



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ESTADÍSTICA E**  
**INFORMÁTICA**



**OPTIMIZACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO PARA**  
**REDES DE ALTA VELOCIDAD EN LA MUNICIPALIDAD**  
**PROVINCIAL DE EL COLLAO – ILAVE.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. LUCIANO HERNAN GARCIA HUARICALLO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO**

**PUNO – PERÚ**

**2025**



# LUCIANO HERNAN GARCIA HUARICALLO

## OPTIMIZACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO PARA REDES DE ALTA VELOCIDAD EN LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL D...

 Universidad Nacional del Altiplano

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::8254:542696214

Fecha de entrega

22 dic 2025, 7:48 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

22 dic 2025, 7:50 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

B - LUCIANO REpositorio (final) (2) final (22-2025).pdf

Tamaño del archivo

1.1 MB

107 páginas

21.090 palabras

119.928 caracteres





## 13% 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 10 palabras)

### Fuentes principales

- 11% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

  
M.Sc. Edgardo Quispe Yapo  
INGENIERO ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO  
CIP. N° 73907



  
Sr. BERNABÉ CANQUI FLORES  
Director Unidad de Investigación  
FINESI - UNA - PUNO





## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ESTADÍSTICA E  
INFORMÁTICA

OPTIMIZACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO PARA REDES DE ALTA  
VELOCIDAD EN LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE EL COLLAO – ILAVE.

TESIS PRESENTADA POR:

**LUCIANO HERNAN GARCIA HUARICALLO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:



**PRESIDENTE:**

.....  
D.Sc. ANGEL JAVIER QUISPE CARITA

**PRIMER MIEMBRO:**

.....  
Dr. MILTON ANTONIO LOPEZ CUEVA

**SEGUNDO MIEMBRO:**

.....  
Dr. RAMIRO PEDRO LAURA MURILLO

**ASESOR DE TESIS:**

.....  
M.Sc. EDGARDO QUISPE YAPO

**ÁREA:** Base de datos y sistemas de información

**TEMA:** Optimización del cableado estructurado para redes de alta velocidad en la  
municipalidad provincial de El Collao – Ilave

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 18 de setiembre del 2025



## DEDICATORIA

*A mis padres, Este logro académico refleja el esfuerzo constante que han dedicado a brindarme una educación de calidad. Cada sacrificio, cada jornada de trabajo y cada decisión que tomaron en mi beneficio son la base de mi éxito. Su dedicación y compromiso con mi formación son un regalo que valoro inmensamente.*

*Esta tesis es un testimonio de su amor y sacrificio, y me llena de orgullo rendirles homenaje de esta manera. Gracias por ser las luces en mi vida, por guiarme hacia el conocimiento y por enseñarme el valor del esfuerzo y la educación*

***Luciano Hernan Garcia Huaricallo***



## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, quiero agradecer a Dios por guiarme a lo largo de este viaje. Su luz y fortaleza han sido mi apoyo constante en los momentos de duda y desafío.*

*A mis padres, les debo un agradecimiento infinito. Su amor incondicional, sacrificio y constante aliento me han permitido alcanzar este logro. Han sido mis pilares y la razón detrás de cada esfuerzo que he realizado. Gracias por creer en mí y por enseñarme la importancia del trabajo duro y la perseverancia.*

***Luciano Hernan Garcia Huaricallo***



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>16</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>17</b>

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>21</b>
1.2.1. Problema General .....	21
1.2.2. Problemas específicos.....	21
<b>1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>21</b>
1.3.1. Objetivo General.....	21
1.3.2. Objetivos Específicos .....	21
<b>1.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>22</b>
1.4.1. Hipótesis general.....	22
1.4.2. Hipótesis específicas.....	22

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA



<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>23</b>
2.1.1. Antecedentes Internaciones .....	23
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	25
2.1.3. Antecedentes Locales o Regionales.....	28
<b>2.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>29</b>
2.2.1. Redes de alta velocidad.....	29
2.2.2. Cableado estructurado.....	30
2.2.2.1. Definición.....	30
2.2.2.2. Características .....	31
2.2.3. Componentes del Cableado Estructurado .....	32
2.2.3.1. Cables .....	32
2.2.3.2. Conectores .....	33
2.2.3.3. Canalizadores .....	34
2.2.3.4. Dispositivos de redes LAN .....	35
2.2.3.5. Topología Estrella .....	37
2.2.3.6. Diseño e implementación de cableado estructurado .....	39
2.2.4. Metodología Top-Down .....	42
2.2.4.1. Definición de la metodología Top-Down .....	42
2.2.4.2. Ventajas de la metodología Top-Down.....	43
2.2.4.3. Metodología Top-Down al cableado estructurado .....	44
2.2.5. Fases de la metodología Top-Down en el cableado estructurado.....	45
2.2.5.1. Requerimientos .....	46
2.2.5.2. Diseño lógico .....	46
2.2.5.3. Diseño físico.....	47
2.2.5.4. Documentación .....	47



<b>2.3. MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>48</b>
------------------------------------	-----------

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1. GENERALIDADES DEL ESTUDIO .....</b>	<b>51</b>
3.1.1. Lugar del estudio .....	51
<b>3.2. DISEÑO Y TIPO.....</b>	<b>52</b>
3.2.1. Diseño de investigación .....	52
3.2.2. Tipo de investigación.....	52
<b>3.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....</b>	<b>53</b>
<b>3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....</b>	<b>54</b>
3.4.1. Población .....	54
3.4.2. Muestra .....	55
<b>3.5. MATERIALES Y EQUIPOS.....</b>	<b>55</b>
3.5.1. Materiales.....	55
3.5.2. Hardware.....	56
3.5.3. Software .....	56
<b>3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....</b>	<b>56</b>
<b>3.7. TÉCNICA E INSTRUMENTOS .....</b>	<b>57</b>
<b>3.8. PROCEDIMIENTO.....</b>	<b>58</b>
3.8.1. De coordinación.....	58
3.8.2. De ejecución .....	58
<b>3.9. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....</b>	<b>60</b>
3.9.1. Análisis de requerimientos bajo encuesta virtual .....	60
3.9.2. Procesamiento estadístico .....	61
<b>3.10. ASPECTOS ÉTICOS .....</b>	<b>61</b>



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1.</b>	<b>ESTADO INICIAL DE LA RED DE DATOS .....</b>	<b>63</b>
4.1.1.	Designación de oficinas a recablear.....	66
4.1.2.	Resultados de métricas según IETF RFC 2544 .....	66
4.1.3.	Estado de equipos y cableado .....	69
<b>4.2.</b>	<b>DISEÑO DE LA RED SEGÚN METODOLOGÍA TOP-DOWN .....</b>	<b>69</b>
4.2.1.	Requerimientos .....	70
4.2.2.	Diseño lógico .....	71
4.2.3.	Documentación .....	72
4.2.3.1.	Para Router Activo con prioridad 150 .....	72
4.2.3.2.	Para Router Pasivo con prioridad 100.....	73
4.2.3.3.	Para Router Central .....	73
<b>4.3.</b>	<b>EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA RED .....</b>	<b>74</b>
<b>4.4.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>78</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>83</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>85</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>92</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Conceptualización de cableado.....	33
<b>Tabla 2</b> Características de cableado estructurado .....	35
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de variables .....	56
<b>Tabla 4</b> Respuestas de las fichas de observación por Google Forms.....	63
<b>Tabla 5</b> Tasa de transferencia (Ancho de banda) en Mb/s .....	66
<b>Tabla 6</b> Latencia promedio en los IP's en milisegundos .....	67
<b>Tabla 7</b> Variación de latencia en IP's en milisegundos en Pre-Test.....	67
<b>Tabla 8</b> Tasa de error de paquetes corruptos o fallidos.....	68
<b>Tabla 9</b> Tabla de requerimientos de la nueva red .....	70
<b>Tabla 10</b> Tasa de transferencia en Mb/s del Pre-Test vs Post-Test .....	74
<b>Tabla 11</b> Latencia en milisegundos promedio .....	75
<b>Tabla 12</b> Variación de latencia en IP's en milisegundos en Post-Test .....	75
<b>Tabla 13</b> Tasa de error (%) de paquetes.....	77



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Topología de red de tipo estrella .....	38
<b>Figura 2</b> Fases metodología Top-Down Network Design .....	45
<b>Figura 3</b> Municipalidad provincial de El Collado - Ilave .....	51
<b>Figura 4</b> Fases de la metodología de diseño Top-Down.....	54
<b>Figura 5</b> Diseño lógico de una red con alta disponibilidad.....	71
<b>Figura 6</b> Configuración de la puerta g0/1 .....	72
<b>Figura 7</b> Configuración de router pasivo con polaridad 100 .....	73
<b>Figura 8</b> Configuración de router central.....	73



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1</b> Matriz de consistencia .....	92
<b>Anexo 2</b> Fichas de observación de Requerimientos.....	93
<b>Anexo 3</b> Descripción gráfica de los resultados del cuestionario.....	94
<b>Anexo 4</b> Lista de equipos de la Municipalidad de Ilave por pisos.....	96
<b>Anexo 5</b> Configuración de las tecnologías HSRP.....	98
<b>Anexo 6</b> Documentos presentados .....	101
<b>Anexo 7</b> Equipos utilizados .....	102
<b>Anexo 8</b> Panel fotográfico.....	103
<b>Anexo 9</b> Declaración de autenticidad.....	106
<b>Anexo 10</b> Autorización para deposición a la plataforma PILAR.....	107



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CDN:	Content Delivery Network
CISCO:	Cisco Systems, Inc.
COVID-19:	Coronavirus Disease 2019
EMI:	Interferencia electromagnética
HDMI:	High-Definition Multimedia Interface
HSRP:	Hot Standby Router Protocol
Hub:	Concentrador (en redes)
IEDEP:	Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial
IEEE:	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IoT:	Internet of Things
IP:	Internet Protocol
ISO:	International Organization for Standardization
LAN:	Local Area Network
Mbps:	Megabits per Second
NAS:	Network Attached Storage
NAT:	Network Address Translation
NIC:	Network Interface Card
OTI:	Oficina de Tecnología e Informática
PC:	Personal Computer
PoE:	Power over Ethernet
PPDIOO:	Preparación, Planeación, Diseño, Implementación, Operativa y Optimización
PVC:	Policloruro de Vinilo



QoS:	Quality of Service
RFI:	Radiofrecuencia
RJ-45:	Registered Jack-45
RRHH:	Recursos humanos
RTV:	Radio y televisión
SACITEC:	Soluciones Avanzadas en Comunicación Ingeniería y Tecnología
SISFOH:	Sistema de focalización de hogares
TCP:	Transmission Control Protocol
TIC:	Tecnologías de la Información y la Comunicación
USB:	Universal Serial Bus
UTP:	Unshielded Twisted Pair
VLAN:	Virtual Local Area Network
VLSM:	Variable Length Subnet Masking
VPN:	Virtual Private Network
VRRP:	Virtual Router Redundancy Protocol
WAN:	Wide Area Network
WiFi:	Wireless Fidelity



