

NOMBRE DEL TRABAJO

**IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA RED FTTO PARA OFRECER SERVICIO DE INFOINTERNET E IP-VPN PARA LA E**

AUTOR

**OSCAR DANIEL CURO LIMAYMANTA**

RECUENTO DE PALABRAS

**9877 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**51464 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**68 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**11.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Mar 1, 2024 12:36 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Mar 1, 2024 12:37 PM GMT-5**

### ● 20% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 20% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN  
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS  
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)**

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

**TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

- 1). TESIS ( ) 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

**DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres: <a href="#">Curo Limaymanta Oscar Daniel</a>
D.N.I.: <a href="#">48312181</a>
Otro Documento:
Nacionalidad: <a href="#">Peruana</a>
Teléfono: <a href="#">921880489</a>
e-mail: <a href="mailto:danielcuro201394@gmail.com">danielcuro201394@gmail.com</a>

**DATOS ACADÉMICOS**

**Pregrado**

Facultad: <a href="#">Facultad de Ingeniería y Gestión</a>
Programa Académico: <a href="#">Trabajo de suficiencia profesional</a>
Título Profesional otorgado: <a href="#">Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones</a>

**Postgrado**

Universidad de Procedencia:
País:
Grado Académico otorgado:

**Datos de trabajo de investigación**

Título: <a href="#">“Implementación y validación de una red FTTO para ofrecer servicio de infointernet e IP-VPN para la empresa Food Retail del distrito de Surco, 2023”</a>
Fecha de Sustentación: <a href="#">16 de diciembre 2023</a>
Calificación: <a href="#">Aprobado</a>
Año de Publicación: <a href="#">2024</a>

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo \_\_\_\_\_ No autorizo  X

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	<b>info:eu-repo/semantics/openAccess</b> (Para documentos en acceso abierto)	( )

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	<b>info:eu-repo/semantics/restrictedAccess</b> (Para documentos restringidos)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/embargoedAccess</b> (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/closedAccess</b> (para documentos confidenciales)	( X )

(\*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

[Info:eu-repo/semantics/closed Access \(para documentos confidenciales\)](#)

---

Motivos de la elección del acceso restringido:

[En la configuración de la red de la empresa Food retail, se muestra información privada la cual quiero proteger como: la clave de administrador, dirección IP gestión de la empresa,](#)

---

[código de salida del almacén de los equipos implementados en la empresa, IP pública asignada a la empresa y los costos de implementación.](#)

---

[Curo Limaymanta Oscar Daniel](#)

---

APELLIDOS Y NOMBRES

[48312181](#)

---

DNI

Firma y huella:



Lima, 4 de Marzo del 20 24

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y**  
**TELECOMUNICACIONES**



**“IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA RED FTTO PARA  
OFRECER SERVICIO DE INFOINTERNET E IP-VPN PARA LA EMPRESA  
FOOD RETAIL DEL DISTRITO DE SURCO, 2023”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**CURO LIMAYMANTA, OSCAR DANIEL**

ORCID: 0009-0004-5823-697X

**ASESOR**

**QUISPE AGUILAR, MAX FREDI**

ORCID: 0000-0002-4199-0974

**Villa El Salvador**

**2023**



VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional  
Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

En Villa El Salvador, siendo las 18:15 horas del día 16 de diciembre de 2023, se reunieron en las instalaciones de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	:	DR. MARK DONNY CLEMENTE ARENAS	CIP N° 181400
Secretario	:	MG. LUDWIG PASCUAL LÓPEZ HUAMAN	CIP N° 310375
Vocal	:	MG. MARTHA ROXANA QUISPE AYALA	CIP N° 124612

Designados con Resolución de Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión N° 984-2023-UNTELS-R-D de fecha 13 de diciembre del 2023.

Se da inició al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones**, bajo la modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional (Resolución de Consejo Universitario N° 065-2023-UNTELS-CU de fecha 08 de agosto del 2023), en la cual se APRUEBA el "Reglamento, Directiva, Cronograma y Presupuesto del VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur"; siendo que el Art. 4º del precitado Reglamento establece que: "La Modalidad de Titulación prevista consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Trabajo de Suficiencia Profesional que dé cuenta de la experiencia profesional y además permita demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. Quienes participen en esta modalidad no podrán tramitar simultáneamente otras modalidades de titulación. Además, los participantes inscritos en esta modalidad, deberán acreditar un mínimo de dos (02) años de experiencia laboral, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 174-2019- SUNEDU/CD y al anexo 1 sobre Glosario de Términos en el punto veinte (20)...", en el cual;

El Bachiller **OSCAR DANIEL CURO LIMAYMANTA**

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: **IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE UNA RED FTTO PARA OFRECER SERVICIO DE INFOINTERNET E IP-VPN PARA LA EMPRESA FOOD RETAIL DEL DISTRITO DE SURCO, 2023**

Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición APROBADO Equivalencia REGULAR de acuerdo al Art. 65º del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS vigente.

Siendo las 19:00 horas del día 16 de diciembre de 2023 se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente acta los miembros del Jurado.

**PRESIDENTE**  
DR. MARK DONNY CLEMENTE ARENAS  
CIP N° 181400

**SECRETARIO**  
MG. LUDWIG PASCUAL LÓPEZ HUAMAN  
CIP N° 310375

**VOCAL**  
MG. MARTHA ROXANA QUISPE AYALA  
CIP N° 124612

Nota: Art. 14º. - La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del presidente del jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia de dos o más miembros del jurado, la sustentación será reprogramada durante los 05 días siguientes.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mi papá Oscar Curo, que ahora Dios tenga en su gloria y a mi mamá Estela Limaymanta por sus consejos y apoyo incondicional, a mis hermanas Mayra y Luana por comprenderme y ayudarme en mis metas.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la oportunidad, tener una familia unida y darme fortaleza en cada reto.

A mi alma mater, UNTELS por la excelente educación.

Mi profundo agradecimiento a mi asesor Quispe Aguilar Max Fredi por su apoyo y confianza en este trabajo.

A mis 3 revisores por llevar a la excelencia mi trabajo de suficiencia profesional.

## Índice

RESUMEN .....	IX
INTRODUCCIÓN .....	X
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Contexto .....	1
1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo.....	2
1.2.1. Delimitación temporal del trabajo .....	2
1.2.2. Delimitación espacial del trabajo .....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo General .....	2
1.3.2. Objetivo Especifico .....	2
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes .....	3
2.1.1. Antecedentes Nacionales .....	3
2.1.2. Antecedentes Internacionales .....	5
2.2. Bases teóricas .....	7
2.2.1. Fibra Óptica .....	7
2.2.2. Funcionamiento de la fibra óptica .....	7
2.2.3. Ventajas de la fibra óptica .....	8
2.2.4. Desventajas de la fibra óptica.....	8
2.2.5. Fibra Multimodo .....	9
2.2.6. Potencia óptica .....	10
2.2.7. Atenuación de la fibra óptica .....	10
2.2.8. Fibra hasta la oficina (FTTO).....	11
2.2.9. Equipos de redes para comunicación de datos .....	11
2.2.10. Módem.....	11

2.2.11. Host .....	11
2.2.12. Switch .....	11
2.2.13. Router .....	12
2.2.14. Internet .....	12
2.2.15. Red WAN.....	12
2.2.16. Red LAN .....	13
2.2.17. VLAN .....	13
2.2.18. Tipos de VLAN.....	14
2.2.19. IP-VPN.....	15
2.3. Definición de términos básicos .....	16
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL .....</b>	<b>18</b>
3.1. Determinación y análisis del problema .....	18
3.2. Modelo de solución propuesto .....	19
3.2.1 Análisis de red la empresa Food Retail .....	21
3.2.2 Implementación del tendido cableado de fibra óptica .....	22
3.2.3 Implementación del servicio .....	28
3.3 Resultados .....	40
3.3.1 Medición de transmisión de potencia en la empresa Food retail .....	42
3.3.2 Medición de recepción en el nodo de Higuera.....	43
3.3.3 Pruebas de conectividad a internet.....	45
3.3.4 Costos en la elaboración del proyecto.....	46
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>54</b>
Anexo 1. Diagrama de GANTT .....	54
Anexo 2. Conexiones de internet con fibra óptica por cada operadora a nivel nacional .....	54

Anexo 3. Características físicas Datacom DM 2100 .....	55
Anexo 4. Especificaciones técnicas Datacom DM2100 .....	56
Anexo 5. Características físicas del router Cisco 2811 .....	57
Anexo 6. Parámetros de transmisión y recepción óptica .....	58

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Transmisión de luz .....	7
Figura 2. Fibra multimodo .....	9
Figura 3. Interconexión de la red LAN mediante red WAN .....	13
Figura 4. Tres VLAN dentro de una misma red física .....	14
Figura 5. Número de conexiones de internet fijo con fibra óptica .....	18
Figura 6. Esquema funcional del proyecto .....	20
Figura 7. Diseño de la red de fibra óptica .....	21
Figura 8. Medidas de seguridad en el área de trabajo .....	23
Figura 9. Primer tramo del recorrido de la fibra óptica .....	24
Figura 10. Segundo tramo del recorrido de la fibra óptica .....	25
Figura 11. Tercer tramo del recorrido de la fibra óptica .....	26
Figura 12. La fibra óptica termina el recorrido hacia la roseta óptica .....	26
Figura 13. Conexión de fibra al puerto óptico de Datacom .....	27
Figura 14. Conexión entre el Datacom y router cisco 2811 .....	28
Figura 15. Designación de un nombre al modem.....	29
Figura 16. Establecer dos usuarios con contraseña .....	29
Figura 17. Asignación de puertos a cada VLAN .....	30
Figura 18. IP de la VLAN 2040 .....	30
Figura 19. Descripción de la interface y la designación de la velocidad .....	31
Figura 20. Tipo de VLAN configurada .....	31
Figura 21. IP del default Gateway .....	32
Figura 22. Mostrar el número de registro .....	32
Figura 23. Verifica el número de registro .....	33
Figura 24. Designa un nombre al router cisco .....	33
Figura 25. Gestión de telnet Y SSH de telefónica .....	34
Figura 26. IP interface LAN .....	35
Figura 27. Configuración del protocolo BGP .....	36

Figura 28. Mostrar el número de registro .....	37
Figura 29. Verificación del número de registro.....	37
Figura 30. Nombre al router cisco .....	38
Figura 31. Gestión Telnet y SSH de telefónica .....	38
Figura 32. Configuración del protocolo BGP .....	39
Figura 33. Conexión hacia al nodo de Higuereeta desde el equipo Datacom.....	40
Figura 34. Medida de transmisión del equipo Datacom .....	43
Figura 35. Medida de recepción de potencia de atenuación.....	44
Figura 36. Conexión a internet desde el equipo Datacom .....	45
Figura 37. Medidas del consumo de internet .....	46

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre valores teóricos y medidos.....	41
Tabla 2. Parámetros de transmisión óptica.....	42
Tabla 3. Parámetros de recepción óptica.....	44
Tabla 4. Costo de implementación.....	47

## RESUMEN

El trabajo profesional tuvo lugar en la empresa Food retail. El trabajo realizado fue en implementar una red FTTO dentro de la empresa, para luego instalar los equipos de red en el gabinete, finalmente poder configurar los servicios de internet e IP-VPN.

La empresa Food retail contaba con problemas de atenuación, ocasionando una baja eficiencia en el funcionamiento de los equipos de red y problemas de conectividad para que la empresa pueda ofrecer sus servicios a los clientes a través de internet. Adicionalmente los equipos de red de la empresa tenían pérdidas de paquetes ocasionando una baja eficiencia en ofrecer sus servicios.

Debido a esta problemática, se optó por instalar la fibra tipo Drop de manera subterránea y tener cuidado de no doblar al momento de tender el cable de fibra óptica tipo Drop. Además, se instaló y configuro dos equipos de red de buen soporte, confiabilidad y escalabilidad como son los router de marca Cisco.

Toda esta solución se da a través de tres procedimientos fundamentales como análisis del diseño de red, tendido del cableado de fibra óptica e implementación del servicio de internet e IP-VPN como se detalla en el segmento 3.2 del presente trabajo.

Luego de implementar el servicio, los resultados fueron favorables para la empresa Food retail debido a las medidas de la potencia y sensibilidad mínima está dentro del rango aceptable mostradas en la tabla 1 y tabla 2, además de no obtener perdidas de paquetes y adquirir un mayor ancho de banda a lo configurado, logrando un servicio de internet más óptimo, colaborando así en ayudar a lograr los objetivos de acuerdo con la visión y misión de la empresa Food retail.

## INTRODUCCIÓN

Según a las estadísticas actuales del organismo supervisor de inversión privada en telecomunicaciones OSIPTEL que data desde el marzo 2022 hasta el marzo 2023, sobre el servicio de internet con fibra óptica a nivel nacional por cada operadora que opera en el Perú, la empresa Telefónica ocupa el primer lugar con un 36.75% con respecto a otras operadoras como se muestra en la gráfica que se encuentra en el anexo 2.

Es debido a estos datos estadísticos el trabajo de suficiencia profesional propone brindar soluciones problemas de conectividad como alta atenuación en la medida de potencia, además de tener pérdida de paquetes.

