales, garanticen la disponibilidad de la información y protejan los activos tecnológicos de la organización.

2.2 Sistemas de Información

2.2.1 *sistemas de información y su soporte tecnológico*

Los sistemas de información están conformados por componentes de hardware, software, datos, procesos y usuarios, los cuales interactúan para recopilar, procesar, almacenar y distribuir información. Para su correcto funcionamiento, estos sistemas requieren una infraestructura tecnológica confiable que garantice conectividad, disponibilidad y rendimiento.

En entornos empresariales, los sistemas de información dependen de redes de telecomunicaciones capaces de soportar altos volúmenes de tráfico de datos y aplicaciones críticas, lo que hace indispensable el uso de tecnologías de transporte eficientes.

2.2.2 arquitectura de red y transporte de información

Las arquitecturas de red modernas emplean tecnologías que permiten optimizar el transporte de datos y priorizar aplicaciones críticas. Entre estas tecnologías destaca MPLS (Multiprotocol Label Switching), definida como una solución versátil que mejora la velocidad, la calidad de servicio (QoS) y la ingeniería de tráfico en redes IP (Alarcón, 2008).

MPLS opera entre las capas 2 y 3 del modelo OSI y permite unificar el transporte de datos en redes basadas en circuitos y paquetes, siendo adecuada para el transporte de tráfico de voz, vídeo y datos, garantizando un mejor desempeño de los sistemas de información.

2.2.3 ciclo de vida de proyectos de infraestructura tecnológica

Los proyectos de infraestructura tecnológica siguen un ciclo de vida estructurado que incluye las fases de planificación, diseño, implementación, pruebas, despliegue y operación. Este enfoque permite controlar los riesgos, asegurar la calidad de la solución y garantizar que la infraestructura soporte adecuadamente los sistemas de información de la organización.

2.3 Gestión de Tecnologías de la Información

2.3.1 marco general de la gestión de TI

La gestión de tecnologías de la información busca asegurar que los servicios tecnológicos se alineen a las necesidades del negocio. Para ello, se fundamenta en cuatro pilares principales: disponibilidad, rendimiento, continuidad y seguridad.

La disponibilidad garantiza que los servicios estén accesibles cuando se requieren; el rendimiento asegura métricas adecuadas de latencia, throughput y jitter; la continuidad permite la operación ante fallas; y la seguridad protege la información transmitida.

2.3.2 roles y responsabilidades en áreas de TI

En la gestión de infraestructuras de red intervienen diversos roles especializados, como ingenieros de proyectos, ingenieros de campo, administradores de redes, especialistas en MPLS y personal de soporte técnico. La correcta coordinación entre estos roles es esencial para garantizar la operación eficiente de los servicios de TI.

2.3.3 disponibilidad, SLA y calidad de servicio

Los acuerdos de nivel de servicio (SLA) establecen compromisos medibles relacionados con la disponibilidad, el tiempo de respuesta ante fallas y el desempeño de la red. En enlaces dedicados, estos acuerdos consideran parámetros como latencia, pérdida de paquetes y jitter.

La calidad de servicio (QoS) permite priorizar aplicaciones y flujos de datos mediante políticas de clasificación y programación de tráfico, asegurando que aplicaciones críticas mantengan un desempeño adecuado incluso en escenarios de alta demanda. Los parámetros fundamentales de la QoS incluyen throughput, delay, jitter y packet loss.

2.4 Metodologías y marcos de trabajo aplicables

2.4.1 ITIL – Gestión de Servicios de TI

ITIL proporciona un conjunto de buenas prácticas para la gestión de servicios de TI, enfocándose en procesos como la gestión de incidencias, cambios y problemas. Estos procesos permiten restaurar servicios de manera rápida, controlar modificaciones a la infraestructura y eliminar causas raíz de fallas recurrentes.

Asimismo, el catálogo de servicios define las características y niveles de servicio de las soluciones tecnológicas ofrecidas, facilitando la gestión y comunicación con los usuarios.

2.4.2 ISO/IEC 27001 – Seguridad de la información

La norma ISO/IEC 27001 establece los requisitos para implementar un sistema de gestión de seguridad de la información (SGSI). Su aplicación permite proteger la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información mediante controles técnicos, organizacionales y físicos.

2.5 Infraestructura tecnológica y redes de telecomunicaciones

2.5.1 redes WAN y tecnologías de transporte

Las redes WAN (Wide Area Network) interconectan nodos geográficamente dispersos a nivel regional, nacional o internacional (Briceño Márquez, 2005). Para garantizar un transporte

eficiente del tráfico, se emplean tecnologías como MPLS y protocolos de enrutamiento como BGP (Ariganello & Enrique, 2013).