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal optimizar el rendimiento de la red mediante cableado estructurado bajo la metodología de Top-Down. El problema planteado fue ¿En qué medida mejora el rendimiento la red mediante cableado estructurado en la municipalidad provincial El Collao distrito de Ilave 2023? La metodología fue de tipo aplicativo, explicativo, de diseño cuasiexperimental de un solo grupo, de enfoque cuantitativo y de corte transversal. La muestra fue la red de 2 oficinas (RRHH y SISFOH) con total de 40 computadoras en las dos oficinas, como muestra representativa se analizó 2 oficinas, seleccionadas mediante muestreo por conveniencia, considerando su accesibilidad y disponibilidad, la homogeneidad de los equipos mitiga esta limitación, de una población total de 50 oficinas de la municipalidad. La técnica fue la observación y el instrumento fueron las pruebas de red según el estándar IETF RFC 2544 que mide (tasa de transferencia, latencia, variación de latencia y tasa de error). Se usó la metodología de Top-Down para el diseño de la red de ambas oficinas. Se halló que el cableado, los equipos de red y las computadoras están por cumplir su vida útil y presentan fallas, mientras que la mayoría de funcionarios usa aplicaciones básicas de ofimática, el servicio Singer y redes sociales con un 41%. El uso de HSRP evitó la caída de la red. Finalmente, el cableado estructurado mejoró las métricas de subida y bajada en la oficina de RRHH, redujo la variación de latencia ( $p < 0.05$ ), y redujo la tasa de error de envío de paquetes de datos de 0.68% a 0.07%. Se concluye que el cableado estructurado optimizó la conexión de red a nivel de transferencia de datos, latencia y tasa de error con un p-valor menor a 0.05. No habiendo mejora significativa en la variación de latencia, pero si una ligera mejora con una variación media de entre 10 ms a 20 ms.

**Palabras clave:** Alta velocidad, Cableado estructurado, Comunicación, Redes, Top-Down



## ABSTRACT

The main objective of this research was to optimize network performance through structured cabling using the Top-Down methodology. The research problem was: To what extent does structured cabling improve network performance in the Provincial Municipality of El Collao, Ilave district, in 2023? The study applied an explanatory, application-oriented, quasi-experimental single-group design, with a quantitative approach and cross-sectional scope. The sample consisted of the network of two offices (HR and SISFOH), with a total of 40 computers. These two offices were selected as a representative sample through convenience sampling, considering accessibility and availability; the homogeneity of the equipment mitigates this limitation, out of a total population of 50 municipal offices. The data collection technique was observation, and the instrument consisted of network tests according to the IETF RFC 2544 standard, measuring throughput, latency, latency variation, and error rate. The Top-Down methodology was used for the network design of both offices. The study found that the cabling, network devices, and computers were approaching the end of their useful life and showed failures, while most staff used basic office applications, the Singer service, and social networks (41%). The use of HSRP prevented network downtime when the main router failed. Finally, structured cabling improved upload and download metrics in the HR office, reduced latency variation ( $p < 0.05$ ), and decreased the data packet error rate from 0.68% to 0.07%. It is concluded that structured cabling optimized the network connection in terms of data transfer, latency, and error rate, with a p-value less than 0.05. There was no significant improvement in latency variation, although a slight improvement was observed, with an average variation between 10 ms and 20 ms.

**Keywords:** Communication, High speed, Networks, Structured cabling, Top-Down.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más interconectado y dependiente de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la infraestructura de redes juega un papel fundamental en la eficiencia y productividad de organizaciones de todos los tamaños. El Perú ha experimentado un crecimiento significativo en el uso de tecnologías digitales (Chirinos, Gasco, Gil y Soto, 2024), impulsado por políticas de inclusión digital y el acceso cada vez mayor a dispositivos conectados tanto en instituciones privadas y públicas. Sin embargo, persisten desafíos en la infraestructura de redes, especialmente en áreas remotas o de difícil acceso.

La importancia de disponer de un sistema de cableado estructurado en la Municipalidad Provincial de El Collao es fundamental para la optimización de recursos, la gestión eficiente de la información y la mejora de los servicios ofrecidos a la comunidad. Lo que se resume en un impacto positivo en la población local, al facilitar la prestación de servicios públicos de manera más eficaz y oportuna en todas sus oficinas.

Este trabajo se compone en los siguientes acápites, empezando por la introducción donde se detallan el planteamiento del problema, y la estructuración de problemas, objetivos e hipótesis. Continúa con la revisión de literatura, donde se filtraron antecedentes y las bases teóricas que enmarca el presente estudio. La metodología donde se observa el lugar, el tipo y diseño del estudio, la población y muestra estudiada, los equipos tecnológicos utilizados, el tipo y diseño, la técnica e instrumentos utilizados y los parámetros de conexión evaluados. Finalmente, los resultados de la propuesta bajo la metodología Top-Down junto con sus estadísticos inferenciales y la documentación de la



red de cableado estructurado desarrollado y la discusión con otros estudios. El trabajo finaliza con las respectivas conclusiones y recomendaciones.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las entidades gubernamentales ofrecen servicios de toda índole, desde un simple trámite administrativo hasta la implementación de sistemas complejos, gracias a la crisis sanitaria del COVID-19 está ha tenido que acelerar significativamente (Cámara, 2020). Que según el índice de desarrollo tecnológico de las Naciones Unidas, Perú resultó mejorar ligeramente en el desarrollo tecnológico especialmente en servicios en línea, pero el mismo informe menciona que la problemática radica en la infraestructura tecnológica (IEDEP, 2020). Especialmente nuestra región puneña presenta la mayor cantidad de proyectos tecnológicos a nivel nacional pero que el 80% de ellos no se han implementado (Cámara, 2020).

El decreto legislativo 1214, llamada también como la Ley de Gobierno Digital exige a las entidades gubernamentales del país a ofrecer una adecuada gestión de servicios digitales, arquitectura, interoperabilidad, seguridad digital de datos y el régimen jurídico que soporte del uso transversal de las tecnologías en los 3 niveles de gobierno (Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gobierno Digital, 2018). Como tal, la realidad es ajena a las normativas, ya que según un informe tecnológico concluyó que los gobiernos locales en su mayoría carecen de un conocimiento sólido en gestión de soluciones tecnológicas en la mejora de los servicios públicos, lo que ocasiona principalmente retraso en desarrollo y crecimiento de la población (AmericaSistemas, 2021). Es decir que las los gobierno desconocen la tecnología e independiente de su correcto funcionamiento, estos delegan la responsabilidad a las oficinas de tecnologías, los llamados oficinas OTI, quienes desde su nivel de conocimiento tecnológico deberá de al menos funcionar los



servicios que ofrece. Por lo que la escalabilidad de toda la infraestructura recae en nivel de experto del jefe esta oficina en cuestión.

La Municipalidad Provincial de El Collao - Ilave, al igual que muchas otras instituciones públicas, enfrenta desafíos en cuanto a la estabilidad y eficiencia de su infraestructura de redes. Los trabajadores de la municipalidad han expresado preocupación por las constantes interrupciones en el servicio de red, lo que impacta negativamente en su capacidad para llevar a cabo sus tareas diarias de manera efectiva. Estas interrupciones no solo afectan la productividad del personal, sino que también obstaculiza la prestación de servicios públicos esenciales a los ciudadanos de El Collao - Ilave. A pesar de los avances en tecnología y conectividad a nivel nacional e internacional, la infraestructura de redes en la municipalidad muestra signos de insuficiencia y falta de optimización de carácter escalar. Los problemas de conectividad y la inestabilidad en la red se atribuyen a varios factores, como la obsolescencia de la infraestructura existente, la falta de mantenimiento adecuado y la creciente demanda de ancho de banda debido al uso intensivo de aplicaciones y servicios digitales por parte de los funcionarios de la municipalidad.

El problema es claro, se tiene una variedad de equipos de conexión a internet en el Municipio que pueden a utilizarse y re cablear ciertas oficinas que presentan un bajo ancho de banda, latencia considerable y cortes repentinos, quizás no porque el servicio de internet sea malo, sino porque la estructura de cableado no tuvo en cuenta el tema escalable desde un inicio. Es decir, que el proyecto de cableado no se proyectó para la envergadura que se necesita hoy en día y las incomodidades de los funcionarios son claras. Esta problemática fue observada de primera mano en el ejercicio del trabajo como administrador de la oficina de OTI donde claramente las quejas diarias mostraban un recableado inmediatamente. Del mismo modo, que emergía una solución sobre nuevas



tecnologías escalables siguiendo la metodología Top-Down. Por lo que nos cuestionamos las siguientes interrogantes.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema General**

- ¿En qué medida mejora el rendimiento la red mediante cableado estructurado en la municipalidad provincial El Collao distrito de Ilave 2023?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el estado inicial de la red de datos de la municipalidad provincial El Collao - Ilave?
- ¿Es posible diseñar una red de datos para la municipalidad provincial El Collao – Ilave?
- ¿Cuál es el rendimiento de la red de datos de la municipalidad provincial El Collao – Ilave?

## **1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo General**

- Optimizar el rendimiento la red mediante cableado estructurado con una metodología Top-Down, en la municipalidad provincial El Collao distrito de Ilave 2023.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Analizar el estado inicial de la red de datos de la municipalidad provincial El Collao - Ilave.



- Diseñar una red de datos para la municipalidad provincial El Collao – Ilave.
- Evaluar el rendimiento de la red de datos de la municipalidad provincial El Collao – Ilave.

## **1.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Hipótesis general**

- El rendimiento de la red mejora significativamente mediante el cableado estructurado con metodología Top-Down en la Municipalidad Provincial de El Collao Ilave – Puno en el periodo 2023.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- El estado inicial de la red de datos presenta problema en la eficiencia de la operatividad de la Municipalidad Provincial de El Collao Ilave – Puno.
- El diseño de una red de datos para la eficiencia de la operatividad de la Municipalidad Provincial de El Collao Ilave – Puno.
- El rendimiento de la red de datos de la Municipalidad Provincial El Collao – Ilave presenta deficiencias significativas.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. Antecedentes Internaciones

Salazar (2023) diseñó un sistema de cableado estructurado conforme a estándares internacionales para el edificio "Familias en Acción", perteneciente a la Alcaldía de Armenia, Quindío. Para mejorar la seguridad de la información, la eficiencia en la transmisión de datos, la conectividad entre redes y la adaptación al protocolo IPv6, se propone llevar a cabo la reestructuración del cableado. Esto implicará la instalación de nuevos elementos, como cables de fibra óptica, switches y puntos de acceso, así como la configuración y conexión de los dispositivos de red. Después de analizar la situación actual en el edificio, se ha identificado la necesidad de introducir mejoras técnicas y de interconexión para optimizar el servicio de red de datos, se permitió obtener un presupuesto realista, mediante el cálculo de promedios aritméticos para los A.P.U.S y la evaluación de costos globales de cada ítem del proyecto.