La primera solución fue implementar el tendido de fibra óptica con mucho cuidado para no quebrar la fibra óptica.

Segunda solución fue implementar en la red WAN y LAN, dos equipos principales, es un router Cisco donde se configura el servicio de internet, así como el otro router Cisco, donde se configura el servicio de IP-VPN. Los dos equipos son de la marca Cisco, son reconocidas a nivel mundial por el buen soporte y confiabilidad en el servicio de internet en la empresa Food retail en la sede de Surco.

La implementación de la fibra óptica y los equipos Cisco, mejorara la conectividad del servicio en la red interna y el servicio de internet en beneficio para la empresa Food retail.

## CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

### 1.1. Contexto

El trabajo profesional se realizó la implementación y validación de una red FTTO para ofrecer servicio de infointernet e IP-VPN para la empresa Food Retail en el distrito de Surco.

La empresa Food Retail fue fundada el 1 de setiembre 1993 por Carlos Rodríguez Pastor bajo el nombre de supermercados santa Isabel Perú. El 11 de diciembre del 2003 paso a ser la propiedad del grupo de empresas asociadas a Intercorp. En el año 2004, cambia el nombre legal a supermercados peruanos S.A. En el año 2012 ocurre una transferencia de acciones de supermercados peruanos a la empresa Intercorp retail.

Intercorp retail agrupa a Food retail que contiene a los siguientes supermercados Plaza vea, Vivanda, tienda Mas y Makro.

La misión de la empresa es ser la mejor tienda, con productos de alta calidad y tener los costes más bajos del mercado, aumentando así la calidad de vida de sus consumidores, personal y proveedores.

La visión de la corporación es mantener el liderazgo de sus empresas en el mercado, además de ser reconocidos como los líderes en ventas corporativos del país.

La cadena de supermercados Food retail solicito a la empresa telefónica dos servicios infointernet e IP-VPN configurados en dos routers de la marca Cisco. Aumentó su ancho de banda ya que ofrecía un nuevo servicio de licores internacionales en un área nueva en el distrito de Surco.

## **1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo**

### **1.2.1. Delimitación temporal del trabajo**

El trabajo profesional abarca un periodo aproximado de dos meses, desde el periodo de junio a agosto del 2023. El cronograma se puede observar en el anexo 1.

### **1.2.2. Delimitación espacial del trabajo**

El trabajo profesional se llevó a cabo en la sede Santiago de Surco de Food retail S.A.C. En el gabinete de equipos. Además, en el nodo Higuiereta av. Aviación 4970 Santiago de Surco, Lima-Perú.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Implementar una red FTTO desde el nodo de higuiereta hacia la empresa Food Retail para ofrecer el servicio de internet corporativo.

### **1.3.2. Objetivo Especifico**

- Analizar el diseño de la red fibra óptica dentro de la empresa Food Retail.
- Implementar la configuración de dos servicios de internet e IP-VPN en los equipos para la red de la empresa Food Retail.
- Validar los servicios de internet e IP-VPN en la empresa Food Retail por medio del ancho de banda y potencia.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

(Abramonte Bonifacio, 2021) en el trabajo profesional “Análisis e implementación de una red FTTO para brindar servicios de RPV full mesh acceso 35 MBPS e internet corporativo 30 MBPS a la empresa Mitsui auto finance Perú S.A”.

En el trabajo profesional instalo dos servicios internet corporativo y red privada virtual en un menor rango de tiempo.

Analiza las herramientas para realizar la instalación e implementar procedimientos para mantener la red segura y evitar la pérdida de paquetes.

Según el autor tuvo éxito en la instalación realizando la prueba ping con la cual no obtiene paquetes perdidos.

En el trabajo citado se enfoca más en la implementación de la configuración de los equipos de red sin explicar el proceso del cableado de fibra óptica dentro de la empresa cliente que son tomados en cuenta en el presente trabajo. Además, no indica el grado de atenuación en dBm de los equipos de red y del nodo. El trabajo citado se parece al presente trabajo en que utilizan fibra óptica tipo Drop y router de marca Cisco dentro de la empresa cliente sin embargo en el presente trabajo se aportó las medidas de los niveles de potencia tanto de lado del nodo y de la empresa cliente.

(Torres Pino & Lama Terry, 2019) en su trabajo de tesis “Propuesta de mejora de los procesos de instalación y gestión de averías para los servicios de telefonía fija

e internet de telefónica del Perú S.A.A”.

En la tesis analiza las causas de las cancelaciones de los servicios de telefonía e internet de la compañía telefónica para desarrollar y evaluar un conjunto de soluciones.

Usa la metodología PDCA, disminuye las cancelaciones, detecta las causas de raíz e implementa medidas correctivas.

Los resultados favorables se estandarizan como solución, caso contrario inicia la retroalimentación de manera continua. La mejora de estos resultados se basa en las cancelaciones de telefonía fija después de la prueba piloto disminuyeron de 0.98% a 0.86% al mes. En el caso de las cancelaciones de internet disminuyó de 1.01% a 0.86% mensual.

En el trabajo citado hace un análisis más amplio en la parte de los procesos de instalación en el servicio de internet, agrega además el servicio de telefonía fija la cual en el presente trabajo no se implementa dicho servicio.

El trabajo citado aporta mayor detalle sobre aspectos de la empresa telefónica del Perú como historia, servicios ofrecidos, gestión de averías, calculo económico mensual percibidos por el servicio de internet y telefonía fija.

(*Agama Ramos, José Ricardo.pdf*, s. f.) en su trabajo de tesis “Centralización de las redes LAN utilizando tecnología IP-VPN MPLS a fin de estar interconectadas las empresas del grupo industrias San Miguel”.

Implementa una red IPVPN MPLS para relacionar gestionar de los equipos informáticos y de soporte en las empresas asociadas al grupo industrias San Miguel.

Usa la metodología Cisco, según el autor mejora la disponibilidad, estabilidad, seguridad y escalabilidad de las redes de datos en cada una de las sedes. Los resultados se enfocan en la eficiencia del consumo de recursos y la disponibilidad del servicio de internet en cada sede. El trabajo citado se parece al presente trabajo

en que abarca los mismos servicios como inforinternet e IP-VPN, además se parece en trabajar con la empresa telefónica del Perú. La diferencia del trabajo citado no analiza ningún diseño de fibra óptica la cual es uno de los objetivos específicos en el presente trabajo de suficiencia.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

Campo Josue (2019) en su trabajo de tesis “Diseño de red Arcotel utilizando el modelo de arquitectura empresarial jerárquica de Cisco”.

En la tesis mejora la administración de los datos y la conexión entre los usuarios que utilizan el modelo arquitectura Cisco. Son seis etapas preparación, planeación, diseño, implementación, operación, optimización para satisfacer las necesidades de la institución.

El autor utilizó el software PF SENSE redujo la cantidad de equipos activos y simplificó el uso de las funcionalidades de calidad de servicio.

El diseño de la red es económicamente viable, ya que obtuvo un valor de costo beneficio 14.098 dólares. Además, reduce la pérdida de paquetes en un 90%. El trabajo citado realiza un análisis de red, sin embargo, no se centra en el análisis diseño de una red fibra óptica a diferencia del presente trabajo. El trabajo citado implementa un ancho de banda por debajo de los 100Mbps y un 10% de pérdida de paquetes, en comparación del presente trabajo donde se tiene mayor cobertura y no obtiene pérdidas de paquetes.

Acarapi Marco (2019) en su trabajo de tesis “Diseño e implementación de la red de área local para unidades desconcentradas de ministerio de desarrollo rural y tierras en la ciudad de la paz”.

Esta implementación tiene como fin obtener una excelente comunicación con otras oficinas situadas en edificios colindantes. Usa las normas TIA/EIA 568-B3

componentes de cableados, fibra óptica. ANSI/TIA/EIA-569 normas de recorrido y espacios de telecomunicaciones en edificios comerciales. Obtuvo una ventaja de un ancho de banda de 1GB/S, la medición de la atenuación de transmisión y recepción fue -3 dB -20 dB respectivamente, además no hubo pérdidas de paquetes. En el trabajo citado se ejecuta el proceso de fusionado ocasionando mayor atenuación a diferencia del presente trabajo que no necesita de este proceso. El trabajo citado aporta al presente trabajo las normas ANSI/TIA/EIA para el tendido de la fibra óptica en el interior de la empresa cliente.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Fibra Óptica

La fibra óptica es una guía de onda dieléctrica, con una forma cilíndrica. La fibra óptica se compone por un núcleo de forma cilíndrica con un componente dieléctrico aboradado por otro componente dieléctrico, con un nivel de índice de refracción. (Boquera, 2005)

### 2.2.2. Funcionamiento de la fibra óptica

El fundamento de reflexión interna nos ayuda a comprender la funcionalidad de la fibra óptica. Si la fibra óptica fuera recta el rayo de luz penetra sin inclinación, saldrá igual por el otro extremo. Si el rayo de luz penetra de forma inclinada chocara en la pared, parte de la luz escapara a través de la misma y otra parte se reflejará y continuara su camino a lo largo de la fibra óptica como se logra apreciar en la Figura 1. Si la inclinación sea tal que nada escape y toda la luz se refleje. El ángulo de incidencia la cual se refleja toda la luz, se llama ángulo crítico y el fenómeno se llama reflexión total. (Bravo, 2009)

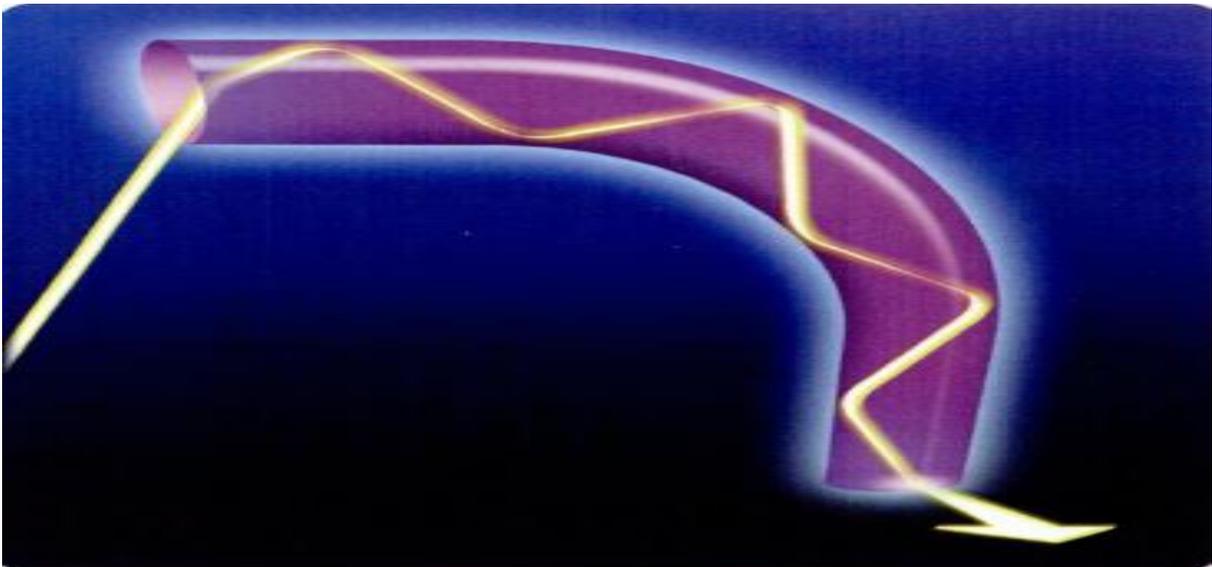


Figura 1. Transmisión de luz

Fuente: (Bravo, 2009).

### **2.2.3. Ventajas de la fibra óptica**

Se mencionan las principales ventajas que tiene la fibra óptica sobre las otras comunicaciones (Tomasi, 2003):

- El ancho de banda que alcanza la fibra óptica puede llegar hasta los 10GHz. Los modernos sistemas de fibra óptica son capaces de transportar muchos gigabits por segundo a lo largo de varios kilómetros, lo que permite transportar numerosos canales de datos y voz por separado a través de un único cable de fibra óptica.
- La fibra óptica no conduce la electricidad, por lo tanto, evita la inducción magnética ocasionando que no se genere diafonía entre cables cercanos.
- La fibra óptica no causa interferencia electromagnética ya que son inmunes al ruido de estática, esta ventaja se debe ya que las fibras no son conductores de electricidad. La fibra no irradia energía de radio frecuencia, no interfiere en otros sistemas de comunicaciones.
- El cable óptico es seguro y fácil de instalar. Los cables ópticos requieren un menor espacio de almacenamiento y son fáciles de trasladar.
- La fibra óptica tiene menor costo de instalación ya que tiene menos pérdidas y en consecuencia requiere de menos repetidoras.

### **2.2.4. Desventajas de la fibra óptica**

- El cable óptico requiere de instalaciones electrónicas, en consecuencia, requiere de interconexiones costosas.
- La fibra óptica tiene un peligro de quiebre bastante mayor, esto se perfecciona cubriendo la fibra con una cubierta protectora de PVC.
- La fibra óptica necesita de herramientas especiales para reparar la fibra y equipos especiales para realizar medidas. Es costoso reparar las fibras.