2.5.2 enrutamiento virtual y segmentación de redes

El enrutamiento virtual y reenvío (VRF) permite la coexistencia de múltiples tablas de enrutamiento en un mismo equipo, facilitando la segmentación de redes y mejorando la seguridad al aislar el tráfico entre diferentes clientes o servicios (Rouse, 2012).

2.6 Seguridad en infraestructuras de red

2.6.1 protocolos y controles de seguridad

La seguridad de red se apoya en protocolos como TACACS+, que permite la autenticación y autorización centralizada de dispositivos de red bajo una arquitectura AAA, fortaleciendo el control de accesos y la trazabilidad de acciones administrativas (RFC 1492).

Asimismo, el uso de listas de control de acceso (ACL), SSHv2 y Syslog contribuye a proteger los dispositivos, controlar accesos y registrar eventos de seguridad.

2.6.2 estándares de seguridad de red

El estándar ISO/IEC 27033 proporciona directrices para el diseño e implementación de controles de seguridad en redes, asegurando la comunicación segura entre redes, VPN y entornos inalámbricos.

2.7 Gestión de proyectos de infraestructura tecnológica

2.7.1 gestión de proyectos según PMBOK

La Guía PMBOK® establece un marco metodológico para la gestión de proyectos, definiendo buenas prácticas para la planificación, ejecución, monitoreo y control de proyectos tecnológicos (PMI, 2022).

Este enfoque permite gestionar el alcance, cronograma, riesgos y recursos del proyecto, asegurando que los objetivos se cumplan dentro de los parámetros establecidos y que la ejecución se enfoque en la entrega de resultados.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1 Contexto general de la experiencia

La experiencia profesional se desarrolló en la empresa INNOVATION INFORMATIC SOLUTIONS E.I.R.L., organización peruana del sector de Tecnologías de la Información dedicada al desarrollo de soluciones de software empresarial y a la automatización de procesos de negocio. La empresa ofrece plataformas integrales orientadas a la transformación digital de pequeñas y medianas empresas, integrando módulos de facturación electrónica, inventarios, finanzas, CRM y comercio electrónico.

La experiencia se llevó a cabo en el área de Infraestructura y Redes / Telecomunicaciones, la cual cumple un rol estratégico dentro de la organización, ya que es responsable de garantizar la disponibilidad, estabilidad y seguridad de la conectividad necesaria para el funcionamiento de los sistemas desarrollados por la empresa y para las operaciones internas de los colaboradores.

El entorno tecnológico de la empresa está conformado por servidores locales y servicios en la nube, sistemas propios de gestión empresarial, equipos de red como routers y switches, enlaces de internet y plataformas de soporte a usuarios. Inicialmente, la infraestructura de conectividad se basaba en servicios de internet residencial, lo cual generaba limitaciones técnicas en términos de ancho de banda, latencia y disponibilidad. Esta situación motivó la ejecución del proyecto de implementación de un enlace de fibra óptica dedicado con tecnología MPLS, con el objetivo de mejorar el desempeño general de los sistemas críticos de la organización.

3.2 Puesto desempeñado y periodo de experiencia

- **Puesto desempeñado:** Coordinador de Implementaciones Tecnológicas
- **Periodo de experiencia:** desde 01 de Septiembre 2025 hasta actualidad
- **Modalidad de trabajo:** Híbrido
- **Jornada laboral:** Tiempo completo, con disponibilidad para soporte técnico y coordinación de actividades según las necesidades del proyecto

Durante este periodo, asumí la responsabilidad de **coordinar, planificar y supervisar proyectos de infraestructura tecnológica**, actuando como enlace entre la empresa, los proveedores de telecomunicaciones y los equipos técnicos involucrados.

3.3 Objetivos del puesto o actividad profesional

El puesto tuvo como objetivo principal gestionar y coordinar la implementación de soluciones de infraestructura tecnológica, asegurando que los proyectos se ejecuten conforme a los requerimientos técnicos, operativos y de calidad definidos por la empresa.

Objetivos específicos:

- Coordinar la implementación de proyectos de conectividad y telecomunicaciones.
- Asegurar la disponibilidad y estabilidad de los servicios de red.
- Supervisar la correcta ejecución técnica de las implementaciones.
- Garantizar la alineación de las soluciones tecnológicas con las necesidades operativas del negocio.

3.4 Funciones principales del rol

3.4.1 *funciones de gestión y coordinación*

- Planificación del cronograma de implementación del enlace óptico.
- Coordinación con proveedores de telecomunicaciones.
- Seguimiento de hitos del proyecto y control de tiempos.
- Gestión de incidencias durante el proceso de implementación.