Vargas (2020) planteó crear una red de cableado estructurado de categoría 6 de alto rendimiento, siguiendo el estándar IEEE 802.3, con el objetivo de establecer una infraestructura tecnológica avanzada en el laboratorio de telecomunicaciones de la carrera de Ingeniería en Computación y Redes. Durante dicho análisis se identificaron los problemas y deficiencias existentes en la red, los cuales obstaculizan su adecuado funcionamiento y limitan el aprovechamiento de los recursos ofrecidos por la red universitaria, Se procedió a realizar una



identificación técnica de los equipos y componentes necesarios para el diseño físico de la infraestructura tecnológica de cableado estructurado en el laboratorio de telecomunicaciones. Durante este proceso, se determinó que el elemento clave para esta implementación sería el Switch Mikrotik CSS326, el cual desempeñaría la función de interconectar múltiples puntos de conexión dentro de la red. Por lo cual se observó viable utilizar equipos de categoría 6 con el fin de mejorar la velocidad de transmisión de datos, teniendo una relación con la topología de estrella se implementó de acuerdo con el estándar 802.3, que establece las normas de Ethernet.

Acosta (2018) diseñó e implementó adecuadamente un sistema de cableado estructurado en las oficinas de la empresa Soluciones Avanzadas en Comunicación Ingeniería y Tecnología (SACITEC), con el propósito de integrar servicios diversos como video, voz y datos, y obtener varias ventajas, incluyendo una administración sencilla, un seguimiento efectivo del sistema, la extensión de la vida útil de la red, la optimización de espacios y el aumento de la velocidad de transferencia de datos dentro de la empresa. Para alcanzar estos objetivos, se utilizará la metodología PPDIIO (Preparación, Planeación, Diseño, Implementación, Operativa y Optimización) desarrollada por CISCO, la cual consta de seis fases o etapas, así como la norma mexicana NMX-I-236/03-NYCE-2005, que detalla los procedimientos correctos para la implementación del cableado estructurado. Finalmente, se proporcionarán recomendaciones a la empresa para garantizar el correcto funcionamiento de su red y prevenir problemas futuros.



### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Urquia (2022) diseñó una red de datos para el Ministerio Público del Distrito Federal de Lima Este, específicamente en su sede de Chaclacayo. El cableado estructurado de esta red se ha basado en normativas y estándares, con el objetivo de optimizar los procesos de comunicación en dicha sede. En el desarrollo de la arquitectura tecnológica se empleó un método de diseño top-Down, que incluye cuatro fases: análisis de requisitos, desarrollo de diseño lógico, desarrollo de diseño físico y pruebas, optimización y documentación del diseño, todo ello en conformidad con los estándares y normativas de cableado estructurado. Como resultado, se ha logrado diseñar una red rápida, actualizada, flexible y escalable, que ofrece una alternativa para abordar la problemática identificada. La mejora de la red de datos en los distintos distritos fiscales es crucial, dado que el Ministerio Público es una institución pública encargada de proteger los intereses del estado y de la sociedad en general.

Rosilio (2019) desarrolló una propuesta para mejorar la infraestructura de red en dicha sede, con el fin de elevar la calidad de los servicios públicos ofrecidos. Para llevar a cabo esta investigación, se empleó un diseño no experimental y de corte transversal, ya que se describió la situación en un momento específico con una población definida en un marco temporal determinado. La población estuvo compuesta por todos los servidores públicos de la sede del Gobierno Regional, totalizando 528 empleados, y se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia para seleccionar a 140 funcionarios con conocimientos medios o altos en TIC. Los resultados obtenidos permitieron definir una propuesta de mejora para la nueva infraestructura de red y telecomunicaciones. En conclusión, la implementación de nuevas tecnologías con



enfoques modernos y actualizados mejorará la calidad de los servicios públicos, ya que la actualización de equipos proporcionará escalabilidad y prolongará la vida útil de la nueva red.

Infante (2023) diseñó un sistema de cableado estructurado como mejora de la red informática en la unidad de criminalística de la dirección antidrogas de la policía nacional del Perú, Universidad Nacional del Callao. Su objetivo principal fue, crear una infraestructura de cableado estructurado con el fin de mejorar la conectividad de la red informática, El investigador alcanzó la conclusión de: A partir de la primera hipótesis específica, se evidencia una mejora en la capacidad de expansión de la red al reducir la necesidad de cableado horizontal. Además, se ha constatado una disminución en la pérdida de señal en los puntos de conexión de la red. Además, mediante una prueba de confianza al 95%, se ha confirmado que la implementación del sistema de cableado estructurado propuesto mejora la calidad del servicio de la red optimizando y asegurando un rendimiento óptimo de la red informática, tras la verificación de las hipótesis específicas. Se ha constatado que el sistema cumple con los estándares y requisitos del usuario, lo que conlleva una mejora notable en los servicios ofrecidos por la red informática a través del diseño propuesto del sistema de cableado estructurado

Chavez (2018) creó una estructura física de un sistema de cableado estructurado con el fin de mejorar la eficiencia de las comunicaciones de datos en el Hospital Regional de Moquegua, llegando a la conclusión, Después de investigar los estándares relacionados con el diseño de un sistema de cableado estructurado, se llega a la conclusión de que el diseño más apropiado depende de las características específicas de las instalaciones del hospital, los requisitos del



cliente y las regulaciones vigentes, el diseño propuesto se ha desarrollado sin tener en cuenta la tecnología y los equipos específicos utilizados. Esto se evidencia en el hecho de que se ha creado el diseño sin hacer referencia a las especificaciones técnicas de los dispositivos que se instalarán en el hospital. En su lugar, el diseño del sistema cableado estructurado se ha basado en las características y propiedades de los distintos medios que se utilizarán. En un hospital, el papel del sistema de cableado de red es de vital importancia para garantizar una red de comunicaciones estable. Por lo tanto, es esencial tener en cuenta diversos factores durante el diseño. Se debe considerar los requisitos de ancho de banda de los diferentes sistemas y equipos que se instalarán en el hospital, así como la vida útil esperada de la solución. También se debe garantizar que el diseño sea capaz de soportar futuras tecnologías y brindar protección contra interferencia electromagnética (EMI) y radiofrecuencia (RFI).

Rivera (2018) diseño una Red de Cableado Estructurado (LAN) como solución alternativa a la falta de comunicación de datos entre las oficinas de la Municipalidad Distrital de Huallanca, con el objetivo de garantizar la realización segura, confiable y rápida de tareas y procesos. Se consideraron los detalles de la problemática y los requisitos específicos de la Municipalidad, incluida la ausencia del Centro de Datos, mediante la aplicación de la metodología PPDIIOO de CISCO para detallar los requerimientos identificados. Dado el análisis de la situación en esta entidad, se adoptó un enfoque de investigación descriptivo tecnológico, que prescinde de hipótesis y se basa en un diseño no experimental. En última instancia, el objetivo de esta investigación es determinar la mejor propuesta de Red de Cableado Estructurado para optimizar los procesos de comunicación, permitiendo



así mejorar la transmisión de datos entre los usuarios conectados a la red de datos en la Municipalidad Distrital de Huallanca.

Orellana (2021) diseñó un sistema de cableado estructurado para un Hospital/Centro de Salud, donde se busca integrar los diversos servicios de voz, video, datos, entre otros, presentes en la actualidad. Con esta integración, se pretende obtener una serie de ventajas significativas, que incluyen un bajo costo de mantenimiento, optimización de espacios, amplio ancho de banda y una vida útil superior a los 10 años. Para lograrlo, se comienza calculando el número de tomas de telecomunicaciones necesarias para los diferentes servicios, seguido de una planificación detallada del cableado. Durante la etapa de RTV (Radio y Televisión), se realizan cálculos que muestran los parámetros principales para el correcto funcionamiento del cableado de RTV.

### **2.1.3. Antecedentes Locales o Regionales**

Huarcaya y Muñoz (2022) implementaron un modelo de red organizado utilizando la metodología del ciclo de vida de red de CISCO en la Comuna Distrital. Esto se traducirá en mejoras significativas en la calidad de los servicios, la velocidad de transferencia de datos y la estabilidad general de los sistemas de información de la entidad mencionada. La red actual no cumple con las normas y estándares de cableado estructurado, lo que llevó a la aplicación de la metodología PPDIIO de CISCO. Gracias a esto, se diseñó un nuevo modelo de red estructurado que incorpora las reglas, normas y estándares de calidad necesarios. Se planteó el enfoque de subnetting con VLSM y VLANs para su futura implementación, lo que permitirá minimizar los dominios de broadcast y colisión. El diseño del nuevo modelo de red estructurado para la Comuna Distrital de Santa



Rosa ha resultado en una mejora significativa del 90% en las transferencias de datos. En conclusión, es imprescindible proceder con prontitud en la instalación de este nuevo diseño para aprovechar sus beneficios.

Montes de Oca & Ramos (2021) optimizaron el servicio de Internet basándose en la metodología Top-Down y basándose en la tecnología VRRP como sistema anti caídas de red utilizando herramientas MikroTik para la administración del ancho de banda, latencia. Todo esto encuestado en los 63 trabajadores de los 120 que laboran en Educación Continua de la Universidad Nacional del Altiplano. De diseño cuasi experimental obteniendo bajo una prueba t de Student respecto a la disponibilidad con un p-valor de 0.002. Misma que también fue reducida los cortes a 13 horas y media en todo un año. Lo que supone una disponibilidad de 99.94%, y reasignando el ancho de banda de 469.0 Mbps de los 480 Mbps totales.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Redes de alta velocidad**

En el caso de las redes de telecomunicación, sus inicios se remontan alrededor de 1780 en los primeros experimentos en el Reino Unido, conocida como la primera revolución. Para 1880 ya era una tecnología madura extendiéndose en toda Europa, América del Norte, Asia, América Latina y el África pasando por la segunda y tercera revolución industrial. Es de los años 2000 cuando aparece la cuarta revolución al combinar todas las área de conocimiento humano que fusionan con las TIC de manera multidisciplinaria (Castillo, 2019).