### 2.2.5. Fibra Multimodo

La fibra multimodo tiene un núcleo de 50 o 62,5 micras y por lo tanto los haces de luz pueden circular por más de un modo o diferentes trayectorias de luz en el núcleo como se muestra en la Figura 2.(Morales, 2015)

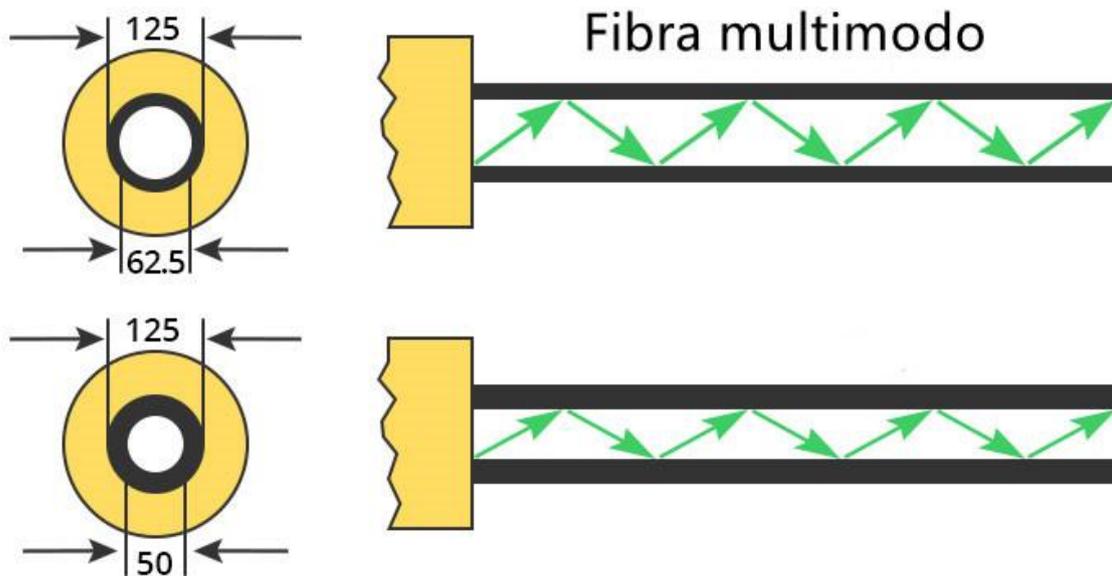


Figura 2. Fibra multimodo

Fuente:(*Definición, Tipos y Características de La Fibra Multimodo*, 2021)

Para crear este tipo de trayectoria, el núcleo tiene un índice de refracción más alto en la región central, que desciende progresivamente en el perímetro. Esto permite que la luz llegue al receptor simultáneamente que los rayos axiales procedentes del núcleo. La fibra óptica multimodo es más caro ya que presenta un mayor ancho de banda, por lo que alcanza mayores velocidades.(Vázquez et al., 2010)

La potencia luminosa se divide sobre todos o parte de los modos.

La gran variedad de fibra óptica multimodo utiliza una electrónica y conectores más baratos. La aplicación de la fibra óptica multimodo se da en distancias cortas como en campus y edificios.(Morales, 2015)

### 2.2.6. Potencia óptica

Es el flujo de energía luminosa que recorre un lugar concreto en un periodo definido. Esta potencia se denomina flujo radiante.

La potencia óptica se mide Watts, o también se expresa en decibelios relativos, como 1mW(dBm).(Tomasi, 2003)

### 2.2.7. Atenuación de la fibra óptica

Perdida de potencia se produce cuando una onda luminosa atraviesa la fibra óptica, se da en decibelios, expresada en dB. La atenuación ocasiona una pérdida de ancho de banda, velocidad de transmisión, eficacia y la capacidad del sistema.(Tomasi, 2003)

Las principales causas de pérdida en el medio son:

- **Pérdida por absorción** Este fenómeno se debe a que los contaminantes de la fibra óptica absorben la luz y la transforman en energía térmica.(Tomasi, 2003)
- **Pérdida de Rayleigh** En la fabricación de la fibra óptica existen algunas irregularidades microscópicas que se queda permanentes, Al momento que los haces de luz atraviesan la imperfección, ocurre una anomalía indeseada llamada difracción.(Lechtaler & Fusario, 1999)
- **Dispersión cromática** Este fenómeno ocurre en las fibras de tipo monomodo, la luz emitida por la fuente, no llega al extremo opuesto en el mismo tiempo.(Tomasi, 2003)
- **Pérdida por radiación** Esto se da cuando la fibra se dobla, ocurre cuando se instala y varia la trayectoria.(Tomasi, 2003)
- **Dispersión modal** Se produce en la fibra de tipo multimodo. Este fenómeno se debe a un cambio en el tiempo de propagación de la luz a lo largo de distintas rutas en la fibra.(Tomasi, 2003)
- **Perdida por acoplamiento:** Esto ocurre cuando existen uniones de fibra, no se

tiene un buen alineamiento.(Tomasi, 2003)

### **2.2.8. Fibra hasta la oficina (FTTO)**

La fibra hacia la oficina es implementada en edificios de áreas comerciales porque tiene una gran necesidad de servicios de telecomunicaciones. El FTTO son fáciles de trabajar en edificios de nueva construcción, ya que hay salas específicas para instalaciones de telecomunicaciones.

La fibra hacia la oficina reduce la cantidad de cables metálicos, esto ayuda a reducir la construcción de instalaciones subterránea.(Staff, 1994)

### **2.2.9. Equipos de redes para comunicación de datos**

Los equipos de red permiten interconectar entre si a usuarios y periféricos en una red de datos con objetivo de compartir información. Se puede dividir en cuatro categorías módem, host, router y switch.(Marín, 2016)

#### **2.2.10. Módem**

El modem es un dispositivo que convierte las señales del proveedor de internet y permite el ingreso a red a los dispositivos LAN. El módem recibe los datos mediante cable de cobre o mediante fibra óptica.(Castillo et al., 2022)

#### **2.2.11. Host**

El host se le atribuye a cualquier ordenador conectado a una red y cuenta con una dirección IP y con nombre de usuario definido. El host funciona como emisor y receptor de información.(Delgado, 2002)

#### **2.2.12. Switch**

El switch es un dispositivo, la cual su función es segmentar una red de acuerdo a la cantidad de puertos activos que posea. Aprende direcciones, reenvía, filtra paquetes. El switch identifica las direcciones MAC para crear circuitos virtuales entre segmentos. Al iniciar el switch no tiene los datos sobre los hosts conectados a sus puertos, lo que inunda todos los puertos para recoger la dirección MAC de

cada host.(Ariganello, 2014)

### **2.2.13. Router**

El router es un dispositivo de comunicación, su funcionamiento se da en tercera capa del modelo OSI separando los segmentos en dominios. Los segmentos se identifican por una dirección de red la cual permite alcanzar otros router. Los router tiene dos funciones que es enrutar y conmutar los paquetes, para ejecutar estas funciones se utiliza una tabla de enrutamiento.(Ariganello, 2014)

### **2.2.14. Internet**

Es una red global que une redes mediante el protocolo TCP/IP que son compatibles entre sí.

Las redes interconectan un sin límites de ordenadores. Al inicio la interconexión era posible mediante protocolos como FTP, telnet, gopher, etc. Actualmente la interconexión se da por protocolo de transferencia por medio de hipertexto (HTTP).(Fernández-Coca, 1998)

### **2.2.15. Red WAN**

La red WAN tiene una cobertura de red no predefinido pudiendo ser muy extenso. La infraestructura de telecomunicaciones de cada operadora de un país compone estas redes y su intercomunicación entre ellas. El objetivo de red es el aprovechamiento de recursos.

El internet es una red WAN de alcance mundial que utiliza el protocolo IP.(Antonio et al., 2006)

En la Figura 3 muestra como la red WAN es más grande y conecta las redes LAN.

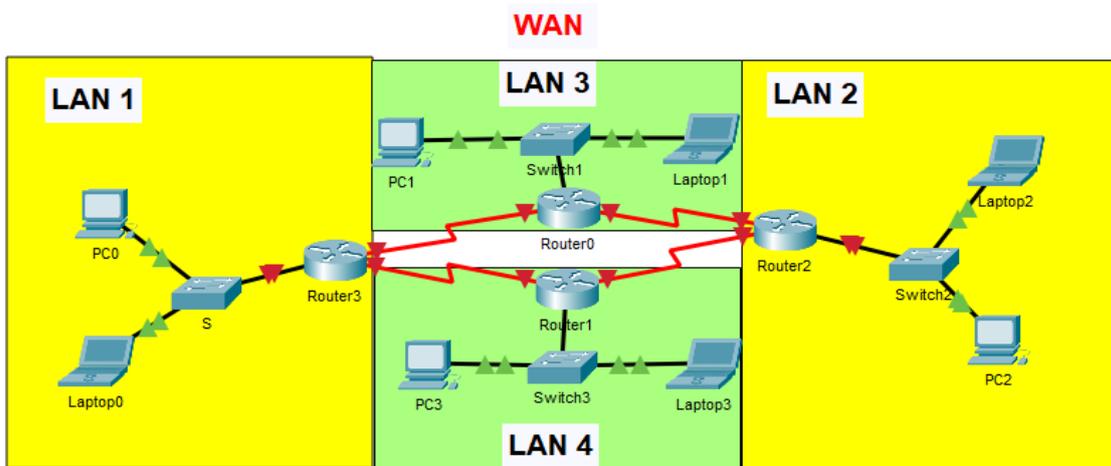


Figura 3. Interconexión de la red LAN mediante red WAN

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.16. Red LAN

Es un sistema de comunicaciones formado por hardware y un software. Estos sistemas se distribuyen por una extensión limitada como se visualiza en la Figura 3, que podría ser, por ejemplo, un edificio. En este espacio, existe una serie de recursos compatibles que tiene acceso los usuarios. (Antonio et al., 2006)

De acuerdo con indicado en (Antonio et al., 2006) se describe tres características más importantes de la red LAN

- La velocidad de transmisión varía 10Mbit/s hasta 10Gbit/s.
- La baja tasa de error varía 1 bit errado por cada 100 millones de bits transferidos.
- La gestión de una red LAN corresponde hacerla a su propietario o contratar a un tercero.

### 2.2.17. VLAN

Se define como una red de área local virtual que reúne lógicamente un conjunto de dispositivos. Esto permite escalar, ya que no tiene los límites del diseño físico. Las VLAN permite al administrador de red, definir grupos con independencia de la ubicación física de los usuarios de la empresa. (Brihuega, 2016)

La Figura 4 se muestra tres VLAN dentro de la misma red física

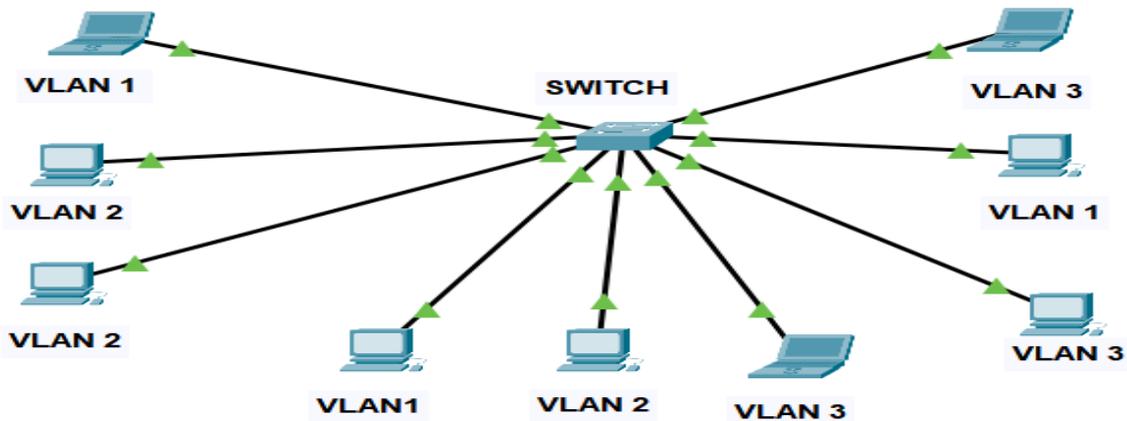


Figura 4. Tres VLAN dentro de una misma red física

Fuente: Elaboración propia según(Brihuega, 2016)

### 2.2.18. Tipos de VLAN

Según lo indicado en(Brihuega, 2016) las VLAN se clasifican en:

- **VLAN de datos** También se denomina VLAN de usuario, ya que esta VLAN está configurada para transportar exclusivamente tráfico de datos generado por el usuario.(Brihuega, 2016)
- **VLAN predeterminada** El total de puertos del switch se convierten en VLAN predeterminada en la primera configuración del switch. La inclusión de todos los puertos del switch en la VLAN por defecto hace que forme parte del mismo dominio de difusión.(Brihuega, 2016)
- **VLAN nativa** La utilidad de la VLAN nativa es transmitir información de gestión y permitir la compatibilidad con switch que no usa el protocolo 802.1q. En los switches Cisco la VLAN nativa predeterminada es uno.(Quintero, 2015)
- **VLAN administración** La VLAN de administración se usa para acceder remotamente al switch o router, para poder darles gestión.(Quintero, 2015)

### **2.2.19. IP-VPN**

La IP-VPN se usa para la interconexión de las sedes de una empresa con la conectividad mallada. Normalmente se ofrece el servicio a través de la red de transporte IP del operador basado en la tecnología MPLS.