3.4.2 *funciones técnicas*

- Supervisión de la instalación física del enlace de fibra óptica.
- Validación de mediciones ópticas y pruebas de conectividad.
- Verificación de parámetros de latencia, disponibilidad y estabilidad.
- Apoyo en la configuración básica de equipos de red.

3.4.3 *funciones administrativas y de soporte*

- Elaboración de reportes técnicos y actas de conformidad.
- Documentación de configuraciones y procedimientos.
- Comunicación técnica con usuarios internos y equipos externos.

3.5 Detalle de actividades realizadas (descripción narrativa)

Las actividades se desarrollaron de forma cronológica y estructurada. Inicialmente, se realizó el levantamiento de información de la infraestructura existente, identificando problemas de ancho de banda, latencia e inestabilidad del servicio de internet.

Posteriormente, se participó en la evaluación de alternativas de conectividad, definiendo como solución óptima la implementación de un enlace óptico dedicado con

tecnología MPLS. Se coordinó con el proveedor de telecomunicaciones la planificación del tendido de fibra, empalmes y activación del servicio.

Durante la fase de implementación, se supervisaron las actividades de instalación física, se validaron las mediciones ópticas y se realizaron pruebas de conectividad y latencia. Finalmente, se coordinó la puesta en producción del servicio, monitoreando su desempeño y documentando los resultados obtenidos.

El proceso de instalación y tendido interno del cableado se documenta en el Anexo D.

3.6 Proyectos relevantes en los que participaste

Proyecto: Implementación de Enlace Óptico Dedicado con Tecnología MPLS

Objetivo: Mejorar la estabilidad, disponibilidad y rendimiento de la conectividad empresarial.

Alcance tecnológico: Instalación de fibra óptica dedicada, habilitación del servicio MPLS y validación del enlace.

Rol desempeñado: Coordinador de Implementaciones Tecnológicas.

Herramientas utilizadas: Equipos de red empresariales, herramientas de monitoreo y pruebas de conectividad.

Resultados alcanzados: Reducción de interrupciones, mejora de latencia y mayor estabilidad de los sistemas internos.

3.7 Tecnologías, herramientas y metodologías aplicadas

Durante la experiencia se aplicaron las siguientes tecnologías y metodologías:

Infraestructura de red: Fibra óptica, MPLS.

Equipos de red: Routers y switches empresariales.

Sistemas operativos: Windows y Linux.

Herramientas de monitoreo: Pruebas de latencia, throughput y disponibilidad.

Buenas prácticas: ITIL para la gestión de servicios de TI, principios de seguridad alineados a ISO/IEC 27001.

Las características de los cables y componentes ópticos utilizados se describen en el Anexo B.

3.8 Problemas o incidentes enfrentados

Entre los principales problemas enfrentados se encontraron:

- Inestabilidad del servicio de internet residencial.
- Latencia elevada y pérdida de paquetes.
- Interrupciones frecuentes que afectan los sistemas críticos.

Estos problemas fueron identificados mediante monitoreo continuo, reportes de usuarios y pruebas técnicas, lo que permitió tomar decisiones correctivas oportunas.

3.9 Soluciones implementadas o aportes personales

Como aporte profesional, se participó activamente en:

- La implementación del enlace de fibra óptica dedicado.
- La optimización de la infraestructura de red.
- La documentación de configuraciones y procedimientos.
- La validación técnica del servicio implementado.

3.10 Competencias desarrolladas

Durante la experiencia se fortalecieron las siguientes competencias:

- **Pensamiento crítico:** Análisis de problemas de conectividad y evaluación de soluciones.
- **Resolución de problemas tecnológicos:** Identificación y solución de incidencias de red.
- **Comunicación técnica:** Coordinación con proveedores y usuarios.
- **Trabajo en equipo:** Colaboración con áreas técnicas y administrativas.
- **Gestión del tiempo:** Cumplimiento de cronogramas del proyecto.
- **Autonomía profesional:** Ejecución de tareas técnicas con responsabilidad.

3.11 Reflexión personal sobre la experiencia

La experiencia profesional permitió aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica en Ingeniería de Sistemas Computacionales, especialmente en redes, infraestructura y gestión de servicios de TI. Asimismo, fortaleció habilidades técnicas y blandas fundamentales para el desempeño profesional, consolidando un perfil orientado a la solución de problemas tecnológicos y a la mejora continua de los sistemas de información.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la solución implementada

Se implementó una solución de conectividad basada en un enlace de fibra óptica con servicio de Internet Dedicado utilizando tecnología MPLS, con el objetivo de mejorar el rendimiento, la estabilidad y la disponibilidad de la red de la empresa INNOVATION INFORMATIC SOLUTIONS E.I.R.L.