Son desde los años 2000 en adelante que emerge una fuerte tendencia a conectarlo todo a internet, desde los IoT (Internet of things), energías eléctricas



inteligentes (Smart Grids), ciudades inteligentes (Smart Cities), Big data que conllevaba junto con el Data Analytics, el Cloud Computing, el Cyber Space, Cyber Security y las tecnologías de concesión móvil 1G, 2G, 3G y 4G (Castillo, 2019). Nos encontramos entonces en un punto tecnológico donde muchas de las tecnologías a implementar son posibles siempre que se tenga acceso a internet y al infraestructura necesario, es decir la limitante ya no es la conexión sino la capacidad de implementar algo a beneficio propio (Díaz & Ayala, 2020).

Es entonces, necesaria la infraestructura de red para obtener una buena velocidad en la red tomando como la más sofisticada las redes alambicas (LAN, WAN y CDN) sobre los otros tipos de redes incluidas las redes inalámbricas debido a la latencia de las redes inalámbricas que presentan (UAEH, 2022). Una institución u organización de infraestructuras requiere de robustas tecnologías como el cableado estructurado debido a que ofrecen servicios o prestaciones o donde contienen centros de datos donde almacenan información (UAEH, 2022).

## **2.2.2. Cableado estructurado**

### **2.2.2.1. Definición**

El cableado estructurado constituye un sistema holístico entonces que engloba cables, conectores, canalizaciones y dispositivos, concebido para establecer una infraestructura de telecomunicaciones en un edificio o espacio determinado. Su propósito fundamental radica en la óptima conducción de señales de internet, garantizando eficiencia, seguridad y capacidad de escalabilidad en la transmisión de información (Faubla et al., 2011). En la actualidad una red estructurada ya no es solamente un



conjunto de computadoras conectadas entre sí que comparten recursos y servicios (Gonzalez, 2013).

#### 2.2.2.2. Características

**Modularidad:** El cableado estructurado se destaca por su enfoque modular, lo que implica la utilización de componentes estandarizados que pueden ser fácilmente interconectados y reemplazados. Esta característica ofrece una gran flexibilidad en el diseño e instalación de la red, adaptándose a las necesidades específicas de cada entorno la cual facilita la expansión y reconfiguración futura de la red sin requerir cambios significativos en la infraestructura existente (Palaquibay, 2012).

**Escalabilidad:** Significa que la infraestructura puede crecer y ajustarse conforme aumentan las demandas de comunicación. La adición de nuevos usuarios, dispositivos y aplicaciones no afecta el rendimiento de la red, gracias a la utilización de componentes de alta calidad y topologías de red eficientes (Faubla et al., 2011).

**Estandarización:** Basado en normas (ISO) y estándares internacionales como la ANSI/TIA/EIA-568, el cableado estructurado garantiza la compatibilidad entre diferentes componentes y equipos de red, sin importar el fabricante. Esta estandarización simplifica la gestión y el mantenimiento, eliminando preocupaciones sobre problemas de compatibilidad (Chavez, 2018).

Las normas y estándares de cableado desempeñan un papel importante en la creación de redes seguras, confiables y escalables. A medida que la tecnología avanza y las demandas del sector industrial se vuelven más



rigurosas, las organizaciones responsables de la normalización y estandarización han evolucionado a lo largo del tiempo para adaptarse a estos cambios. A continuación, se presenta una línea de tiempo que detalla esta evolución con mayor detalle (Borbor, 2015).

**Rendimiento:** Esta debe soportar velocidades de transmisión necesarias para aplicaciones modernas. La selección cuidadosa de cables y conectores según la velocidad requerida (100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps o superior) y la implementación de topologías eficientes ayudan a minimizar la latencia y mejorar el rendimiento general de la red (Carabajo, 2010; Joskowicz, 2013).

**Seguridad:** La seguridad es un aspecto crítico del cableado estructurado, requiriendo protección contra accesos no autorizados, interferencias electromagnéticas y otros riesgos potenciales. Mediante medidas físicas y lógicas como control de acceso, firewalls y sistemas de detección de intrusiones, se garantiza la integridad y confidencialidad de la red, aunque esta depende del grado de seguridad que requiere la institución u organización (Chavez, 2018).

### 2.2.3. Componentes del Cableado Estructurado

#### 2.2.3.1. Cables

Es un elemento físico que permite conectar entre sí a diferentes equipos de conexión como computadoras, routers, switches, centros de datos en otros. Son llamados también cables de red para sistemas alámbricos, comúnmente están hechos de cobre y recubiertas con plástico (Meneses, 2014).

**Tabla 1**

*Conceptualización de cableado*

<b>CABLEADO</b>		
Tipos	Par trenzado	Común, bajo costo y versatilidad.
	Fibra Óptica	Aplicaciones de alta velocidad, ancho de banda y transmisión distanciada.
	Coaxial	Utilizado en redes de televisión y datos.
Categorías	Cat5e	Capacidad de 100 Mbps.
	Cat6	Capacidad de 1 Gbps.
	Cat7	Capacidad de 10 Gbps.
	Cat8	Capacidad de 40 Gbps (en proceso).
Características	Calibración del conductor.	
	Utilidad y numeración de pares trenzados.	
	Tipos de Blindajes.	
	Soporte y retardación al fuego.	

Nota: (Meneses, 2014; Morales, 2005).

### **2.2.3.2. Conectores**

Estas posibilitan la conexión física entre diversos cables y equipos de red. Sus funciones abarcan desde la interconexión de cables de distintas características hasta la adaptación entre cables y equipos con interfaces diferentes. Además, garantizan la transmisión eficiente de señales de datos, voz y video, al tiempo que contribuyen a proteger la integridad de la red contra interferencias y accesos no autorizados. La flexibilidad que ofrecen permite realizar cambios y expansiones en la red de manera sencilla. Entre los tipos más comunes se encuentran el RJ-45, ampliamente utilizado en redes de datos de par trenzado, y los conectores SC, LC y ST, preferidos para cables de fibra óptica debido a su mayor ancho de banda y alcance. También se emplean conectores como el BNC para redes de televisión por cable, y otros como HDMI, USB y Ethernet. Estos



conectores varían en características como el material de fabricación (plástico, metal), la categoría de cable (Cat5e, Cat6, Cat7), el tipo de contacto (macho o hembra), el blindaje contra interferencias electromagnéticas y el diseño modular, compacto y resistente (Güimi, 2009; Joskowicz, 2013).

### 2.2.3.3. Canalizadores

**Canaletas:** Estos conductos, ya sean metálicos o de plástico, son empleados en paredes y techos para la protección y distribución visible de cables. Son particularmente útiles en espacios donde se necesitan recorridos cortos y la capacidad de cables requerida no es extensa. Además de proporcionar una manera segura de organizar los cables, facilitan el acceso para inspecciones y mantenimiento (Huarcaya y Muñoz, 2022).

**Bandejas:** Estos dispositivos son fundamentales para la organización y gestión eficiente de cables en entornos como racks y armarios. Se trata de estructuras metálicas diseñadas específicamente para instalarse en dichos espacios, con el propósito de organizar y distribuir los cables de manera ordenada y accesible (Palaquibay, 2012). Su uso es especialmente relevante en entornos críticos como centros de datos y salas de telecomunicaciones, donde la correcta disposición de los cables es esencial para garantizar un funcionamiento óptimo de la infraestructura de red. (Dirección General de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, 2019).

**Tabla 2**

*Características de cableado estructurado*

CARACTERÍSTICAS		
Material	PVC	Factibilidad y coste económico.
	Metal	Resistencia y seguridad.
Tamaño	Diámetro	Permite el paso sin obstrucciones, con una instalación eficiente.
	Longitud	Captando el recorrido específico, acorde a las necesidades.
Características	Tipo de cableado a instalar	
	Ambiente y entorno acondicionado a trabajar.	
	Estética y arquitectura.	
	Presupuesto y cotización.	

Nota: (Dirección General de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, 2019).

#### **2.2.3.4. Dispositivos de redes LAN**

Son las redes ubicadas en un área restringida, cuya propiedad es privada; pueden estar situadas en una oficina o en el edificio de la empresa. Las hogareñas también se consideran LAN siempre y cuando tengan, al menos, dos computadoras. Para que una PC pueda tener acceso a la red, debe poseer una tarjeta de red (NIC). Los componentes de una LAN pueden ser: computadoras, servidores e impresoras, entre otros. Los medios utilizados para conectarlas son los cables y/o el aire (el más común es el sistema WiFi, a través de un access point), y los dispositivos de enlace (networking): hub, patch panels, switch o router (Gonzalez, 2013). Estas logran compartir archivos y hardware de manera eficiente y permite la comunicación interna y suelen usar tecnologías Ethernet (broadcast)



mediante cables UTP. Normalmente operan a una velocidad entre 100 Mbps y 1000 Mbps (Gonzalez, 2013).

**Patch panels:** Estructuras metálicas equipadas con puertos RJ-45 o LC, son imprescindibles en la gestión y organización eficiente de los cables de red. Su función principal radica en posibilitar la interconexión entre los cables horizontales y verticales, promoviendo así una arquitectura de red ordenada y optimizada. Estos dispositivos, además de simplificar la conectividad, ofrecen una gestión más efectiva del cableado, lo que resulta fundamental tanto en la administración cotidiana como en las tareas de mantenimiento (Rivera, 2018).

**El cableado:** En términos sencillo es un conjunto de cables que despliega una variedad de tecnologías, entre las que destacan el cableado de par trenzado, la fibra óptica y el cableado coaxial. Estas tecnologías ofrecen diferentes niveles de rendimiento y capacidades de transmisión de datos, permitiendo adaptarse a las necesidades específicas de cada (Chavez, 2018).

**Los switches:** Son elementos esenciales en la infraestructura de redes, actuando como dispositivos centrales que facilitan la interconexión entre diversos equipos. Su función primordial consiste en posibilitar la comunicación fluida y eficiente entre los distintos segmentos de la red, lo que contribuye a la integración y operatividad del sistema en su conjunto. Este tipo de dispositivos se diversifican en diferentes categorías, tales como conmutadores Ethernet, conmutadores PoE (Power over Ethernet),



conmutadores Gigabit, entre otros, cada uno adaptado a necesidades específicas de conectividad y rendimiento (Carabajo, 2010).

**Los routers:** Son elementos esenciales en la estructura de redes, actuando como dispositivos fundamentales que facilitan la interconexión entre diversas redes. Su función es de dirigir los paquetes de datos de manera eficiente entre distintas redes, permitiendo así la comunicación efectiva entre ellas. Estos dispositivos se clasifican en diversos tipos, como routers domésticos, routers empresariales, routers VPN (Virtual Private Network), entre otros, cada uno diseñado para satisfacer necesidades específicas de conectividad (Gallegos, 2019).