De acuerdo con lo indicado en(González, 2007) telefónica ofrece servicio IP-VPN la cual sus principales características son:

- Se da acceso a IP-VPN mediante frame relay, ATM, ADSL.
- El router en el domicilio del cliente que forma parte del servicio.
- Los servicios Frame relay y ATM soportan el establecimiento de clases de servicios para priorizar sus datos.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Índice de refracción:** Es la relación entre la velocidad de la luz en el aire y en la fibra óptica.(Pasto & Johnson, 1981)

**Angulo critico:** Es el ángulo de incidencia mínima para que un haz de luz pase de un medio a otro y tener un ángulo de refracción de 90 grados o mayor.(Tomasi, 2003)

**Diafonía:** Este fenómeno ocurre dentro del mismo cable, la cual se da una transferencia de señal de un cable al otro.(Boquera, 2003)

**Decibelio(dB):** La definición de decibelio es la relación de potencias. La respuesta de transmisión y recepción de los equipos es de manera logarítmica.(Manuel, 2014)

**Protocolo TCP/IP:** Es un estándar en el que se basa el internet, ayuda a solucionar los problemas de diseño de red. (Ariganello, 2014)

**FTP:** Es un protocolo de comunicación de red que se utiliza para transferir archivos desde el host de red de forma fiable.(Ariganello, 2014)

**Telnet:** Es un protocolo de emulación de terminal que se usa para conectar terminales remotas a los usuarios previo a un registro a dichos sistemas.(Ariganello, 2014)

**HTTPS:** Significa protocolo de transferencia de hipertexto seguro, que es la forma cifrada de http. Se utiliza para proporcionar una comunicación segura a través de internet.(Bottini, 2022)

**Hardware:** Componente físico formado por la maquina y los dispositivos auxiliares esenciales para las tareas de procesamiento, transmisión de datos y guardar la información.(Camazón, 2011)

**Software:** Es la parte intangible del ordenador, es una serie de comandos e instrucciones que cuando se ejecutan sirven para completar un trabajo. Un ejemplo de software es el sistema operativo, siendo sus funciones controlar los recursos de

hardware.(Camazón, 2011)

**Dirección IP:** Especifica el destinatario de los datos dentro una red. La dirección IP hace posible el encaminamiento de los paquetes de punto a punto.(Boquera, 2003)

**Dirección MAC:** Se define como control de acceso al medio, es la forma de identificar un hardware, ya que no existe ningún hardware con la misma dirección MAC.( Bravo, 2015)

**Broadcast:** Consiste en un nodo que transmite información a varios nodos simultáneamente. El broadcast es útil cuando el nodo emisor no conoce el nodo destinatario como por ejemplo la videoconferencia y el streaming.(Brihuega, 2016)

**Protocolo 802.1q:** Es un estándar de fabricantes. El protocolo 802.1q conceptualiza la VLAN nativa, la cual consiste en el que todo el tráfico entra al troncal tiene estar sin etiquetas.(Ariganello & Sevilla, 2010)

**Mascara de red:** Conjunto de bits utilizados para limitar una red informática. El router enviara datos dentro y fuera de las redes en base a la máscara de red.(Toro, 2015)

**MPLS:** Se basa en el transporte de datos que funciona a nivel de conexión y nivel de red.(González, 2007)

**Frame relay:** Esta orientado a conectar la sedes de una empresa a través de la red WAN.(González, 2007)

## CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

### 3.1. Determinación y análisis del problema

En el presente apartado se muestra la estadística de la demanda de fibra óptica hasta marzo 2023, como se visualiza en la Figura 5, según esta información proporcionada por el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones OSIPTEL. El porcentaje de las conexiones de internet con acceso por fibra óptica en Lima y Callao es de 39.57%, esta demanda es abarcada por la empresa de Telecomunicaciones Telefónica del Perú, hasta marzo del 2023.

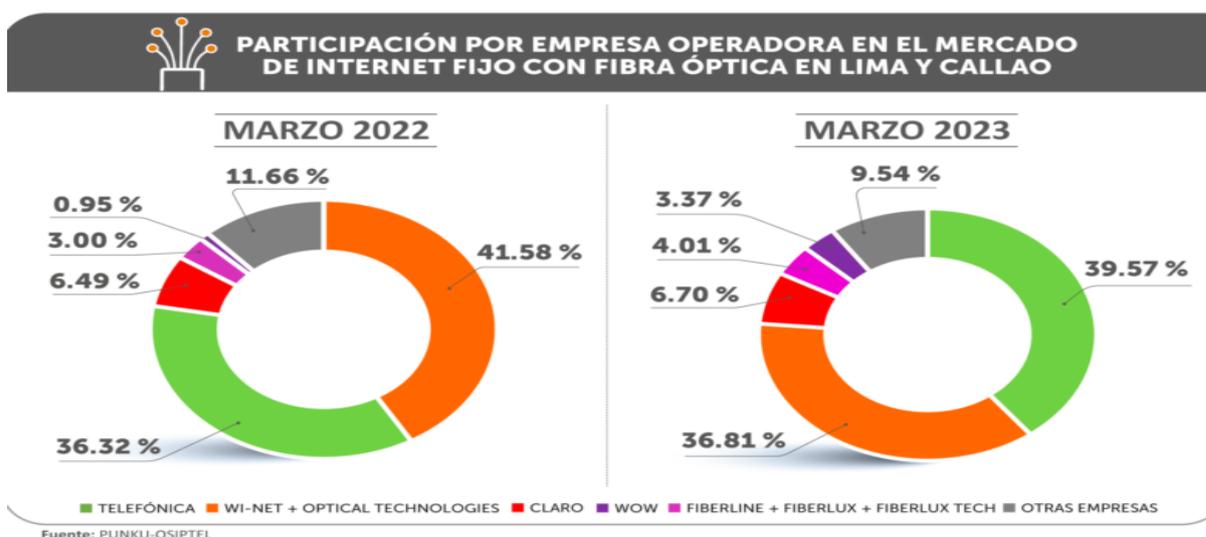


Figura 5. Número de conexiones de internet fijo con fibra óptica

Fuente: (OSIPTEL, s. f.)

En ese entender se puede mencionar que el servicio inicial de internet proveído por la empresa Telefónica del Perú a la empresa Food retail, presentaba problemas de atenuación y limitado ancho de banda, la cual ocasionaba averías continuas.

Por cual la empresa Food Retail y la Empresa Telefónica del Perú decidieron migrar de tecnología para poder garantizar la estabilidad del servicio de internet y el ancho de banda. Actualmente Food Retail implementa un servicio de internet por medio de fibra óptica, infointernet empresarial, IP-VPN. Se puede mencionar que esta empresa se dedica a la venta de bebidas importadas de calidad de marcas más atractivo en el distrito de Surco.

El primer problema del cliente era que el antiguo proveedor de internet instalo su fibra óptica sin las normas establecidas teniendo problemas nivel de potencia y atenuación la cual no permitía escalar a más servicios, instalar nuevos equipos, aumentar su ancho de banda, esto ocasionaba una baja eficiencia para la corporación que estaba en crecimiento de expansión en este mercado de bebidas.

El segundo problema el cliente tenía una pérdida de paquetes esto es debido a que el cliente ya no podía escalar, es decir instalar nuevos equipos ni conectarse a una nueva sucursal a través de IP-VPN.

Teniendo en cuenta estos dos problemas, se procede a gestionar para optimizar el servicio del cliente, se inicia con el análisis del diseño de la red de fibra óptica de Telefónica del Perú, para luego realizar el proceso del cableado estructurado en plata interna de la sede, continuando con la implementación y la configuración de los equipos. Al final se valida para el correcto funcionamiento de la implementación.

### **3.2. Modelo de solución propuesto**

En esta sección se propone el modelo de solución ante la problemática indicada. Se inicia analizando el diseño de la red. Posteriormente se implementa el tendido de cableado de la fibra óptica teniendo en cuenta los cuidados en la instalación. Después se describe los equipos de red a utilizar, considerando las características de los equipos del fabricante. Por último, implementar los equipos de red configurando los dos servicios tanto de internet como IP-VPN en la plataforma putty.

En la Figura 6. se visualiza el esquema funcional con los procesos para realizar el presente proyecto.

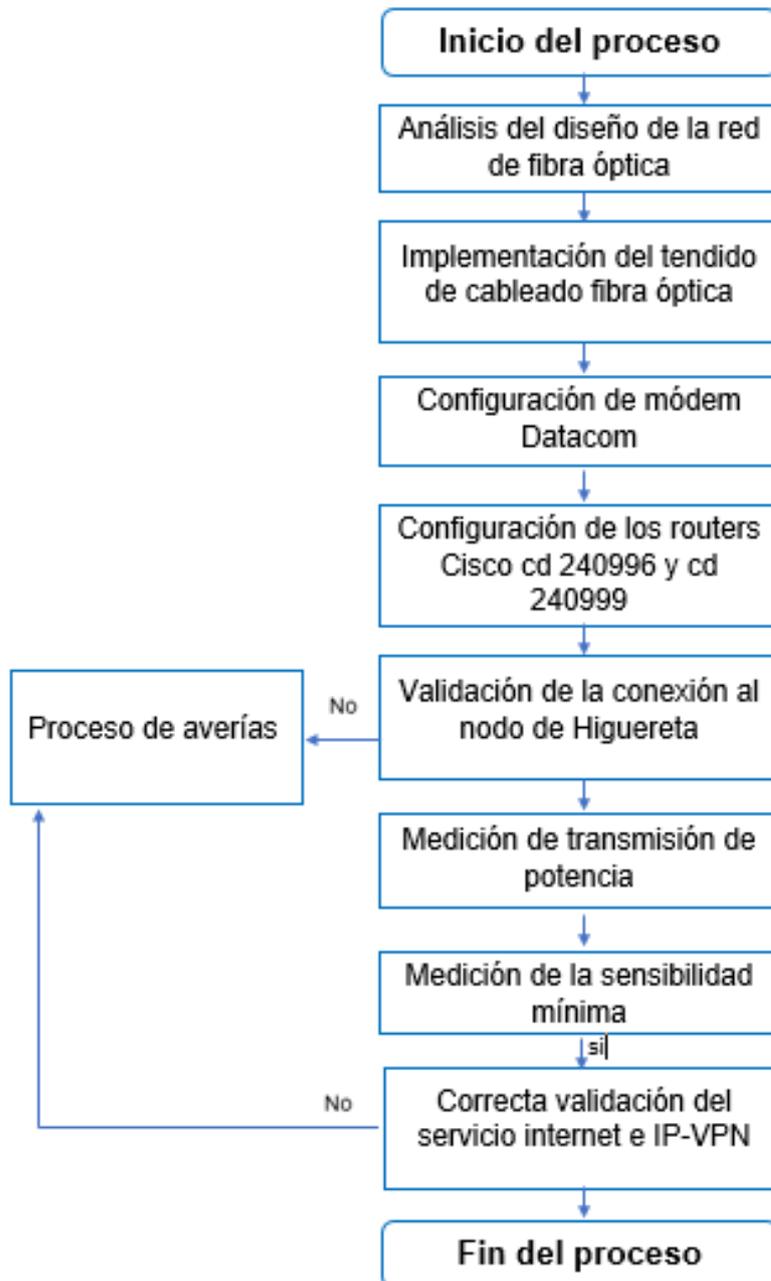


Figura 6. Esquema funcional del proyecto

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.1 Análisis de red la empresa Food Retail

En el presente diseño de red, se puede observar la conexión de fibra óptica de tipo Drop con una distancia de 170 metros la cual finaliza en la roseta óptica, luego se tiene una conexión del jumper de fibra óptica, la cual conecta la roseta óptica con el modem Datacom. Luego se conecta a dos dispositivos enrutadores de la marca Cisco modelo 2811 por medio de cables Ethernet en el gabinete de equipos. Por último, se conecta desde los dos router Cisco hacia el switch del cliente para proveer los servicios de internet y IP-VPN.

Toda la explicación de las diferentes conexiones mencionada en el párrafo anterior se puede visualizar en la Figura 7.