La solución incluyó la instalación física del enlace óptico, la habilitación del servicio dedicado por parte del proveedor de telecomunicaciones y la validación técnica del servicio, asegurando que la infraestructura cumpla con los requerimientos operativos de una empresa del sector tecnológico.

4.2 Escenario inicial (línea base)

Antes de la implementación del proyecto, la empresa utilizaba conexiones de internet de tipo residencial, las cuales no estaban diseñadas para soportar operaciones tecnológicas críticas. Esta situación generaba constantes interrupciones del servicio, alta latencia, pérdida de paquetes y limitaciones de ancho de banda compartido.

Estas deficiencias afectaban directamente el funcionamiento de los sistemas de facturación electrónica, inventarios, finanzas y comercio electrónico, así como la productividad del personal del área de TI y desarrollo.

4.3 Resultados técnicos obtenidos

4.3.1 Disponibilidad y estabilidad del servicio

Con la puesta en operación del enlace óptico dedicado, se obtuvo una **alta disponibilidad del servicio**, alineada a los acuerdos de nivel de servicio (SLA) establecidos con el proveedor. El monitoreo continuo evidenció una reducción significativa de caídas del servicio y microcortes, garantizando la operación ininterrumpida de los sistemas empresariales.

4.3.2 Mejora en el rendimiento de la red

Los resultados técnicos posteriores a la implementación mostraron mejoras significativas en el rendimiento de la red, tales como:

- Reducción de la latencia en el acceso a sistemas internos y plataformas en la nube.
- Incremento del ancho de banda efectivo y garantizado.
- Disminución de la pérdida de paquetes durante la transmisión de datos.

Estas mejoras impactaron positivamente en el desempeño general de las aplicaciones empresariales.

Las especificaciones técnicas del enlace óptico y de los dispositivos utilizados se presentan en el Anexo A y Anexo C.

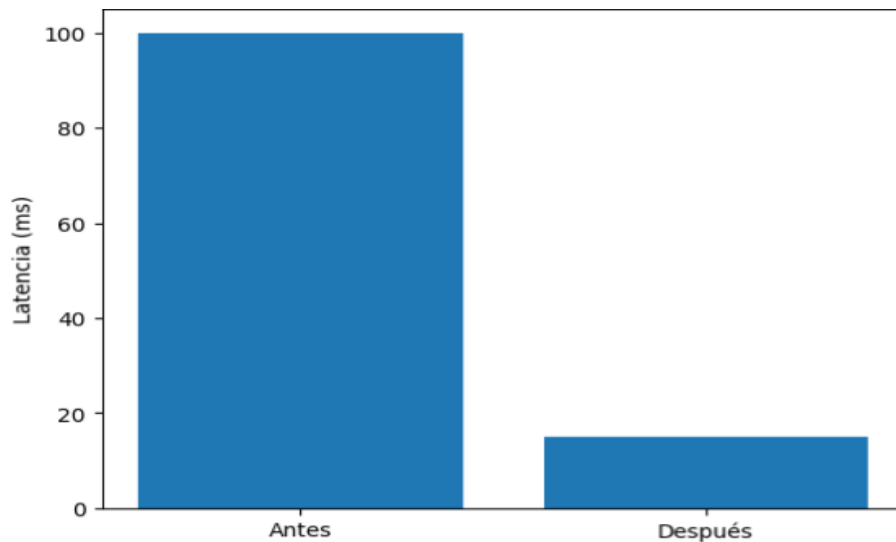


Figura 1. Comparación de latencia promedio

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1 se evidencia una reducción considerable de la latencia promedio de la red tras la implementación del enlace óptico dedicado. Antes del proyecto, la latencia era elevada y variable debido al uso de internet residencial; posteriormente, se obtuvo una latencia baja y estable, mejorando el desempeño de los sistemas internos y el acceso a servicios en la nube.

4.4 Evidencia de funcionamiento

Para validar el correcto funcionamiento del enlace de fibra óptica con servicio de Internet Dedicado, se realizaron diversas pruebas técnicas orientadas a verificar la estabilidad, disponibilidad y desempeño de la conectividad implementada.

Se ejecutaron pruebas de latencia y conectividad hacia servicios externos e internos, evidenciando tiempos de respuesta estables y ausencia de pérdida significativa de paquetes. Asimismo, se verificó el estado operativo del enlace, confirmando la disponibilidad continua del servicio durante el horario laboral.

Adicionalmente, se realizaron pruebas de transferencia de datos para evaluar el ancho de banda efectivo, observándose un comportamiento acorde a las características

del servicio contratado.

Los resultados obtenidos permitieron confirmar que el enlace implementado cumple con los parámetros técnicos establecidos, garantizando una conectividad adecuada para la operación de los sistemas críticos de la empresa. Las características de la fibra óptica, los cables utilizados, los transceivers y el tendido interno se detallan en los Anexos A, B, C y D.