**Los servidores:** Cumplen una función vital de proveer recursos a otros dispositivos conectados en la red y estas pueden ser tanto de poca capacidad como los servidores NAS o enormes centros de datos con capacidad computacional ilimitada. Estos ofrecen una amplia gama de servicios como almacenamiento de archivos, alojamiento web, sistemas información, entre otros. Los servidores, se encargan de atender las solicitudes de los clientes y de proporcionarles los recursos necesarios para su buen funcionamiento constante (Rivera, 2020).

#### **2.2.3.5. Topología Estrella**

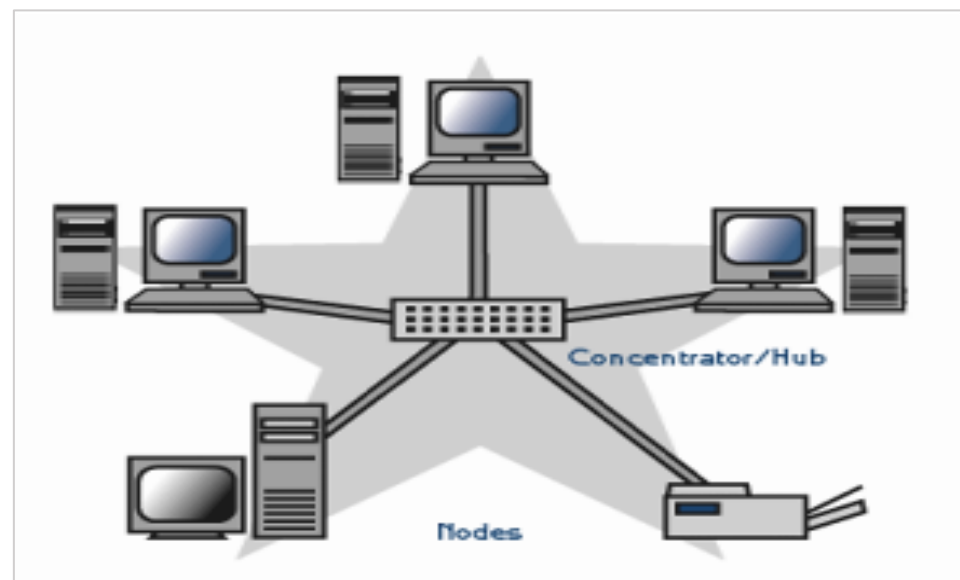
La topología estrella en el contexto del cableado estructurado se caracteriza por la conexión de todos los dispositivos de la red a un único punto central y todas las comunicaciones se hacen a través de ese punto. Este punto central sirve como intermediario para la comunicación entre los diversos dispositivos, garantizando una estructura organizada y eficiente.

Una de sus características principales es la canalización, donde cada toma de telecomunicaciones en el área de trabajo se conecta a una interconexión en el cuarto de telecomunicaciones, siguiendo un esquema de distribución ordenado. Además, destaca la presencia de un punto central definido, usualmente un switch, hub o un servidor, que coordina y dirige el flujo de datos entre los dispositivos conectados. En esta configuración, todos los dispositivos establecen comunicación entre sí a través de este punto central, lo que facilita la gestión y el control del tráfico de la red de manera eficiente (Montero, 2018).

La topología de estrella presenta diversas ventajas significativas en el ámbito del cableado estructurado según (Rivera, 2018).

### Figura 1

*Topología de red de tipo estrella*



Nota: Recuperado del sitio web (NewPrestige, s. f.).

**Fácil de instalar y mantener:** Su configuración es relativamente sencilla de implementar y administrar, lo que reduce la complejidad y los costos asociados con la instalación y el mantenimiento de la red.



**Escalabilidad:** La capacidad de agregar nuevos dispositivos a la red de manera sencilla y sin interrupciones, lo que facilita la expansión de la infraestructura según las necesidades cambiantes del sistema.

**Fiabilidad:** Si un dispositivo dentro de la red experimenta una falla, el resto de los dispositivos continúan operando normalmente, minimizando el impacto de la interrupción en la funcionalidad general de la red.

**Estrella pasiva y activa:** La topología de estrella puede implementarse tanto en una forma pasiva como activa. En la estrella pasiva, el punto central simplemente facilita la conexión entre los dispositivos sin alterar la señal, mientras que, en la estrella activa, el punto central puede amplificar la señal, mejorando la calidad y la distancia de transmisión.

En cuanto a los estándares, la norma EIA/TIA-568A establece los requisitos mínimos para el cableado de, exigiendo buenos estándares a nivel de estructura, topología, medios de transmisión, conexión, rendimiento, flexibilidad y documentación. Además recomienda específicamente el uso de una topología en estrella para el cableado horizontal dentro de un sistema de cableado estructurado, lo que respalda su amplia adopción y reconocimiento en la industria (Davis, 2014).

### **2.2.3.6. Diseño e implementación de cableado estructurado**

Existen directrices que indican el diseño e implementación cuando se desea desplegar un cableado estructurado, estas ya vienen definidas por estándares que normalmente desarrolladas para entidades privadas. Es ahí donde las entidades gubernamentales las adoptan o adaptan según su conveniencia. Entre los principales estándares normativas tenemos.



### **2.2.3.6.1. Normativa y estándares**

Entre los principales estándares tenemos a EIA/TIA, ANSI/TIA-942, ISO/IEC 11801. Donde la EIA/TIA establece normativas para cableados comerciales, la ANSI/TIA-942 para la infraestructura de telecomunicaciones en centros de datos y la ISO/IEC 11801 que especifica requisitos para cableado genérico, aplicable a diversas instalaciones, incluidas las gubernamentales (Davis, 2014).

### **2.2.3.6.2. Fases del diseño**

Primero se deben seleccionar cables de par trenzado sin blindaje (UTP) o cables de fibra óptica, según las necesidades de ancho de banda y distancia. Se debe considerar la categoría del cable (por ejemplo, Cat 6 o Cat 6A). Implementar una topología en estrella, donde cada punto de trabajo se conecte a un panel de parcheo en el cuarto de telecomunicaciones. Del mismo modo, se debe asegurarse de que la longitud máxima del cableado horizontal no exceda los 90 metros, y que la distancia total desde el panel de parcheo hasta el dispositivo final no supere los 100 metros. Asimismo, el cuarto de telecomunicaciones debe estar ubicado en un área central para minimizar la longitud del cableado horizontal. Por tanto, se debe crear un plano detallado que incluya la disposición de los cables, la ubicación de los paneles de parcheo, y la identificación de cada toma de telecomunicaciones. En la documentación se debe planificar una posible expansión de capacidad. Es decir, incluir en el diseño la posibilidad de futuras expansiones, considerando la instalación



de conductos o bandejas para facilitar la adición de cables adicionales sin necesidad de reestructuración (Davis, 2014).

#### **2.2.3.6.3. Implementación del cableado**

Para una correcta implementación del cableado, primero se debe preparar el sitio de instalación, asegurando que los cuartos de telecomunicaciones estén adecuadamente acondicionados y cumplan con las normativas de seguridad y accesibilidad. A continuación, se procederá a la instalación de los cables, asegurando que se utilicen los tipos de cables seleccionados en la fase de diseño, como par trenzado sin blindaje (UTP) o fibra óptica, y que se respeten las longitudes máximas establecidas para el cableado horizontal. Durante la instalación, es esencial evitar la tensión excesiva en los cables y mantener una separación adecuada de fuentes de interferencia electromagnética como los cables de energía eléctrica. Además, se deben etiquetar todos los cables y conexiones de forma clara y consistente para facilitar la identificación. Por último, es preciso documentar todo el proceso de instalación, incluyendo la ubicación de cables, las conexiones realizadas y cualquier cambio respecto al diseño original, asegurando así que se cuente con un registro completo para futuras cambios, auditorias o ampliaciones que pueda tener el cableado estructurado (Davis, 2014).

#### **2.2.3.6.4. Pruebas y certificación**

En esta fase se debe realizar una serie de evaluaciones para garantizar que la red cumpla con los estándares de rendimiento establecidos. Primero, se deben llevar a cabo pruebas de continuidad para



verificar que todos los cables estén correctamente conectados y no presenten cortocircuitos ni interrupciones. Posteriormente, se realizarán pruebas de rendimiento, que incluyen la medición de la atenuación, la diafonía y la resistencia de aislamiento, asegurando que los valores se encuentren dentro de los límites especificados por las normas EIA/TIA. Además, es importante realizar pruebas de certificación utilizando equipos de prueba adecuados que validen que el cableado soporta las velocidades de transmisión requeridas y que cumple con las categorías de cable seleccionadas, como Cat 6 o Cat 6A. Una vez completadas las pruebas, se debe generar un informe de certificación que documente los resultados obtenidos, así como cualquier anomalía detectada y las acciones correctivas si se encuentran fallas (Davis, 2014).

#### **2.2.4. Metodología Top-Down**

##### **2.2.4.1. Definición de la metodología Top-Down**

La metodología Top-Down, también conocida como "de arriba hacia abajo", constituye un enfoque significativo en la resolución de problemas y el desarrollo de proyectos principalmente en redes de comunicación. Que partiendo de una visión general que luego se desglosa en aspectos más específicos. Este método se basa en el principio de "dividir para conquistar", mediante el cual problemas complejos se fragmentan en subproblemas más manejables y reducidos. Se inicia con una comprensión global del problema o proyecto, definiendo sus objetivos principales y el alcance total. La visión general se divide en etapas o fases consecutivas, cada una con objetivos más específicos y tareas claramente definidas. Se



desarrolla un plan de acción detallado para cada etapa, considerando los recursos necesarios, el cronograma y las responsabilidades correspondientes. Se lleva a cabo un monitoreo constante del progreso de cada etapa, realizando ajustes en el plan según sea necesario (Mestaza y Ninaquispe, 2022).

#### 2.2.4.2. Ventajas de la metodología Top-Down

La metodología Top-Down proporciona un enfoque estratégico y organizado para el diseño e implementación de cableado estructurado y redes de alta velocidad, lo que resulta en una mayor eficiencia, confiabilidad, escalabilidad y control del proyecto, pudiendo indagar y conceptualizar las siguientes ventajas según (Curto, 2013; Orea, 2017).

**Planificación integral:** Permite una visión completa del proyecto, desde la definición de objetivos generales hasta la planificación detallada de cada etapa, incluyendo el diseño del cableado, la selección de equipos y la configuración de la red.

**Eficiencia y optimización:** Facilita la optimización del uso de recursos al realizar una planificación previa que determina las necesidades exactas de materiales, equipos y mano de obra.

**Reducción de errores y riesgos:** Al tener una visión global del proyecto, se minimizan las posibilidades de errores y omisiones en la planificación y ejecución, lo que aumenta la confiabilidad y seguridad de la red.