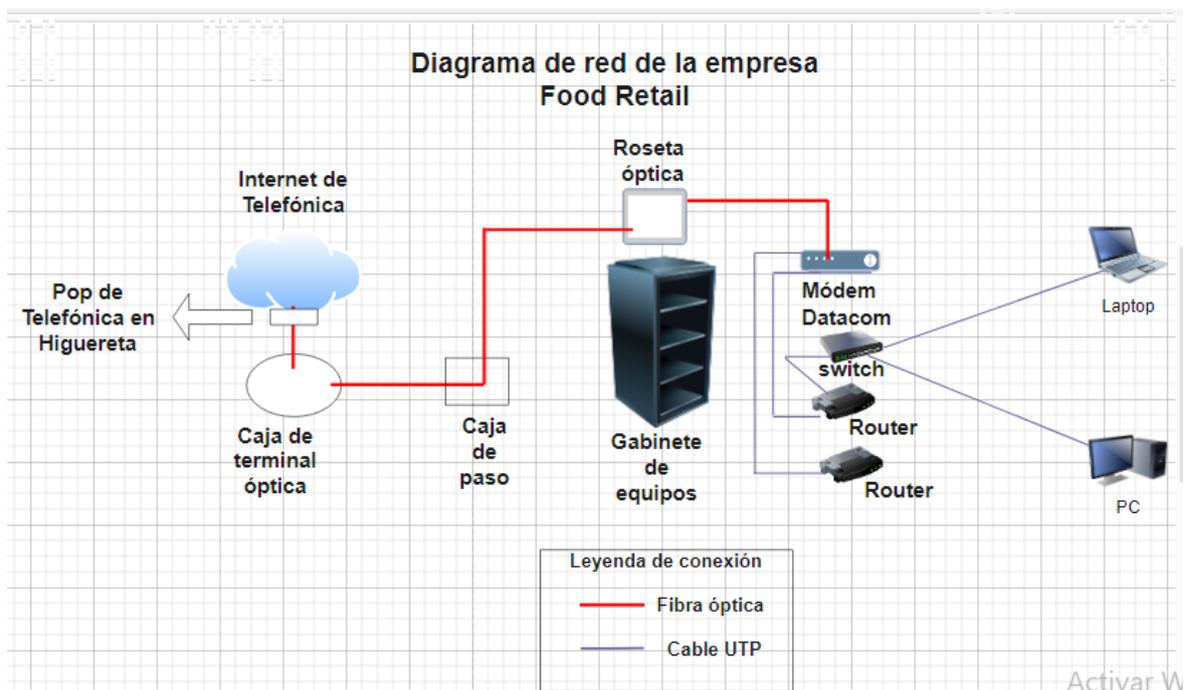


Figura 7. Diseño de la red de fibra óptica

Fuente: Elaboración propia

### **3.2.2 Implementación del tendido cableado de fibra óptica**

#### **a. Recorrido Externo**

Empieza el recorrido de la fibra óptica en las afueras del local de la empresa Food retail, donde se encuentra la cámara. Esta cámara alberga la caja terminal óptica, donde se realiza la conexión desde nodo Higuereta retail hacia la empresa Food retail.

Instala conos de seguridad alrededor de la cámara, para la prevención de acceso no autorizado o accidental. Luego se dispone en abrir la cámara, para poder sacar a la superficie la caja de terminal óptica, después se realiza la conexión de la fibra óptica hacia un terminal óptico que conecta hacia el nodo de higuereta. La técnica para implementar el tendido cableado de la red de fibra óptica es por tramos para prevenir el deterioro o quiebre de la misma.

En la Figura 8 se puede visualizar las medidas de seguridad y caja de terminal óptica.



*Figura 8.* Medidas de seguridad en el área de trabajo

Fuente: Elaboración propia

### **a.1. Primer tramo de recorrido de la fibra óptica**

Se inicia el recorrido de la red de fibra óptica desde la cámara que contiene la caja de terminal óptica hacia la caja de paso. La distancia es 50 metros.

La Figura 9 muestra la distancia y el recorrido entre la cámara donde está la caja de terminal óptica hacia la caja de paso.



*Figura 9. Primer tramo del recorrido de la fibra óptica*

Fuente: Elaboración propia

### **a.2. Segundo tramo de recorrido de la fibra óptica**

La fibra óptica pasa por la segunda cámara, dentro de esta cámara se encuentra la caja de paso. La fibra óptica sale de la caja de paso mediante un tubo hacia la pared del local del cliente, para continuar por encima de la estructura metálica, el recorrido de la fibra en este tramo tiene una distancia de 40 metros.

La Figura 10 muestra el segundo tramo del recorrido de la fibra óptica



Figura 10. Segundo tramo del recorrido de la fibra óptica

Fuente: Elaboración propia

### b. Recorrido Interno

En el recorrido interno abarca desde la estructura metálica hacia donde se encuentra ubicado el gabinete de equipos de la red. La distancia del recorrido interno es de 80 metros.

La Figura 11 muestra el recorrido desde la estructura metálica hacia el gabinete de equipos.



Figura 11. Tercer tramo del recorrido de la fibra óptica

Fuente: Elaboración propia

### b.1 Termino del recorrido de la fibra óptica dentro del gabinete de equipos

La fibra óptica tipo Drop llega hacia la roseta óptica que se encuentra dentro del gabinete de equipos como se visualiza en la Figura 12.

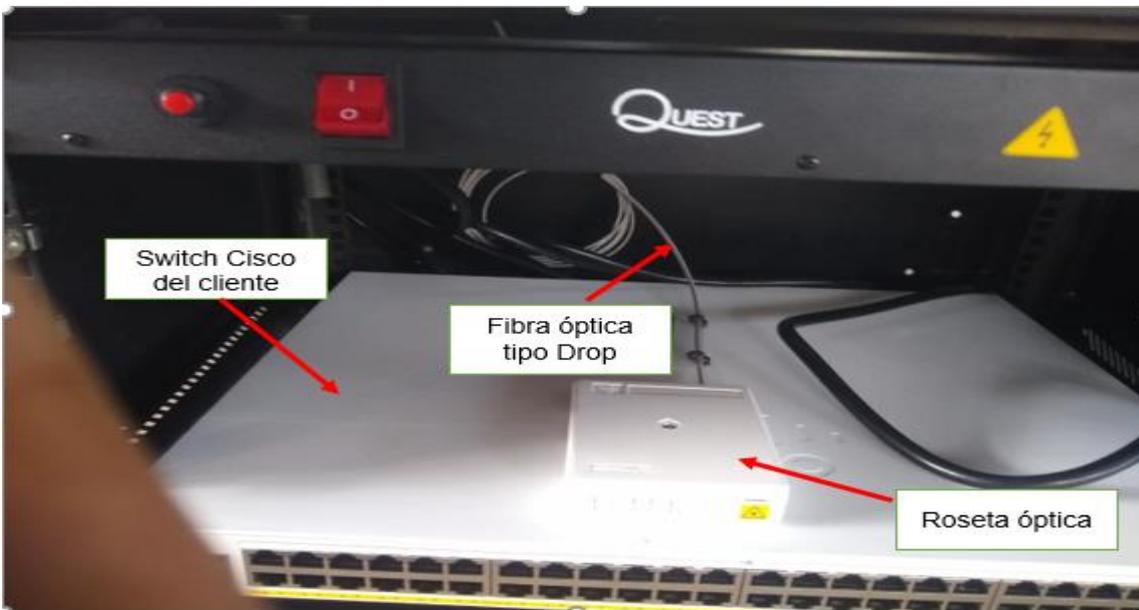


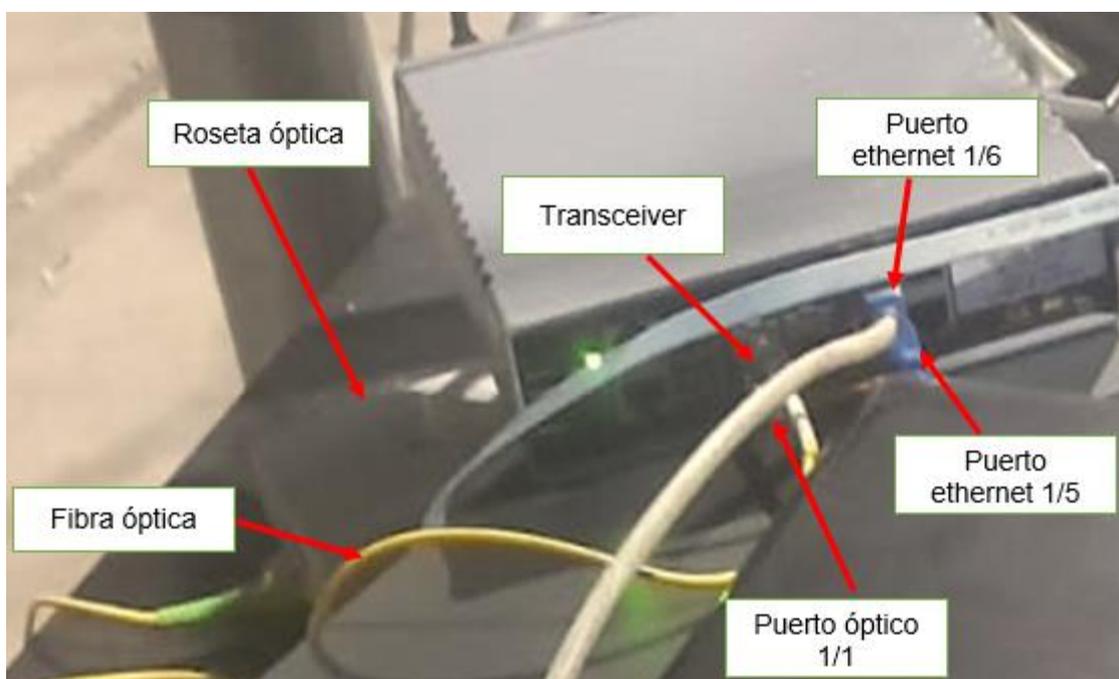
Figura 12. La fibra óptica termina el recorrido hacia la roseta óptica

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 se muestra el switch de la empresa Food retail la cual fue instalado y configurado por el personal de la empresa Food retail.

## **b.2 Conexión de la roseta óptica hacia el Módem Datacom**

En la Figura 13 se observa la conexión desde la roseta óptica hacia el módem Datacom mediante una fibra óptica tipo jumper. Esta fibra óptica tipo jumper ingresa mediante el puerto óptico 1/1 de equipo Datacom DM2100 utilizando un transceiver de un hilo. Luego se conecta, mediante cable UTP, el puerto ethernet 1/5 y 1/6 del Datacom DM2100 hacia los puertos Fast ethernet de los dos router Cisco.



*Figura 13.* Conexión de fibra al puerto óptico de Datacom

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3 Implementación del servicio

Se utiliza un módem Datacom DM 2100 para más detalles de este equipo se encuentra en el anexo 3 y anexo 4.

A continuación, se procedió a conectar el módem Datacom DM 2100 a los equipos router Cisco 2811 como se visualiza en la Figura 14, para más detalles de router Cisco 2811 se encuentra en el anexo 5.



Figura 14. Conexión entre el Datacom y router Cisco 2811

Fuente: Elaboración propia

Para la conexión entre módem Datacom DM2100 y router Cisco 28100 se usará cable UTP certificado como se muestra en la figura 14.

### a. Configuración de Módem Datacom

En la Figura 15 se configura el nombre de la empresa cliente, además del número de circuito digital con el código 240998 del módem Datacom. El circuito digital es el código de salida del equipo módem del almacén de equipos.

```
hostname FOOD_RETAIL_CDK240998
!
```

*Figura 15.* Designación de un nombre al módem

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 16 se puede observar que se llega establecer el usuario administrador con un nivel de privilegio 15 la cual este administrador puede configurar con todos los comandos disponibles en el Datacom y un usuario invitado con un nivel cero de privilegio la cual requiere de permisos por el administrador para realizar algunas modificaciones en el módem. Ambos usuarios tienen sus respectivas contraseñas de acceso.

```
username admin access-level 15
username admin password 7 d033e22ae348aeb5660fe2140
username guest access-level 0
username guest password 7 35675e6ef4b5af7b995d9205a10fe
!
```

*Figura 16.* Establecer dos usuarios con contraseña

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 17 Estos puertos ethernet se define como miembro etiquetados y no etiquetados en la VLAN 23 y VLAN 416. Así define los puertos por donde pasará el tráfico de datos en el módem Datacom.

```
interface vlan 23
set-member tagged ethernet 1/1
set-member untagged ethernet 1/5
!
interface vlan 416
set-member tagged ethernet 1/1
set-member untagged ethernet 1/6
!
```

Figura 17. Asignación de puertos a cada VLAN

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 18 se establece a la VLAN 2040 como Gestión, además se configura la IP 172.19.150.15 con una máscara 23. Esta VLAN sirve para administrar de manera remota el equipo modem Datacom por la empresa Telefónica del Perú a través de la dirección IP antes propuesta.

```
interface vlan 2040
name GESTION
ip address 172.19.150.15 /23
set-member tagget ethernet 1/1
!
```

Figura 18. IP de la VLAN 2040

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 19 se visualiza la interfaz 1/1 con la descripción del circuito digital del módem Datacom (CDK) 240998, se desactiva la negociación y establece la velocidad de funcionamiento de manera manual a 1000Mbit/s.

```
interface ethernet 1/1
description cdk 240998
no negotiation
speed-duplex 1000 full
!
```

*Figura 19.* Descripción de la interface y la designación de la velocidad

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 20, se visualiza la configuración de la interfaz ethernet, asignada a los puertos 1/5 y 1/6 del módem Datacom. A cada puerto ha sido designado una VLAN nativa como VLAN 23 Y VLAN 416 que sirve para transmitir información de gestión y permitir la conexión hacia los puertos WAN fast ethernet 0/0 de cada router Cisco.

```
interface ethernet 1/5
switchport native vlan 23
!
interface ethernet 1/6
switch native vlan 416
!
```

*Figura 20.* Tipo de VLAN configurada

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 21, se visualiza la configuración de la IP de la default gateway. La default gateway es el punto de acceso de la red local de la empresa Food retail hacia el internet de telefonica. La IP 172.19.150.1 es la dirección del equipo que se encuentra en el nodo de Higuera.

```
ip default-gateway 172.19.150.1
!
```

*Figura 21.* IP del default Gateway

Fuente: Elaboración propia

### **b. Configuración de router cisco CD 240996**

Al iniciar la configuración en el dispositivo router, se tiene que verificar si el número de registro se encuentra dentro del registro 0x2102. En caso si no fuera así, se aplica el comando config - register 0x2121. Al iniciar, se configura el comando show versión como se visualiza en la Figura 22, para verificar el número de registro.

```
router#show version
```

*Figura 22.* Mostrar el número de registro

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 23, se verifica el número de registro 0x2102. Este proceso es necesario para que el router Cisco no ignore la configuración de inicio. Esto quiere decir que cada vez que se apaga y luego se enciende el router Cisco, su configuración hecha se carga correctamente.