Figura 2. Prueba de ancho de banda

Fuente: Elaboración propia.

```
C:\Users\aniquen>ping 8.8.8.8 -t
Haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=36ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=32ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=37ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=36ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=32ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=34ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=32ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=33ms TTL=114
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=35ms TTL=114
```

Figura 3. Prueba de icmp

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Indicadores y métricas obtenidas

Tabla 1

Comparación del desempeño de la conectividad antes y después de la implementación

Indicador	Antes (Internet residencial)	Después (Internet dedicado MPLS)
Disponibilidad	Baja e inestable	Alta (>99.9 %)
Latencia	Alta y variable	Baja y constante
Ancho de banda	Compartido	Dedicado y garantizado
Interrupciones	Frecuentes	Mínimas
Soporte técnico	Básico	Especializado (NOC 24/7)

Fuente: Elaboración propia.

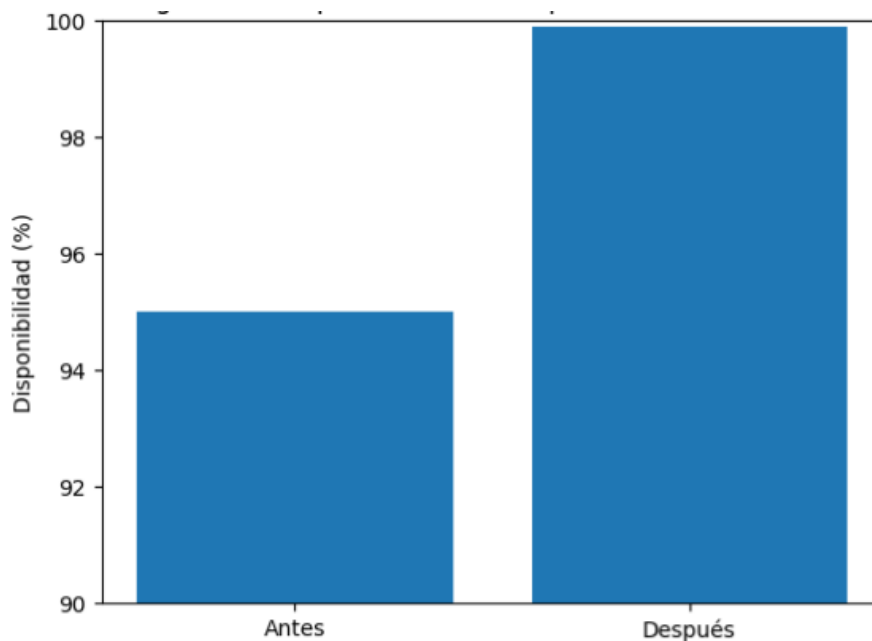


Figura 4. Disponibilidad de la conectividad

Fuente: Elaboración propia.

4.6 Validación del funcionamiento con el área de TI

La solución fue validada con los usuarios internos y el área de TI, quienes reportaron:

- Mayor estabilidad en el acceso a los sistemas.
- Reducción de tiempos de espera.
- Disminución de incidencias relacionadas con la conectividad.
- Mejora en la experiencia de uso de las plataformas internas.

No se reportaron observaciones críticas tras la puesta en producción.

4.7 Impacto generado

La implementación del enlace óptico dedicado generó:

- Mejora en la continuidad operativa.
- Incremento de la productividad del personal.
- Reducción de riesgos tecnológicos.
- Base sólida para el crecimiento y escalabilidad de la empresa.
- Mayor confiabilidad en los sistemas críticos.

4.8 Limitaciones encontradas

Durante el proyecto se identificaron las siguientes limitaciones:

- Dependencia del proveedor para tiempos de instalación.
- Restricciones de tiempo para implementar enlaces de respaldo.
- No se incluyeron configuraciones avanzadas de seguridad en esta etapa.

Estas limitaciones no afectaron el cumplimiento del objetivo principal del proyecto.

4.9 Relación de los resultados con los objetivos

Los resultados obtenidos responden directamente a los objetivos planteados:

- El enlace de fibra óptica fue implementado exitosamente.
- Se logró una conectividad estable y de alto desempeño.
- La infraestructura fue optimizada conforme a las necesidades operativas actuales.

Se comprobó que la solución implementada fue adecuada para resolver la problemática inicial.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

5.1.1 Resumen del problema y la solución

Se concluye que la empresa **INNOVATION INFORMATIC SOLUTIONS E.I.R.L.** presentaba una problemática crítica en su infraestructura de conectividad, originada por el uso de servicios de internet residencial que no garantizaban niveles adecuados de disponibilidad, estabilidad y rendimiento. Antes de la intervención, la conectividad presentaba interrupciones frecuentes y un desempeño inconsistente que afectaba directamente la operación de los sistemas empresariales.