**Escalabilidad y flexibilidad:** Permite una fácil adaptación a cambios o necesidades futuras, diseñando la infraestructura con capacidad de crecimiento y flexibilidad para modificaciones.

**Mejor control y seguimiento:** Facilita el seguimiento del progreso del proyecto al establecer objetivos específicos y métricas de medición para cada etapa.

**Mejora en la comunicación y colaboración:** Promueve la comunicación y colaboración entre los diferentes equipos involucrados, desde los ingenieros de diseño hasta los técnicos de instalación, lo que favorece un flujo de trabajo más efectivo.

#### **2.2.4.3. Metodología Top-Down al cableado estructurado**

Las etapas clave de esta adaptación son definidas y estandarizadas para un uso conceptual y beneficioso según (Guevara & Quizhpi, 2017), en conjunto, estas etapas permiten una implementación eficiente y efectiva del cableado estructurado, asegurando una conectividad confiable y adecuada para las necesidades presentes y futuras de la organización.

**Definición de objetivos:** Se establecen los objetivos generales del proyecto, tales como la velocidad de la red, la cantidad de usuarios y la capacidad de crecimiento esperada.

**Análisis de necesidades:** Se evalúan las necesidades actuales y futuras de la organización en términos de conectividad, seguridad y escalabilidad, con el fin de diseñar una infraestructura que satisfaga dichas necesidades.

**Diseño del sistema:** Se desarrolla un diseño global del sistema de cableado, considerando aspectos como la topología de la red, el tipo de cableado a utilizar y la ubicación estratégica de los equipos de red.

**Implementación:** Se lleva a cabo la instalación del cableado y los equipos de acuerdo con el diseño previamente establecido, asegurando una correcta ejecución del proyecto.

**Pruebas y certificación:** Se realizan pruebas exhaustivas para verificar el funcionamiento adecuado del sistema y se obtiene la certificación correspondiente, garantizando así la calidad y fiabilidad de la infraestructura de cableado estructurado.

#### 2.2.5. Fases de la metodología Top-Down en el cableado estructurado

**Figura 2**

*Fases metodología Top-Down Network Design*



Nota: Recuperado y adaptado de (Hernández et al., 2021).



### 2.2.5.1. Requerimientos

**Análisis de necesidades:** Este paso implica la definición clara de los objetivos del proyecto, la evaluación exhaustiva de las necesidades actuales y futuras, así como el análisis de las aplicaciones y servicios requeridos, además de los criterios de seguridad y confiabilidad que deben cumplirse.

**Análisis del entorno:** Se lleva a cabo una evaluación detallada del espacio físico disponible, las restricciones y limitaciones presentes, así como el cumplimiento de la normativa y estándares aplicables en la materia.

**Definición de la arquitectura de la red:** En esta etapa se establece la topología de la red, la segmentación adecuada, y se determina la ubicación óptima de los equipos involucrados en el proyecto (Naranjo y Silva, 2017).

### 2.2.5.2. Diseño lógico

**Diseño de la capa de acceso:** Se definen aspectos cruciales como el tipo de cableado a utilizar, la categoría de este, la disposición de las tomas de conexión y el diseño de la zona de trabajo.

**Diseño de la capa de distribución:** Aquí se planifica la interconexión de los equipos, se diseña el cableado troncal y se seleccionan los equipos necesarios para el funcionamiento eficiente de la red.

**Diseño de la capa de núcleo:** Se establecen las conexiones con redes externas, se garantiza la redundancia y alta disponibilidad de la red, y se definen las políticas de seguridad pertinentes (Montero, 2018).

#### 2.2.5.3. Diseño físico

**Planificación de la instalación:** Se traza la ruta del cableado, se determina la ubicación precisa de los equipos y se establecen protocolos de etiquetado e identificación para facilitar el mantenimiento y la gestión.

**Especificaciones técnicas:** Se establecen las normas y procedimientos de instalación, se realizan pruebas y certificaciones para garantizar la calidad y funcionalidad del diseño, y se documenta minuciosamente todo el proceso (Guevara & Quizhpi, 2017).

#### 2.2.5.4. Documentación

**Planos y diagramas:** Se elaboran representaciones gráficas detalladas del diseño, incluyendo la ubicación de equipos y cableado, así como esquemas de topología para una comprensión clara de la infraestructura.

**Memorias descriptivas:** Se proporciona una descripción detallada de los componentes utilizados, las especificaciones técnicas relevantes y los manuales de operación y mantenimiento necesarios.

**Registro de pruebas y certificación:** Se recopilan los resultados de las pruebas de rendimiento realizadas, se obtienen las certificaciones correspondientes tanto para los equipos como para la instalación, y se elaboran informes de aceptación para verificar el cumplimiento de los objetivos del proyecto (Montero, 2018; Naranjo & Silva, 2017).



### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

**Municipalidad:** Es una entidad local encargada de la administración de los asuntos públicos y el gobierno de una jurisdicción geográfica específica, como una ciudad, un municipio o una provincia. Las municipalidades son responsables de la administración urbana, servicios públicos, seguridad ciudadana, educación y cultura, salud y bienestar. Las municipalidades son dirigidas por autoridades elegidas democráticamente, como el alcalde o la alcaldesa, y un cuerpo de concejales o regidores (INEI, 2017).

**Cisco Packet Tracer:** Es una herramienta de simulación de redes desarrollada por Cisco Systems. Es ampliamente utilizada en entornos educativos y profesionales para diseñar, configurar y simular redes informáticas. Packet Tracer proporciona una interfaz gráfica intuitiva que permite a los usuarios crear topologías de red complejas y simular el tráfico de datos a través de ellas. Entre las características principales de Cisco Packet Tracer se incluyen: Simulación de dispositivos de red, y que permite la simulación de una amplia variedad de dispositivos (CISCO, 2022).

**Router:** Son dispositivos de red que se utilizan para interconectar diferentes redes informáticas, examinan la información de encaminamiento en los paquetes de datos y determinan la mejor ruta para enviarlos a su destino. Además de dirigir el tráfico, los routers también pueden proporcionar funciones de seguridad, como cortafuegos y filtrado de paquetes, así como funciones de traducción de direcciones de red (NAT) para permitir que múltiples dispositivos compartan una única dirección IP pública (CISCO, 2012).

**TCP/IP:** Los protocolos TCP/IP, que se organiza en capas, la información se mueve desde la capa de aplicación hasta la capa de transporte, donde los datos se dividen en paquetes y se asigna una dirección de destino. Luego, la capa de red decide cómo enviar estos paquetes y los pasa a la capa de interfaz de red, que los transmite utilizando



hardware específico. Cuando los paquetes llegan al destino, siguen el proceso inverso, pasando por cada capa hasta llegar a la aplicación original (IBM, 2021).

**Tasa de transferencia:** También conocida como ancho de banda o throughput, se refiere a la cantidad de datos que pueden ser transmitidos de un punto a otro en un período de tiempo específico. Se mide típicamente en bits por segundo (bps), kilobits por segundo (kbps), megabits por segundo (Mbps) o gigabits por segundo (Gbps), dependiendo de la velocidad de la conexión. Cuanto mayor sea la tasa de transferencia, más rápida será la comunicación entre los dispositivos conectados. Esta velocidad puede variar según diversos factores, como el tipo de medio de transmisión (cableado, fibra óptica, inalámbrico), la calidad de la conexión, la distancia entre los dispositivos y la congestión de la red (INTEL, 2018).

**Latencia:** Es el tiempo que lleva que un paquete de datos se transmita desde un punto a otro, este período se mide desde que se envía una solicitud de información hasta que se recibe la respuesta correspondiente. Una latencia baja indica una mejor conexión a internet. Se utiliza el ping, expresado en milisegundos (ms), para calcular la latencia. Por ejemplo, un ping de 11 ms significa que la carga de un sitio web tomará aproximadamente ese tiempo (Movistar, 2022).

**Switch:** Es un equipo de red que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su principal función es conectar varios dispositivos en una red local (LAN), facilitando la comunicación al dirigir de manera eficiente los datos desde un dispositivo hacia otro. Al analizar las direcciones MAC de los dispositivos conectados, los switches gestionan el tráfico de datos, enviándolo solo al dispositivo destinatario correspondiente, lo que optimiza el rendimiento y la seguridad de la red al evitar transmisiones innecesarias a todos los dispositivos, como sucede en una red tipo hub. Los switches varían en tamaño



y capacidades, desde modelos simples para uso doméstico hasta switches empresariales avanzados que ofrecen funciones como VLANs, QoS y administración remota (CISCO, 2024).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. GENERALIDADES DEL ESTUDIO

##### 3.1.1. Lugar del estudio

La investigación se realizó en la municipalidad provincial de El Collao ubicado en el Jr. Independencia N. 210 del distrito de Ilave, provincia de El Collao en el departamento de Puno.

#### Figura 3

*Municipalidad provincial de El Collado - Ilave*



Nota: Recuperado de la página oficial de Facebook de la Municipalidad de Ilave.

Ilave es un centro comercial importante en la provincia con crecimiento tanto con comercio formal e informal. Este distrito cuenta con aproximadamente 30.000 habitantes y se sitúa en los 3862 msnm. Se encuentra en la zona aymara de Puno y colinda por el norte con el distrito de Acora; por el sur con el distrito

de Juli; por el este con el Lago Titicaca y distrito de Pilcuyo y por el oeste con el distrito de Acora y Juli.

### 3.2. DISEÑO Y TIPO

#### 3.2.1. Diseño de investigación

La realización del cableado estructurado de la red de internet de la municipalidad indica una intervención del investigador mediante un experimento. Por tanto, el estudio se enmarca en el diseño cuasiexperimental debido a que se está interviniendo en el fenómeno de estudio. Los estudios cuasiexperimentales los grupos no son asignados aleatoriamente pero al tener un grupo control y experimental se puede medir la diferencia comparativa (Ñaupas et al., 2018). Los diseños cuasiexperimentales presentan la siguiente ejemplificación.