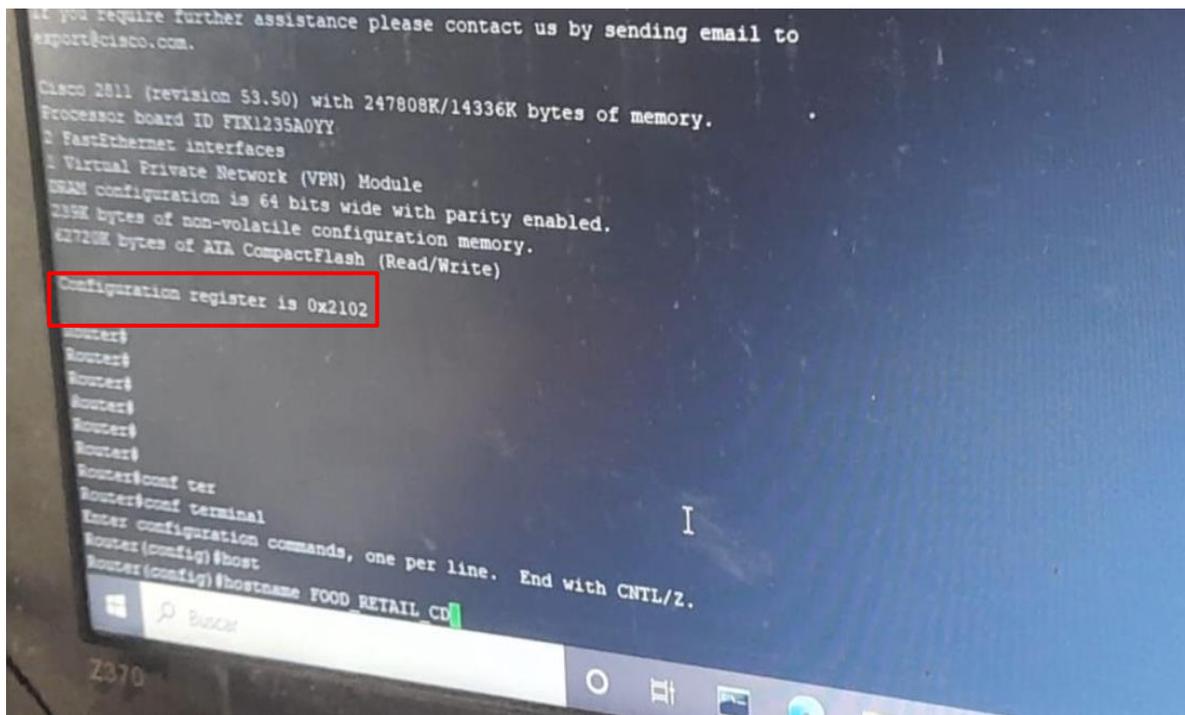


Figura 23. Verifica el número de registro

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 24, se configura el nombre de la empresa cliente, además se asigna el número del circuito digital con el código 240996 del router Cisco. El circuito digital representa el código de salida del equipo router que está ubicado en el almacén de equipos.

```
router(config)#hostname FOOD_RETAIL_CD 240996
```

Figura 24. Designa un nombre al router cisco

Fuente: Elaboracion propia

En la Figura 25, se configura la gestion telnet en el router Cisco. Utilizando el comando

line vty04, se traduce como línea de terminal virtual, permite al router otorgar el acceso por telnet a la empresa telefónica del Perú. Asigna una contraseña(password) de nombre de telefonica. Además se habilita el protocolo SSH mediante el comando transport input all. Después se utiliza el comando login para requerir autenticación de las conexiones SSH, asegurando así un nivel adicional de seguridad.

Se finaliza esta configuración de gestión telnet y SSH mediante el comando exit.

```
FOOD_RETAIL_CD 240996(config)#ip telnet tos 0
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-line)#line vty04
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-line)#password telefonica
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-line)#transport input all
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-line)#login
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-line)#exit
```

*Figura 25. Gestión de telnet Y SSH de telefónica*

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 26, se visualiza que la interfaz fastethernet 0/1 del router Cisco se asigna la red LAN de la empresa Food retail. Esta interfaz LAN está conectada hacia uno de los puertos del switch de la empresa, como se visualiza en la Figura 14, para luego conectarse hacia un equipo de red. Además, se le asigna el circuito digital del router Cisco 240996, también un ancho de banda de 80Mbps.

Después se configura dirección IP pública 200.48. 27.145 con una máscara 29, asignada por Telefónica del Perú para poder conectarse a esta interfaz.

La interfaz se activa mediante el comando no shutdown, lo que permite a la interfaz esté operativa y lista para transmitir datos, Por último, se finaliza la configuración de la interfaz mediante el comando exit.

```
FOOD_RETAIL_CD 240996(config)#interface fastethernet 0/1
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-if)#description "LAN | FOOD RETAIL | CD= 240996 | INTERNET=80Mb"
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-if)#ip address 200.48.27.145 255.255.255.248
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-if)#no shutdown
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-if)#exit
```

*Figura 26.* IP interface LAN

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 27, se procede a la implementación del router Cisco iniciando con la descripción de la interfaz WAN. Se asigna una dirección IP 172.22.196.250 con una máscara 30, con una velocidad 100Mb/s, con una capacidad de transmisión y de recepción de datos full dúplex, además de un ancho de banda de 80Mb/s, luego se procede a activar la interfaz WAN.

A continuación, se habilita las sesiones BGP. Se asigna a la empresa Food retail en Surco un sistema autónomo 64999, con una habilitación para aceptar el router vecino de Telefónica. Luego se procede a asignar la red LAN de este router 200.48.27.145 con una máscara 29, para que esta red LAN tenga conectividad hacia internet, con un tiempo de evaluación de comunicación de 10 segundos y si falla esta evaluación de comunicación, se asigna un tiempo de espera de 30 segundos, para la actualización del estado del router vecino de Telefónica. Después se asigna la dirección IP 172.22.196.249 al router vecino de Telefónica, con un sistema autónomo 6147, este sistema autónomo pertenece a telefónica del Perú. El router vecino de telefónica se conecta a la interfaz WAN de este router, ocasionando que la interfaz WAN de este router tenga conectividad hacia internet, la versión cuatro de BGP, es la versión BGP de comunicación de estos dos routers. Luego, se habilitan las etiquetas del router vecino de Telefónica para informar a este router las rutas necesarias para llegar al sistema autónomo de Telefónica del Perú. Después, el router vecino de Telefónica guarda la información de enrutamiento de la red LAN y la dirección IP WAN de este router. Finalmente, se concluye la implementación BGP en la interfaz WAN de este router y se guarda toda la configuración.

```

FOOD_RETAIL_CD 240996(config)#interface fastethernet 0/0 Interface WAN
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-if)#description "WAN | FOOD RETAIL | CD= 240996
|INTERNET=80Mb"
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-if)#ip address 172.22.196.250 255.255.255.252 IP/Mascara WAN
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-if)#speed 100 Velocidad
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-if)#duplex full Transmisión y recepción de datos
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-if)#bandwidth 80000 Ancho de banda
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-if)#no shutdown Activa la interface WAN
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-if)#router bgp 64999 Habilita BGP
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-router)#bgp log-neighbor-changes Habilita router vecino
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-router)#network 200.48.27.144 mask 255.255.255.248
IP/Mascara LAN
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-router)#timers bgp 1030 Tiempo de evaluación y espera
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-router)#neighbor 172.22.196.249 remote-as 6147 IP router
vecino
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-router)#neighbor 172.22.196.249 update-source fastethernet
0/0 router vecino se conecta a la interface WAN
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-router)#neighbor 172.22.196.249 version 4 Version BGP
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-router)#neighbor 172.22.196.249 send- community both Habilita
las etiquetas del router
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-router)#neighbor 172.22.196.249 soft-reconfiguration inbound
Guarda la IP WAN
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-router)#end Finaliza la configuración
FOOD_RETAIL_CD 240996#copy running-config startup-config Guarda la configuración

```

Figura 27. Configuración del protocolo BGP

Fuente: Elaboración propia

### C. Configuración de router Cisco CD 240999

En la Figura 28 muestra la configuración del comando show versión, para validar el número de registro.

```
router#show version
```

Figura 28. Mostrar el número de registro

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 29, se verifica el número de registro 0x2102 en el router Cisco. Este paso es importante para que el router Cisco no ignore la configuración de inicio. Es decir que cada vez que se apaga y luego se enciende el router Cisco, su configuración hecha se cargara correctamente.

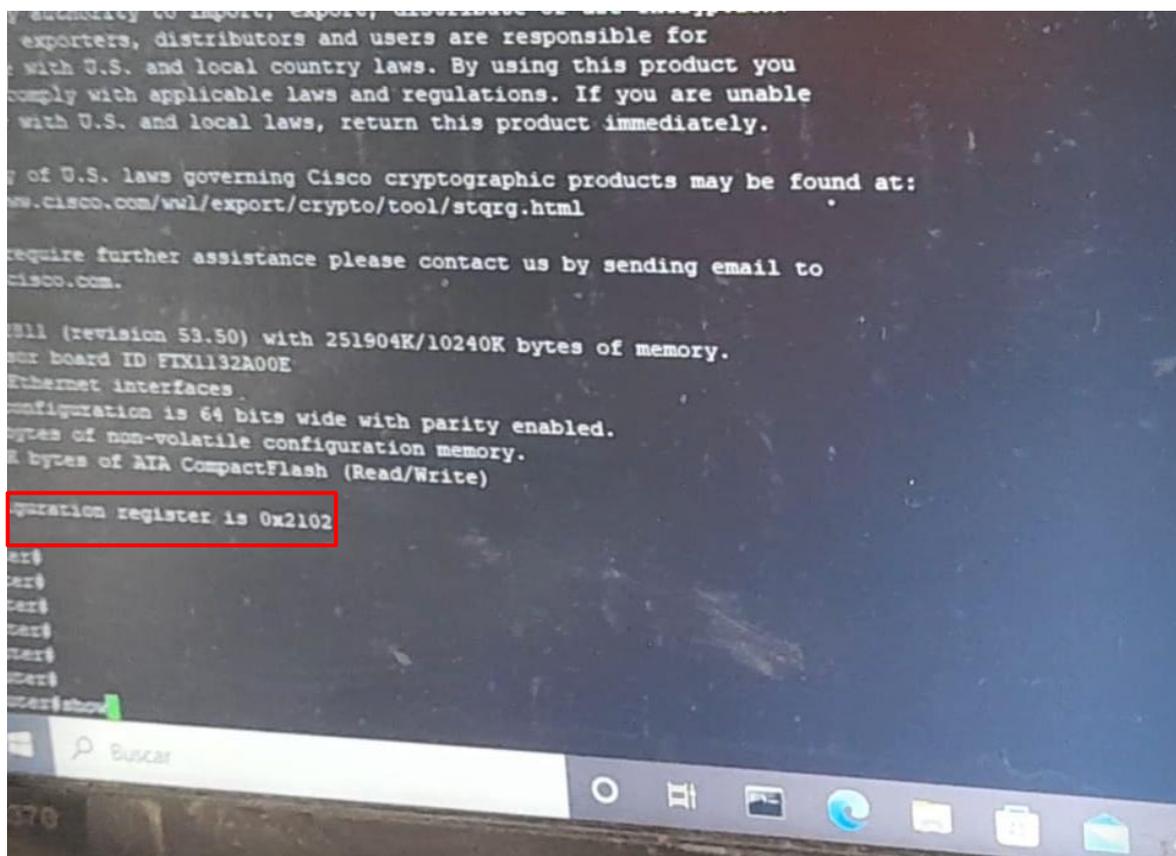


Figura 29. Verificación del número de registro

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 30, se procede a configurar el nombre de la empresa cliente y la asignación del número del circuito digital con el código 240999 del router Cisco. El

circuito digital, representado por el código 240999, funciona como el identificador de salida del equipo router del almacén de equipos.

```
router(config)#hostname FOOD_RETAIL_CD 240999
```

Figura 30. Nombre al router cisco

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 31, se configura la gestión telnet en el router Cisco. Utilizando el comando line vty04, se traduce como línea de terminal virtual, se permite al router ofrecer acceso por telnet a la empresa Telefónica del Perú con una contraseña(password) de nombre Telefónica. Además, se habilita el protocolo SSH mediante el comando transport input all. Después se utiliza el comando login para requerir la autenticación de las conexiones SSH, añadiendo así un nivel adicional de seguridad.