La solución implementada, basada en la instalación de un enlace de fibra óptica con servicio de Internet Dedicado y tecnología MPLS, permitió modernizar la infraestructura de comunicaciones y resolver de manera efectiva dicha problemática, proporcionando una conectividad empresarial acorde a las necesidades operativas de la organización.

5.1.2 Cumplimiento de los objetivos

Se concluye que el objetivo general del proyecto fue cumplido, al lograrse el fortalecimiento de la infraestructura de comunicaciones mediante la implementación de un enlace dedicado que proporciona conectividad estable, alto desempeño y continuidad operativa.

Asimismo, los objetivos específicos fueron alcanzados, evidenciándose en la instalación exitosa del enlace de fibra óptica, la puesta en operación del servicio de Internet Dedicado y la optimización de la conectividad conforme a los requerimientos técnicos y operativos de la organización, tal como se demuestra en los resultados obtenidos.

5.1.3 Principales resultados logrados

Entre los principales resultados logrados se identificaron mejoras cuantificables en el desempeño de la red:

- La **disponibilidad del servicio** pasó de un escenario inestable con cortes frecuentes a una disponibilidad superior al **99.9 %**, reduciendo prácticamente a cero las interrupciones durante el horario laboral.
- La **latencia promedio** se redujo aproximadamente de **80–100 ms** a valores cercanos a **10–15 ms**, lo que permitió una respuesta más rápida de los sistemas internos y servicios

en la nube.

- La **pérdida de paquetes** disminuyó de valores variables cercanos al **3 %** a niveles inferiores al **0.1 %**, mejorando la confiabilidad de las comunicaciones.
- El **ancho de banda efectivo** dejó de ser compartido y variable para convertirse en un recurso dedicado y garantizado, optimizando el rendimiento de las aplicaciones empresariales.

Estas mejoras impactaron positivamente en los sistemas de facturación electrónica, inventarios, finanzas y comercio electrónico, así como en la productividad del personal del área de TI.

5.1.4 Lecciones técnicas aprendidas

Desde el punto de vista técnico, se concluye que la adopción de tecnologías como fibra óptica y MPLS resulta altamente efectiva para organizaciones que requieren calidad de servicio, baja latencia y alta disponibilidad.

Durante la ejecución del proyecto se identificaron desafíos relacionados con la coordinación de tiempos de instalación y la dependencia del proveedor de telecomunicaciones; sin embargo, estas dificultades fueron superadas mediante una planificación adecuada, seguimiento del cronograma y la ejecución de pruebas técnicas de conectividad, latencia y estabilidad antes de la puesta en producción.

5.1.5 Aporte profesional

Se concluye que el proyecto aportó valor directo a la organización al proporcionar una infraestructura de conectividad más robusta, confiable y escalable, reduciendo riesgos operativos y mejorando la continuidad de los procesos críticos.

A nivel profesional, la experiencia fortaleció competencias en gestión y coordinación de implementaciones tecnológicas, análisis de indicadores de desempeño de red y validación técnica de servicios de telecomunicaciones, consolidando el rol del ingeniero de sistemas como gestor de proyectos de infraestructura tecnológica.

5.2 Recomendaciones

5.2.1 Continuidad del sistema

Se recomienda asegurar la continuidad de la solución implementada mediante el monitoreo permanente del enlace de Internet Dedicado, utilizando indicadores técnicos como disponibilidad, latencia, pérdida de paquetes y ancho de banda efectivo.

Se sugiere realizar evaluaciones mensuales del desempeño del enlace, verificando que la disponibilidad se mantenga por encima del 99.9 %, conforme a los acuerdos de nivel de servicio establecidos con el proveedor.

5.2.2 Mantenimiento y soporte

Se recomienda establecer políticas formales de mantenimiento y soporte de la infraestructura de red, que incluyan:

- Respaldo periódico de configuraciones de equipos de red.
- Procedimientos documentados de recuperación ante fallas.
- Revisión y actualización semestral de la documentación técnica.

Estas acciones permitirán reducir los tiempos de respuesta ante incidencias y facilitar futuras ampliaciones o auditorías técnicas de la infraestructura.

5.2.3 Seguridad y buenas prácticas

Se recomienda fortalecer las prácticas de seguridad de la infraestructura de red mediante la aplicación de controles de acceso a los dispositivos de red, autenticación segura para tareas administrativas y monitoreo continuo de logs y eventos.