Leyenda:

GE= Grupo experimental

O1= Prueba de entrada o pre prueba

X= Experimento

O2= Prueba de salida o post prueba

#### 3.2.2. Tipo de investigación

La presente investigación pertenece al tipo de investigación aplicada debido a que se va a intervenir mediante una aplicación al fenómeno de estudio. De nivel explicativo debido a que se busca comprender la explicación resultante



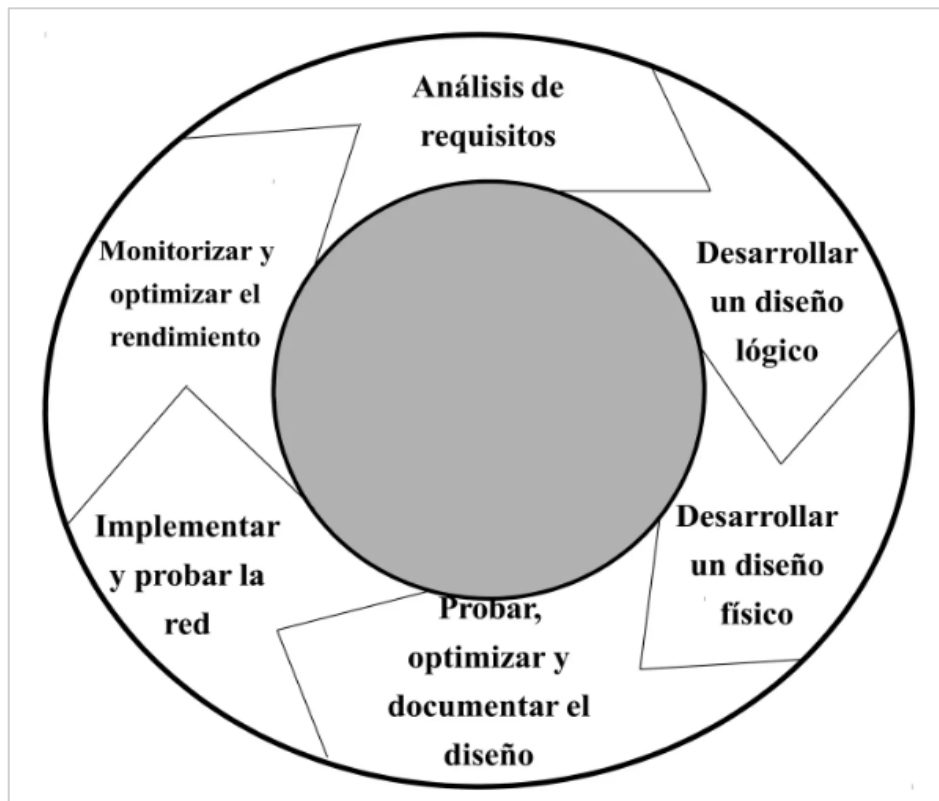
gracias al experimento (cableado estructurado) sobre la red de alta velocidad; de enfoque cuantitativo debido a que nos apoyaremos con la estadística y de tipo hipotético-deductivo según su inferencia y de corte transversal porque se recolectará datos en un lapso pequeño de tiempo (Ñaupas et al., 2018).

### **3.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO**

El cableado estructurado parte bajo una propuesta metódica de ejecución, que para temas de redes uno de los más relevantes y prácticos está la metodología Top-Down la cual se va a usar en este estudio. Son muchas las variantes de esta metodología, pero se seguirá la secuencia de 4 pasos empezando por el análisis de requerimientos, diseño lógico, diseño físico y la documentación. Por tanto, esta secuencia inicia con la Fase I con la obtención de falencias de la red gracias a las encuestas realizadas a los funcionarios de la Municipalidad provincial de Ilave, quienes respondieron según su perspectiva y labor que realizan. Identificado los problemas, inmediatamente emergieron los requerimientos de la red. Bajo este foco, se diseñó un nuevo cableado estructurado con lo que entramos a la Fase II con el diseño lógico de la red. Como tal en esta fase se diseñó la red con el software de Cisco Pack Tracer. Se diseñó el estado en el que se encontraba y el estado de la red que se propuso. Ya funcionando en modelamiento de red, se continuó con el diseño físico como Fase III, que no es más que el diseño del cableado de manera tangible, los nodos, la distancia, el tipo de cable, las canaletas y los puertos a los que se reestructuraron. Finalmente, la red ya funcionando ingresamos a la Fase IV donde se documentó el código de configuración en Pack Tracer para tipos de red VRRP que son tipos de red que funcionan con el router principal cae y se activan otros router para la continuidad de la conexión en todos los nodos.

**Figura 4**

*Fases de la metodología de diseño Top-Down*



### 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.4.1. Población

Para hablar de población debemos identificar primeramente a la unidad de análisis, que es el que se está estudiando. Entonces en este estudio evaluamos la red de velocidad de la municipalidad y que según el estándar IETF RFC 2544 es todo aquello que refiere a métricas de red como la tasa de transferencia, latencia, y la tasa de falla de datos. Entonces la municipalidad está compuesta por 50 oficinas donde dentro de cada una de ellas se encuentran computadores. Cada oficina está conectada de una u otra forma a la oficina de OTI que es donde se encuentra el servidor principal y los equipos de red que otorgan conexión a las diferentes oficinas. Por esta razón la población son las 50 oficinas que comparten



la misma unidad de análisis, que es que se encuentran conectados a la oficina de OTI y presentan conexión las cuales se pueden evaluar sus métricas de red, las 183 computadoras de la organización comparten características técnicas similares, configuración estandarizada, antigüedad comparable y problemas recurrentes, lo que indica una infraestructura homogénea.

### **3.4.2. Muestra**

Antes de definir la muestra debemos conocer el tipo de muestreo que se aplicó, el cual la amplitud de tantas oficinas y que la limitante del permiso otorgado por la municipalidad se identificaron 2 oficinas cuyas conexiones a la red manifestaban muchas quejas. Estamos hablando de las oficinas de RRHH (recursos humanos) del segundo nivel y la oficina de SISFOH (Sistema de focalización de hogares) con total de 40 computadoras en las dos oficinas, la razón, se optó por analizar solo dos oficinas como muestra representativa, seleccionadas mediante muestreo por conveniencia, considerando su accesibilidad y disponibilidad, la homogeneidad de los equipos mitiga esta limitación.

## **3.5. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.5.1. Materiales**

- Patch panel T1600G-52PS
- Correas de velcro
- Cables UTP de 5ta Cat
- Gabinete
- Canaletas
- Unidad Rack

- Conectores RJ45
- Crimpadora
- Cable tester

### 3.5.2. Hardware

- 1 laptop ASUS
- 2 computadoras
- Servidor de la municipalidad
- 2 routers RB 201
- 1 switch
- Smartphone

### 3.5.3. Software

- Cisco Packet Tracer
- Winbox
- R Studio y SPSS v29

## 3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 3**

*Operacionalización de variables*

Variable	Dimensión	Indicador	Medida	Índice
Cableado estructurado	<b>D1 Análisis de requerimientos</b>	Identificación de las necesidades del usuario y las especificaciones de rendimiento que la red debe cumplir para su funcionamiento	Si / No	(%)
	<b>D2 Diseño lógico</b>	Creación de un esquema abstracto de la red, definiendo las conexiones, topologías y protocolos necesarios para satisfacer los requerimientos.	Si / No	(%)
	<b>D3 Diseño físico</b>	Selección del hardware, cableado y dispositivos específicos que implementarán el diseño lógico.	Si / No	(%)

Variable	Dimensión	Indicador	Medida	Índice
<b>Red de alta velocidad</b>	<b>D4 Documentación</b>	Registro detallado de los procesos, decisiones y configuraciones de la red para facilitar su implementación, mantenimiento	Si / No	(%)
	<b>D1 Tasa de transferencia</b>	Cantidad de datos transmitidos por segundo en una conexión, medida en bits, bytes, megabits, megabytes y gigas.	Megabytes/seg	mb/s
	<b>D2 Latencia</b>	Tiempo que tarda un paquete de datos en viajar desde su origen hasta su destino en la red	Promedio de milisegundos	ms
	<b>D3 Variación de latencia</b>	Fluctuación en el tiempo de llegada de paquetes sucesivos, también conocido como "jitter".	<b>Baja:</b> menor a 10 ms. <b>Moderada:</b> entre 10 ms y 20 ms. <b>Alta:</b> mayor a 20 ms	ms
	<b>D4 Tasa de error</b>	Porcentaje de paquetes de datos transmitidos que contienen errores en una conexión, afectando la calidad de la red	Porcentaje	(%)

Nota: Elaboración propia

### 3.7. TÉCNICA E INSTRUMENTOS

Para la presente investigación se trabajó con la técnica de la observación, que consiste en observar el fenómeno, hecho, caso, y registrarla (Arias González et al., 2022). Por lo que la información es recopilada, organizada y analizada para expandir la comprensión de algún tema o problema. Por ende, al tratarse de equipos de red, esta muestra diferentes métricas de conectividad, son estas métricas que se observan y se toman registro de métricas de conexión de red tanto en el antes Pre-Test como el registro después del experimento con el Post-Test basados en el estándar IETF RFC 2544 (Bradner & McQuaid, 1999). Misma que indica evaluar los siguientes parámetros:

- Tasa de transferencia (Kb/s, Mb/s, MB/s)
- Latencia (milisegundos promedio)
- Variación de latencia (milisegundos)
- Baja: Desviación estándar menor a 10 ms.
- Moderada: Desviación estándar entre 10 ms y 20 ms.



- Alta: Desviación estándar mayor a 20 ms.
- Tasa de error (porcentaje %)

En consecuencia, el instrumento usado fueron diferentes archivos como .txt, capturas de pantalla, libros de Excel. Lo que finalmente se procesaron a fin de obtener un libro de Excel donde se detallan las métricas de las muestras. Es este libro que vendría a ser una ficha de observación de los datos tomados.

### **3.8. PROCEDIMIENTO**

#### **3.8.1. De coordinación**

- Primeramente, se presentó una solicitud dirigida al alcalde de la municipalidad provincial de Ilave bajo la solicitud de acceso a las instalaciones de la OTI (Oficina de tecnología e Informática) y oficinas.
- Habiendo obtenido la aprobación se coordina con el jefe de la OTI quien designó los días de recojo de datos para una mejora en las oficinas con mayores fallas en la red.
- Se prepararon los comandos de red que se usaron en las terminales bash de las computadoras de estas oficinas, junto con el material de instalación de red como clippers, cables UTP cat 5, canaletas, conectores JR45, crimpadoras y testers.

#### **3.8.2. De ejecución**

- El primer día se inició con la recolección de requerimientos bajo un cuestionario entregado de manera virtual a los funcionarios de la municipalidad en sus diferentes oficinas véase Anexo 2.