Se finaliza esta configuración de gestión telnet y SSH mediante el comando exit.

```
FOOD_RETAIL_CD 240999(config)#ip telnet tos 0  
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-line)#line vty04  
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-line)#password telefonica  
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-line)#transport input all  
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-line)#login  
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-line)#exit
```

Figura 31. Gestión Telnet y SSH de telefónica

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 32, se procede a implementar el router Cisco, comenzando la interfaz WAN. Se le asigna una dirección IP 10.136.2.94 con una máscara 30, con una

velocidad 100Mb/s, con una capacidad de transmisión y recepción de datos full dúplex, además de un ancho de banda 80 Mb/s. Luego, se procede activar la interfaz WAN para permitir la transmisión de datos.

A continuación, se habilitan las sesiones BGP. Se asigna a la empresa Food retail en Surco un sistema autónomo 64999, con una habilitación para aceptar el router vecino de Telefónica. Se asigna la dirección IP 10.136.2.93 al router vecino de Telefónica, con un sistema autónomo 6147, perteneciente a Telefónica del Perú. La conexión del router vecino de Telefónica a la interfaz WAN de este router permite la conectividad la interfaz WAN hacia internet a través de la versión cuatro de BGP, facilitando así la comunicación de estos dos router. Luego, se habilitan las etiquetas del router de telefónica, para informar a este router, las rutas necesarias para que pueda llegar al sistema autónomo de telefónica. Después el router vecino de telefónica guarda la información de la dirección IP WAN de este router. Finalmente, se concluye la implementación BGP en la interfaz WAN de este router y se guarda toda la configuración.

```
FOOD_RETAIL_CD 240999(config)#interface fastethernet 0/0 Interface WAN
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-if)#ip address 10.136.2.94 255.255.255.252 IP/Mascara WAN
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-if)#description WAN
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-if)#speed 100 Velocidad
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-if)#bandwidth 80000 Ancho de banda
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-if)#duplex full Transmisión y recepción de datos
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-if)#no shutdown Activa la interface WAN
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-if)#router bgp 64999 Habilita BGP
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-router)#bgp log-neighbor-changes Habilita router vecino
FOOD_RETAIL_CD 240996(config-router)#timers bgp 1030 Tiempo de evaluación y espera
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-router)#neighbor 10.136.2.93 remote-as 6147 IP router vecino
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-router)#neighbor 10.136.2.93 update-source fastethernet 0/0
router vecino se conecta a la interface WAN
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-router)#neighbor 10.136.2.93 send- community both Habilita
las etiquetas del router
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-router)#neighbor 10.136.2.93 soft-reconfiguration inbound
Guarda la IP WAN
FOOD_RETAIL_CD 240999(config-router)#end Finaliza la configuración
FOOD_RETAIL_CD 240999#copy running-config startup-config | Guarda la configuración
```

Figura 32. Configuración del protocolo BGP

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 33, se visualiza que al finalizar la implementación se logra establecer una conexión desde la red de la empresa Food retail hacia el nodo de Higuiereta. Esta conexión se realiza el equipo módem Datacom hacia el default gateway, esto es la IP del equipo que está en el nodo de Higuiereta.

```
FOOD_RETAIL _ CDK 240998# ping 172.19.150.1
PING 172.19.150 .1 (172.19.150.1): 56 data bytes
64 bytes from 172.19.150.1: seq=0 ttl=255 time= 16.395 ms
64 bytes from 172.19.150.1: seq=1 ttl=255 time= 6.525 ms
64 bytes from 172.19.150.1: seq=2 ttl=255 time= 8.51 ms
64 bytes from 172.19.150.1: seq=3 ttl=255 time= 8.127ms
64 bytes from 172.19.150.1: seq=4 ttl=255 time= 5.121ms

--- 172.19.150.1 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round - trip min/avg/max = 5.121/8.843/16.395 ms
```

*Figura 33.* Conexión hacia al nodo de Higuiereta desde el equipo Datacom

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Resultados

En esta sección se presenta los resultados basados en un análisis de diseño de red, cumpliendo con el primer objetivo específico. Estos resultados fueron obtenidos en base al despliegue del cableado de fibra óptica y posterior instalación de equipos de red. Los resultados están en base a la medida de potencia tanto en el nodo de Higuiereta como también en la empresa Food retail. Finalmente se verifica el servicio de internet haciendo ping a la dirección IP 8.8.8.8, que es un servidor de Google. Además, se realiza la medición del ancho de banda para evaluar el rendimiento de la red.

Las mediciones se llevaron a cabo entre el nodo de Higuiereta y la empresa Food retail, los resultados obtenidos de la implementación fueron comparados con los valores teóricos de los parámetros de transmisión de potencia y la sensibilidad

mínima proporcionado por el fabricante del transceiver Datacom. La empresa Telefónica del Perú ha saturado el ancho de banda, obtuvo como valor medido 84Mbps de bajada y 21Mbps de subida. Los valores teóricos y los valores implementados se resumen en la tabla 1.

Tabla 1

*Comparación entre valores teóricos y medidos*

<b>Enlace</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Teórico</b>	<b>Medido</b>
Nodo de Higuiereta – Empresa Food retail	Transmisión de potencia	-9dBm a -3dBm	-5.05 dBm
	Sensibilidad mínima	-21dBm	-7.51dBm
	Ancho de banda de bajada	80Mbps	84Mbps
	Ancho de banda de subida	21Mbps	21Mbps

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1 Medición de transmisión de potencia en la empresa Food retail

Tabla 2

*Parámetros de transmisión óptica*

<b>Distancia</b>	<b>Longitud de onda</b>	<b>Potencia de transmisión mínima</b>	<b>Potencia de transmisión máxima</b>
10km	1310nm	-9dBm	-3dBm

Fuente: Elaboracion propia según(*Datasheet-ENG---377-0102-00\_221108.pdf*, s. f.)

Según los parámetros de transmisión óptica indicadas en la tabla 1, la medida de potencia de transmisión obtenida se considera aceptable, ya que se encuentra dentro del rango entre -9dBm a -3dBm. Esta medición se realizó a una longitud de onda 1310nm a una distancia de 10km entre nodo de Higuiereta hacia la empresa Food retail.

Este resultado como se visualiza en la Figura 34, valida el correcto funcionamiento del equipo que se encuentra en el nodo de Higuiereta.

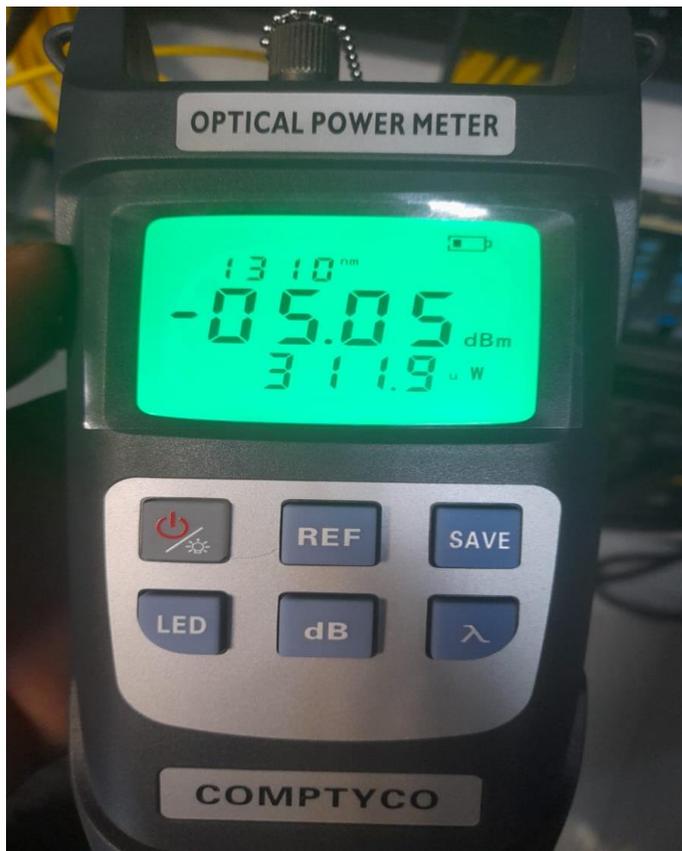


Figura 34. Medida de transmisión del equipo Datacom

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2 Medición de recepción en el nodo de Higuiereta

Basandonos en los parámetros de recepción óptica del equipo transceiver Datacom y la normativa ITU-T G.982, se establece que la sensibilidad mínima del receptor óptico es de -21dBm. Este valor es un umbral de referencia, indicando que cualquier potencia de señal por debajo de este nivel puede resultar en errores de tasa de error de bits (BER).

El valor obtenido de -7.51 dBm, como se visualiza en la Figura 35, se encuentra dentro de los parametros aceptables. Este resultado sugiere que el receptor óptico opera de manera efectiva y garantiza una buena implementación del diseño de la red de fibra

óptica en la empresa Food retail. Al estar por encima de la sensibilidad mínima requerida, se asegura una calidad de recepción suficiente para mantener una comunicación fiable y libre de errores. En la tabla 2 se muestra el valor de la sensibilidad mínima, donde se mide a una longitud de onda de 1310nm.

Tabla 3

*Parámetros de recepción óptica*

Longitud de onda	Sensibilidad mínima
1310nm	-21dBm

Fuente: Elaboración propia según(*Datasheet-ENG---377-0102-00\_221108.pdf*, s. f.)



Figura 35. Medida de recepción de potencia de atenuación

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3 Pruebas de conectividad a internet

Se logra el acceso a internet y se verifica mediante un ping 8.8.8.8, que es la IP de Google. Además, no se obtuvo pérdidas de paquetes, solucionando el problema que tenía al inicio la empresa Food retail.

En la Figura 36 muestra prueba de ping a la IP de Google, corrobora la conectividad a internet.

```
FOOD_RETAIL_CDK 240998# ping 8.8.8.8
PING 8.8.8.8 (8.8.8.8): 56 data bytes
64 bytes from 8.8.8.8: seq=0 ttl=117 time= 30.0 ms
64 bytes from 8.8.8.8: seq=1 ttl=117 time= 30.1 ms
64 bytes from 8.8.8.8: seq=2 ttl=117 time= 30.2 ms
64 bytes from 8.8.8.8: seq=3 ttl=117 time= 30.0 ms
64 bytes from 8.8.8.8: seq=4 ttl=117 time= 30.1 ms

--- 8.8.8.8 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 30.0/30.0/30.2 ms
```

*Figura 36.* Conexión a internet desde el equipo Datacom

Fuente: Elaboración propia

Por último, la medición del ancho de banda se realiza como se visualiza en la Figura 37, superando en cantidad a lo configurado en el equipo router Cisco que fue de 80Mbps. Cumpliendo así con los objetivos propuestos.



Figura 37. Medidas del consumo de internet

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.4 Costos en la elaboración del proyecto

Los costos para hacer el proyecto en la empresa Food retail no fueron tan elevados porque no hubo necesidad de un replanteo de ruta del cableado de fibra óptica. Además, la empresa Food retail estaba ubicado en el departamento de Lima, en el mismo distrito de Surco donde se encontraba el almacén de equipos, lo que resulto beneficioso para la empresa Food retail. En la tabla 3 se presenta el presupuesto empleado para elaborar el proyecto, muestra cada material utilizado y el recurso humano según su especialidad, junto con la cantidad de personal necesario para llevar a cabo el proyecto.