Asimismo, se sugiere realizar auditorías técnicas periódicas alineadas a estándares como ISO/IEC 27001, con el fin de identificar vulnerabilidades, prevenir accesos no autorizados y garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información transmitida.

5.2.4 Capacitación

Se recomienda brindar capacitación técnica básica al personal del área de TI sobre la operación, monitoreo y gestión del enlace de Internet Dedicado, incluyendo interpretación de métricas de desempeño, atención de incidencias y uso de herramientas de monitoreo.

Adicionalmente, se sugiere elaborar manuales y guías técnicas internas que permitan estandarizar procedimientos y reducir la dependencia de conocimientos individuales.

5.2.5 Escalabilidad y evolución tecnológica

Se recomienda evaluar a mediano plazo la implementación de enlaces de respaldo o esquemas de redundancia, que permitan incrementar la disponibilidad del servicio y mitigar el impacto ante posibles fallas del proveedor principal.

Asimismo, se sugiere analizar la integración de la infraestructura actual con soluciones cloud y arquitecturas más robustas que acompañen el crecimiento tecnológico de la empresa y el aumento de la demanda de sus servicios digitales.

5.2.6 Evaluación continua

Se recomienda establecer un proceso de evaluación continua del desempeño de la infraestructura de conectividad, mediante la medición periódica de indicadores técnicos y la recopilación de retroalimentación de los usuarios internos.

Este proceso permitirá identificar oportunidades de mejora, anticipar problemas de rendimiento y asegurar que la infraestructura tecnológica permanezca alineada con los objetivos estratégicos y operativos de la organización.

REFERENCIAS

- Alarcón, R. (2008). *Multiprotocol Label Switching (MPLS) y su aplicación en redes IP*.
- Ardelia, R., Adian, M., & Adnan, H. (2019). *Network security implementation using TACACS+ authentication*.
- Ariganello, E., & Enrique, J. (2013). *Routing y switching en redes de datos*.
- Balakrishnan, H. (2014). *Computer networking: Performance and quality of service*.
- Briceño Márquez, J. (2005). *Transmisión de datos*. McGraw-Hill.
- Cisco. (s. f.). *What is BGP (Border Gateway Protocol)*.
- Comunidad FS. (2021). *Arquitectura de redes MPLS y componentes de fibra óptica*.
- Huawei. (2024). *SNMP network management fundamentals*.
- ISO/IEC. (2015). *ISO/IEC 27033-1: Information technology — Security techniques — Network security — Part 1: Overview and concepts*.
- ISO/IEC. (2013). *ISO/IEC 27001: Information security management systems — Requirements*.
- Keline, J. (2018). *Structured cabling standards: ISO/IEC 11801 explained*.
- Kim, D. (2016). *Network access control using ACLs*.
- Leoni-Kerpen. (s. f.). *Environmental classification MICE according to ISO/IEC 24702*.
- Luis, A. (2022). *Tipos de fibra óptica: Fibra monomodo*.
- PMI. (2022). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (7th ed.)*. Project Management Institute. <https://www.pmi.org/pmbok-guide>
- Prieto Zapardiel, J. (2014). *Diseño de una red de acceso*.
- Rouse, M. (2012). *Virtual routing and forwarding (VRF)*.
- RFC 1492. (1993). *An access control protocol, sometimes called TACACS*.
- WIN Empresas. (s. f.). *Fibra óptica: Qué es, para qué sirve y ventajas*.

ANEXOS

ANEXO A.

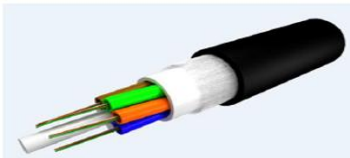
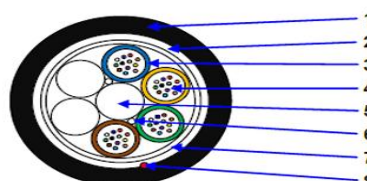
Características de la fibra óptica

Category	Description	Specifications	
		Before cabling	After cabling
Optical Specifications	Attenuation @1310 nm	≤0.34 dB/km	≤0.36 dB/km
	Attenuation @1550 nm	≤0.20 dB/km	≤0.22 dB/km
	Zero Dispersion Wavelength	1300~1324 nm	
	Zero Dispersion Slope	≤0.092 ps/nm ² ·km	
	PMD (Polarization Mode Dispersion)	≤0.2 ps/√km	
	Cable Cutoff Wavelength (λ_{cc})	≤1260 nm	
	Macro bending Loss (100 turns; Φ 50 mm) @1550 nm	≤ 0.05 dB	
	(100 turns; Φ 50 mm) @1625 nm	≤ 0.10 dB	
Mode Field Diameter @1310 nm	9.2±0.4 μ m		
Dimensional Specifications	Cladding Diameter	125 ±1 μ m	
	Core/clad concentricity error	≤0.6 μ m	
	Cladding Non-Circularity	≤1.0%	
Mechanical Specifications	Proof stress	≥0.69Gpa	

Fuente: <http://www.fibermax.pe/drop-cable-de-interiores-tipo-mariposa/>

ANEXO B.