Tabla 4

*Costos de implementación*

<b>Descripción de materiales utilizados</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario en soles</b>	<b>Costo total en soles</b>
Acometida (fibra óptica Drop) 220 metros	1	60	60
Roseta óptica	1	10	10
Patch cord jumper fibra óptica (3 metros)	1	30	30
Cable UTP certificado (2 metros) categoría 6	2	20	40
Gabinete rectangular metálico	1	300	300
Demarcador óptico Datacom DM2100	1	100	100
Transceiver Datacom 1 hilo	1	50	50
Router Cisco 2811	2	800	1600
			<b>Pago total en mes y medio del proyecto en soles</b>
<b>Recurso humano</b>	<b>Cantidad de personal</b>	<b>Pago mensual en soles</b>	
Jefe de proyecto	1	3000	4500
Documentador	1	2000	3000

Coordinador de personal y compra	1	2000	3000
Técnicos de campo	4	1500	9000
Personal de traslado de materiales en Lima	2	1500	4500
<b>Total</b>			<b>26190</b>

---

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

- Después de analizar el diseño de la red fibra óptica de la empresa Food retail, se logra calcular cuantos metros de fibra óptica Drop se necesita para el tendido. Asimismo, se determina las áreas específicas por donde se extiende la fibra óptica Drop en las instalaciones de la empresa Food retail
- Se pudo implementar la configuración de red en los equipos modem Datacom y en los dos routers Cisco, para ofrecer los servicios de internet e IP-VPN en la empresa Food retail.
- Se valida la medición de transmisión de potencia, registra un valor de -5.05dBm, este valor esta dentro del rango aceptable según los parámetros establecidos en la tabla 1 de la transmisión óptica.
- La empresa Food retail cuenta con el servicio de internet e IP-VPN comprobándose con las pruebas realizadas en el apartado de resultados 3.3 realizando un ping a la IP 8.8.8.8 obteniéndose respuesta de conectividad además de no tener pérdidas de paquetes. Se valida el ancho de banda de 84Mbps, además de obtener muy poca latencia.

## RECOMENDACIONES

- El diseño de red obtenido por la empresa Telefónica del Perú no necesita de actualización, esto ayudó a avanzar más rápido en la implementación del tendido del cableado de fibra óptica en la empresa Food retail y evitó el replanteo de la ruta del tendido de la fibra óptica. Para futuros proyectos de cualquier empresa de telecomunicaciones que ofrece este tipo de servicios, se recomienda mantener actualizado el diseño de red de fibra óptica, para evitar demoras en implementar el tendido del cableado de fibra óptica.
- Este proyecto ofrece el servicio de internet e IP – VPN a la empresa Food retail. En caso de que el servicio sea de respaldo de internet se recomienda tener cuidado a la hora de hacer la instalación de los equipos de red en el gabinete de la empresa cliente, ya que se podría realizar una desconexión eléctrica como también de enlaces de internet de los equipos de red, dejando a la empresa cliente sin los servicios previamente implementados por la primera empresa de telecomunicaciones contratada por la empresa cliente.
- En la etapa de implementación de este proyecto, se utilizó el router Cisco 2811, que no tiene un puerto óptico, por lo que se recomienda utilizar un router Cisco que tenga un puerto óptico, como el modelo C111-4p. Esto evita la instalación de un módem, optimizando así recursos a nivel de hardware.
- Antes de iniciar con la configuración de un router Cisco se debe verificar el número de registro de numeración 0x2102, para que pueda guardar la configuración realizada. Esta verificación de registro se lleva a cabo mediante el comando show versión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramonte Bonifacio, M. J. (2021). *Análisis e implementación de una red FTTO para brindar servicios de RPV full mesh acceso 35 Mbps e internet corporativo 30 Mbps a la empresa mitsui auto finance Perú S.A.* [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/873>

Agama Ramos, M.R. (2021). Centralización de las redes LAN utilizando tecnología IPVPN-MPLS a fin de estar interconectadas las empresas del grupo industrias san miguel [Tesis de grado, Universidad Nacional José Faustino Sanches Carrión]. RepositorioInstitucional. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5124/AGAMA%20RAMOS%2c%20Jos%c3%a9%20Ricardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Antonio, B. S., Manuel, H. M., José, & Julia, J. C. (2006). *Redes de área local: Administración de sistemas informáticos*. Ediciones Paraninfo, S.A.

Ariganello, E. (2014). *Redes Cisco: Guía de estudio para la certificación CCNA routing y switching*. Ra-Ma Editorial.

Ariganello, E., & Sevilla, E. B. (2010). *Redes Cisco. CCNP a fondo. Guía de estudio para profesionales*. Ra-Ma Editorial.

Boquera, M. C. E. (2003). *Servicios avanzados de telecomunicación*. Ediciones Díaz de Santos.

Boquera, M. C. E. (2005). *Comunicaciones ópticas: Conceptos esenciales y resolución de ejercicios*. Ediciones Díaz de Santos.

Bottini, C. (2022). *Genera certificados HTTPS para tu web*. RedUsers.

Bravo, A. de la T. (s. f.). *Procedimientos endoscópicos en gastroenterología*. Ed. Médica Panamericana.

Bravo, D. M. (2015). *Selección, instalación, configuración y administración de los servidores de transferencia de archivos*. Editorial Elearning, S.L.

Brihuega, D. A. (2016). *Administración de redes telemáticas*. Ra-Ma Editorial.

Camazón, J. N. (2011). *Sistemas operativos monopuesto*. Editex.

Castillo, J. C. M., Escudero, P. C., Domínguez, J. M. C., Venegas, D. G., & Blanco, J. M. (2022). *Instalaciones de telecomunicaciones 2022*. Editex.

*Datasheet-ENG---377-0102-00\_221108.pdf*.(s.f.).

[https://www.datacom.com.br/uploads/transceivers\\_modules/Datasheet-ENG---377-0102-00\\_221108.pdf](https://www.datacom.com.br/uploads/transceivers_modules/Datasheet-ENG---377-0102-00_221108.pdf)

*Definición, tipos y características de la fibra multimodo: OM1 vs OM2 vs OM3 vs OM4 vs OM5 | Comunidad FS*. (2021, mayo 28). Knowledge. <https://community.fs.com:7003/es/blog/advantages-and-disadvantages-of-multimode-fiber.html>

Delgado, I. C. (2002). *Técnicos auxiliares de biblioteca*. Editorial Complutense.

Fernández-Coca, A. (1998). *Producción y diseño gráfico para la world wide web*. Grupo Planeta.

González, M. S. (2007). *Sistemas telemáticos*. Ra-Ma Editorial.

Lechtaler, A. R. C., & Fusario, R. J. (1999). *Teleinformática para ingenieros en sistemas de información*. Reverte.

López Bulla, R. (2018). *Enrutamiento y configuración de redes*. Fundación Universitaria del Área Andina. <https://doi.org/10.33132/9789585462809>

Manuel, M. E., Juan. (2014). *Configuración de infraestructuras de sistemas de telecomunicaciones*. Ediciones Paraninfo, S.A.

Marín, F. G. (2016). *Mantenimiento de infraestructuras de redes locales de datos*. Eleso Editorial.

*Acarapi Maquera, M.A. (2019). Diseño e implementación de la red de área local, para las unidades desconcentradas del ministerio de desarrollo rural y tierras en la ciudad*

de la Paz [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional.<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/28257/ML-2425.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Morales, M. S. (2015). *Operaciones auxiliares con tecnologías de la información y la comunicación*. Editorial Elearning, S.L.

OSIPTEL: Número de conexiones de internet fijo con fibra óptica creció 79.61 % a marzo de 2023. (s. f.). Recuperado 6 de octubre de 2023, de <https://www.gob.pe/institucion/osiptel/noticias/768866-osiptel-numero-de-conexiones-de-internet-fijo-con-fibra-optica-crecio-79-61-a-marzo-de-2023>

Pasto, D. J., & Johnson, C. R. (1981). *Determinación de estructuras orgánicas*. Reverte.

Quintero, E. B. (2015). *Equipos de interconexión y servicios de red*. IC Editorial.

Staff, I., Inc. (1994). *Fiber optics broadband*. Information Gatekeepers Inc.

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas*. Pearson Educación.

Toro, J. A. J. (2015). *UF1874—Mantenimiento de la infraestructura de la red de comunicaciones*. Editorial Elearning, S.L.

Torres Pino, V. A., & Lama Terry, G. D. (2019). Propuesta de mejora de los procesos de instalación y gestión de averías para los servicios de telefonía fija e internet de Telefónica del Perú S.A.A. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio Institucional.<https://doi.org/10.19083/tesis/625209>

Campo Tupiza, J.F. (2019). *Diseño de red de Arcotel utilizando el modelo de arquitectura empresarial jerárquica de cisco* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional.<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17690/1/UPS%20-%20ST004277.pdf>

Vázquez, P. G., Baeza, J. P., & Herías, F. A. C. (2010). *Redes y transmisión de datos*. Universidad de Alicante.





### Anexo 3. Características físicas Datacom DM 2100

#### GABINETE

Gabinete de Mesa Plástico estándar de la línea DATACOM. Possui as dimensões de 195 mm de Largura, 200 mm de profundidade e 44 mm de altura (com os pés de borracha).

Este gabinete visa o uso em bancadas ou ainda em um bastidor 19 polegadas com o uso da bandeja MA-01 (800.0141.xx).



## Anexo 4. Especificaciones técnicas Datacom DM2100

### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

	2104 G2 EDD	2104 G2 EDD 2E1	2104 G2 EDD 8E1	2106 4GX	2106 4GX 2E1	2106 4GX 8E1
Switch L2	Wire Speed			Wire Speed		
QoS	4 Filas (L2-L3)			4 filas (L2-L3)		
Portas Elétricas 10/100/1000 Base-TX	4			6		
Porta Ópticas 1000 Base-X	4			4		
Tabela MAC Address	8k			8k		
Emulação TDM PWE3 <sup>(M)</sup>	-	2E1 (RJ45)	8E1 (RJ45)	-	2E1 (RJ45)	8E1 (RJ45)
Proteção óptica	Externa (opcional)					
Fonte de Alimentação	Fonte Interna AC/DC com seleção automática					
Umidade Relativa	10% a 90% sem condensação					
Temperatura de operação	0° a 55° C					

## Anexo 5. Características físicas del router Cisco 2811

### The Cisco 2811 Cryptographic Module Physical Characteristics

Figure 1 The Cisco 2811 router case



The Cisco 2811 router is a multiple-chip standalone cryptographic module. The router has a processing speed of 350MHz. Depending on configuration, either the internal NetGX chip or the IOS software is used for cryptographic operations.

The cryptographic boundary of the module is the device's case. All of the functionality discussed in this document is provided by components within this cryptographic boundary.

The interface for the router is located on the rear and front panels as shown in Figure 2 and Figure 3, respectively.

Figure 2 Cisco 2811 Front Panel Physical Interfaces

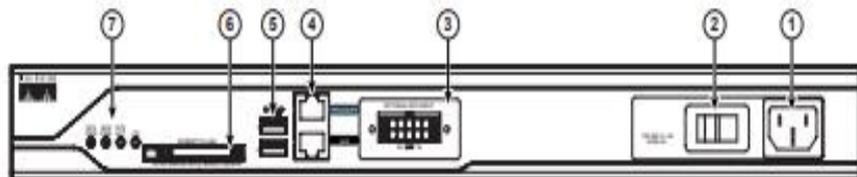
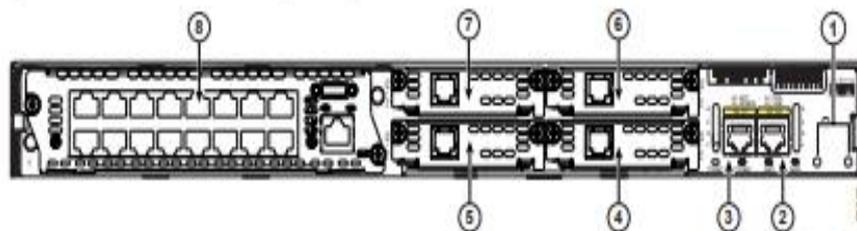


Figure 3 Cisco 2811 Rear Panel Physical Interfaces



The Cisco 2811 router features a console port, an auxiliary port, two Universal Serial Bus (USB) ports, four high-speed WAN interface card (HWIC) slots, two 10/100 Gigabit Ethernet RJ45 ports, an Enhanced Network Module (ENM) slot, and a Compact Flash (CF) drive. The Cisco 2811 router supports one single-width network module, four single-width or two double-width HWICs, two internal advanced integration modules (AIMs)<sup>1</sup>, two internal packet voice data modules (PVDMs), two fast Ethernet connections, and 16 ports of IP phone power output. The Figure 2 shows the front panel and Figure 3

shows the rear panel. The front panel contains 4 LEDs that output status data about the system power, auxiliary power, system activity, and compact flash busy status. The back panel consists of 12 LEDs: two Ethernet activity LEDs, two duplex LEDs, two speed LEDs, two link LEDs, two PVIDM LEDs, and two ADM LEDs.

The front panel contains the following:

- (1) Power inlet
- (2) Power switch
- (3) Optional RPS input
- (4) Console and auxiliary ports
- (5) USB ports
- (6) CF drive
- (7) LEDs described in table 1.

The back panel contains the following:

- (1) Ground connector
- (2) and (3) Ethernet ports and LEDs
- (4)-(7) HWIC slots
- (8) ENM slot.

## Anexo 6. Parámetros de transmisión y recepción óptica

### OPTICAL TRANSMISSION PARAMETERS

PARAMETER	MINIMUM	TYPICAL	MAXIMUM	UNIT
Transmission power	-9		-3	dBm
Extinction Ratio	9			dB
Wavelength		1310		nm
Spectral Width *			4	nm
Dispersion Tolerance *				ps/nm
Laser		FP		

### OPTICAL RECEPTION PARAMETERS

PARAMETER	MINIMUM	TYPICAL	MAXIMUM	UNIT
Wavelength		1310		nm
Sensitivity			-21	dBm
Overload			-3	dBm