Características de los cables

Picture is only for reference

Technical Characteristics

- The unique extruding technology provides the fibers in the tube with good flexibility and bending endurance
- The unique fiber excess length control method provides the cable with excellent mechanical and environmental properties
- Multiple water blocking material filling provides dual water blocking function
- Provide good tension performance

Construction:

1. Outer sheath (MDPE)
2. Glass yarns
3. Loose tube
4. Fiber and jelly
5. Central strength member (FRP)
6. Water blocking yarns
7. Water blocking tape
8. Rip cord

Fuente: https://es.123rf.com/photo_36529915_cable-de-fibra-%C3%B3ptica-camino-de-recortes-incluido-.html

ANEXO C.

Transceiver



- SFP Multi-Source Agreement compliant
- 125Mbps IEEE 802.3u 100BASE-FX compliant
- 125Mbps FDDI ISO / IEC 9314-1 compliant
- Serial ID functionality support
- AC-coupled differential inputs and outputs
- Class 1 laser safety standard IEC 825 compliant
- 2km link on a multimode fiber and 20km to 120km on a single mode fiber
- Low power dissipation
- 0 to 60 degrees C operating temperature for MFB-FX / MFB-F20 / MFB-F40 / MFB-F60 / MFB-F120 / MFB-FA20 / MFB-FB20
- -40 to 75 degrees C operating temperature for MFB-TFX / MFB-TF20 / MFB-TFA20 & MFB-TFB20 / MFB-TFA40 & MFB-TFB40

The MFB family consists of Small Form Factor Pluggable (SFP) transceiver modules that are specifically designed for high performance integrated duplex data link over single mode optical fiber. These transceiver modules are compliant with the SFP Multisource Agreement (MSA) and hot pluggable. These modules offer an easy way to be installed in SFP MSA compliant ports at any time without the interruption of the host equipment operation.

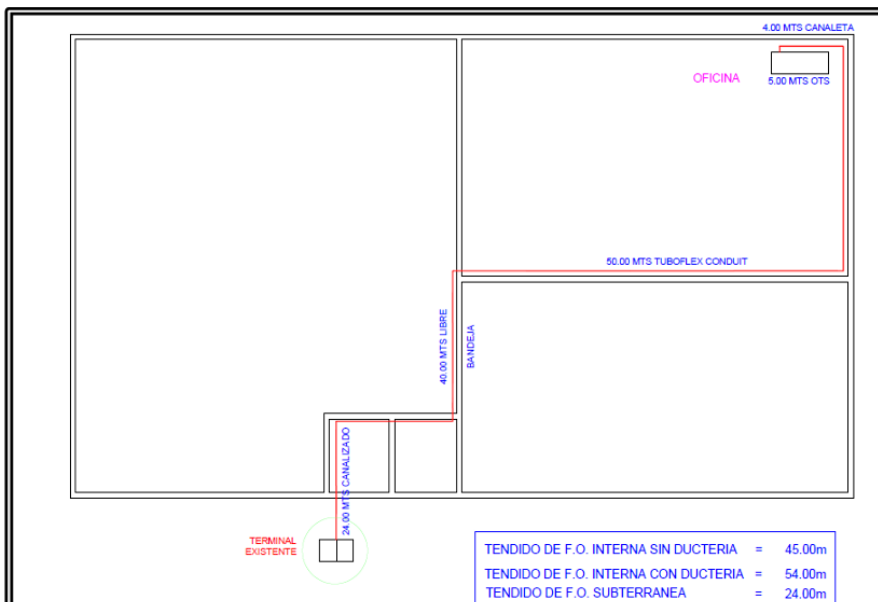
The MFB SFP transceivers using a long wavelength (1310nm) FP LD enable data transmission up to 2km on a multimode optical fiber and up to 120km on a single mode optical fiber.

To meet the increasing demand of Industrial Ethernet fiber solution, Planet has released the MFB-T 100BASE-FX transceiver series that can operate reliably in electrically harsh, climatically demanding, and wide temperature range (-40°C to 75°C) environment. The MFB-T 100BASE-FX transceiver series provides easy and fast 100BASE -FX connection for Planet wide temperature industrial equipment.

Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/hp-x130-10g-sfp-lc-lr-transceiver-10905323397.html>

ANEXO D.

Tendido interno



Fuente: Elaboración propia