- De acuerdo a las respuestas obtenidas se evidenció problemas de cortes, tasas de fallos de datos o caídas repentinas de la red en ciertas oficinas. Se procesaron las respuestas, donde se obtuvieron que la mayor queja era respecto a la calidad de datos que esperaban recibir.
- Otro día se identifica las oficinas con mayores problemas reconociéndose así a las oficinas de RRHH (recursos humanos) y SISFOH (Sistema de focalización de hogares). Donde inmediatamente se recogieron datos de 1 hora de su conexión a internet bajo la tasa de transferencia, latencia, variación de latencia y tasa de error desde el comando bash mediante conexiones ping con el siguiente comando:

```
ping -i 1 <IP_DESTINO>
```

- Habiéndose recogido los datos del Pre-Test al siguiente día se inicia con el recableado de las ambas instalaciones, revisando los cables existentes, los routers a los que se conectan, los repetidores existentes, el estado de los cables de tendido entre las canaletas. Es en este punto donde se trabajó conjuntamente con el jefe de OTI junto con otro colaborador para recablear ambas oficinas. Consiguiendo así separar los cables, asignarles su identificación, revisar su asignación de tasa de transferencia, limpiando los espacios de red y documentando el proceso.
- Una de las quejas principales radicaba en que la red general presentaba caídas repentinas durante largos periodos de tiempo, lo que según el jefe de la OTI refería al router ofrecido por la empresa de Movistar. Es donde se propone a la incorporación de otros router pasivo cuando el router activo de Movistar caiga, es decir que con esta propuesta la red se mantendría



estable y sólo entraría en funcionamiento el router pasivo siempre que el router activo deje de funcionar repentinamente.

- Finalmente, otro día se volvieron a visitar ambos ambientes de RRHH (recursos humanos) y SISFOH (Sistema de focalización de hogares) y volver a recoger las métricas de tasa de transferencia, latencia, variación de latencia y tasa de error para su respectivo procesamiento estadístico.

### **3.9. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Es preciso indicar que el procesamiento de los datos fue en 2 etapas, la primera refiere al análisis de la encuesta virtual entregada a los funcionarios y la otra etapa refiere a los datos estadísticos procesados de las métricas de internet del Pre-Test y el Post-Test obtenidas de las oficinas de RRHH (recursos humanos) y SISFOH (Sistema de focalización de hogares).

#### **3.9.1. Análisis de requerimientos bajo encuesta virtual**

- Se analizó los datos recopilados para identificar patrones, tendencias y áreas problemáticas en el rendimiento de la red según el comportamiento de consumo de los funcionarios. Para ello se les compartió un formulario basado en Google Forms con las preguntas.
- Las quejas más frecuentes referían a la baja calidad de conexión, caídas repentinas de la red. Se hizo énfasis en las aplicaciones con acceso a internet que usan en su día a día. Se obtuvo que normalmente usan Facebook, Google, Singer, WhatsApp y YouTube.



### 3.9.2. Procesamiento estadístico

- Primeramente, se recopilaron archivos de registros de las métricas de ping hacia diferentes IPs de Facebook, Google, Singer, WhatsApp y YouTube.
- Gracias al software R Studio se procesaron estos archivos capturando los datos de 'bytes' y 'time' que refieren a la llegada del paquete peticionado y el tiempo que tomó. Estos dataframes fueron exportados en archivos .csv de fácil lectura.
- Se realizó el tratamiento de datos con datos faltantes, incorrectos, ambiguos y se colocaron en una hoja general de Excel.
- Se importaron los datos en el software estadístico SPSS en su versión 29 bajo licencia para conocer si hubo mejora significativa en el Pre-Test y Post-Test en las 2 métricas de tasa de transferencia y latencia. Mientras que en las siguientes métricas de variación de latencia se clasificarán en 3 categorías y la tasa de falla se obtendrán los porcentajes de fallas. Para las 2 primeras métricas se observará el cambio significativo mediante el estadígrafo de t de Student debido a que los datos presentan normalidad de datos.

### 3.10. ASPECTOS ÉTICOS

Para la realización de la presente investigación se siguieron ciertos aspectos éticos empezando por el consentimiento informado a las autoridades responsables de la municipalidad, empezando por el alcalde y el jefe de la oficina de tecnología e informática. Del mismo modo, se tuvo la confiabilidad de la información, si bien en el servidor se encuentran extensas bases de datos de los sistemas de información que se almacenan, o los accesos de cuentas del sistema Singer. Por último, se tuvo una



minimización de interrupciones, debido a que se visitaron las instalaciones y se les pidió a los funcionarios a dejar de trabajar para poder instalarles el cableado respectivo y las pruebas métricas que se realizaron en sus computadores. Se tuvo en consideración el hecho de minimizar el tiempo de interrupción para no perjudicar la ejecución normal de sus funciones laborales.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ESTADO INICIAL DE LA RED DE DATOS

De acuerdo a la Ficha de observación de requerimientos entregada a los funcionarios de la Municipalidad provincial de Ilave, véase Anexo 2, se lograron identificar las principales falencias de la red. Pero antes es preciso separar el tipo de tareas que realizan con sus aplicaciones frecuentes según el uso de internet. Es decir sólo se tomaron en cuenta todas aquellas aplicaciones, programas o servicios que si requieren una buena conexión de internet de aquellas que no lo usan. Dicho de otro modo, se evitó evaluar los aplicaciones o programas que ya están instaladas en los computadores y que no requieren del uso de internet. En este sentido iniciamos con las respuestas de los funcionarios de manera resumida, véase Anexo 3 para mayor información detallada.

**Tabla 4**

*Respuestas de las fichas de observación por Google Forms*

Pregunta	N	Respuestas	N	%
P1: ¿Qué aplicaciones o programas utilizas en su trabajo en sus actividades y de ocio?	1	Singer	51	30.4%
	2	Básicos (Word, Excel, Multimedia, WhatsApp)	81	<b>48.2%</b>
	3	Mikrotik	19	11.3%
	4	Winbox	17	10.1%
		TOTAL	168	100%
P2: ¿Qué tipo de tareas realizan con estas aplicaciones o programas?	1	Informes, cartas, oficios, etc.	103	<b>61.3%</b>
	2	Requerimientos de bienes y servicios	35	20.8%
	3	Crear, modificar tareas pendientes	15	8.9%
	4	Configuraciones de la red	8	4.8%
	5	Mantenimiento de las páginas web	7	4.2%
	TOTAL	168	100.0%	
P3: ¿Qué problemas tienen con la conexión de internet y la red actualmente?	1	Baja calidad de internet	19	11.3%
	2	Desconexión de internet	71	<b>42.3%</b>
	3	Lentitud	53	31.5%
	4	Equipos y cables viejos	25	14.9%
		TOTAL	168	100.0%



<b>Pregunta</b>	<b>N</b>	<b>Respuestas</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
P4: ¿Qué sugerencias puedes dar y que esperan de la nueva red?	1	Adquirir nuevo y mejor plan de internet	49	<b>29.2%</b>
	2	Mejorar las conexiones de red	55	<b>32.7%</b>
	3	Quitar conexiones innecesarias	13	7.7%
	4	Diseñar nuevo cableado y estructura de red	51	<b>30.4%</b>
	TOTAL		168	100.0%
P5: ¿Consideras que ancho de banda es suficiente?	1	SI	152	<b>90.5%</b>
	2	NO	16	9.5%
	TOTAL		168	100.0%
P6: ¿Consideras que la latencia es buena?	1	SI	35	21%
	2	NO	133	<b>79%</b>
	TOTAL		168	100%
P7: ¿Experimentaste pérdida de datos o corrupción de data?	1	SI	15	9%
	2	NO	153	<b>91%</b>
	TOTAL		168	100%
P8: ¿Experimentaste bajo rendimiento, lentitud o cortes?	1	SI	152	<b>90.5%</b>
	2	NO	16	9.5%
	TOTAL		168	100.0%

Nota: Elaboración propia.

La tabla 4 muestra que una gran mayoría de los funcionarios encuestados (48.2%) utiliza principalmente aplicaciones básicas como Microsoft Word, Excel, YouTube, WhatsApp y Facebook. También se destaca el uso frecuente del sistema SINGER (Sistema Integrado de Gestión de Recursos Materiales y Financieros del Perú), lo que evidencia que la mayoría de sus actividades están relacionadas con la gestión documental. Asimismo, en una segunda pregunta, los encuestados indicaron que sus tareas habituales incluyen la redacción de informes, cartas, oficios, solicitudes y requerimientos, lo que refuerza la naturaleza documentaria de sus labores. Los programas con mayor uso de internet reportados fueron WhatsApp, Google, SINGER, YouTube y Facebook.

En cuanto a las tareas realizadas, el 61.3% manifestó que redacta documentos administrativos de forma frecuente. Respecto a los problemas de conectividad, el 42.3% reportó interrupciones del servicio, como cortes de internet o desconexiones repentinas, lo cual interfiere con el desarrollo normal de sus labores. Un 32.7% de los funcionarios sugiere mejorar la calidad de la red. Por otro lado, el 90.5% considera que el ancho de



banda actual es suficiente para las tareas que realizan; sin embargo, también expresaron la necesidad de contar con un mejor plan de internet, preferentemente simétrico, aumentando de los 200 Mb/s actuales a 500 Mb/s o más. Además, manifestaron la necesidad de rediseñar la infraestructura de cableado de red en toda la municipalidad, eliminando conexiones innecesarias y mejorando el cableado especialmente en las oficinas con peor conexión.

También se sugiere reconfigurar la arquitectura de red, especialmente en los nodos principales, implementando tecnología HSRP, debido a las caídas esporádicas del router principal, lo que genera insatisfacción entre los trabajadores al quedar sin acceso a internet en momentos clave. Se concluye que los funcionarios esperan contar con una conectividad estable y constante para cumplir adecuadamente con sus funciones. Finalmente, indicaron que el ancho de banda actual, distribuido entre aproximadamente 50 oficinas, resulta insuficiente, ya que cada oficina recibe un promedio reducido de velocidad. Esta asignación está a cargo del operador de la Oficina de Tecnologías de la Información (OTI), quien gestiona el límite máximo de ancho de banda por oficina mediante el software Winbox de MikroTik.

El 79% de los encuestados señaló experimentar alta latencia, lo que afecta la fluidez del servicio, y el 91% indicó pérdida de datos. Sin embargo, esta última respuesta podría estar sesgada, ya que la pregunta hacía referencia a errores en paquetes de datos, un concepto técnico que pudo haberse interpretado como “cortes de conexión”. Además, el 90.5% reportó haber experimentado lentitud y bajo rendimiento del internet, lo cual refuerza la necesidad de optimizar la infraestructura de red en la municipalidad.

#### 4.1.1. Designación de oficinas a recablear

Bajo la limitante de la amplitud del edificio municipal y el permiso designado para recablear en pocas oficinas. Se optó por ubicar las oficinas con peor calidad de conexión a internet. Donde se encontraban la oficina de SISFOH (Sistema de focalización de hogares) y la oficina de RRHH (Recursos Humanos), ambos con altas quejas por parte de sus colaboradores. Por lo que son en estas 2 oficinas donde se evaluaron las métricas de calidad de conexión según el estándar IETF RFC 2544 que nos habla de ancho de banda, latencia, variación de latencia y tasa de error, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

#### 4.1.2. Resultados de métricas según IETF RFC 2544

**Tabla 5**

*Tasa de transferencia (Ancho de banda) en Mb/s*

	<b>Descarga Mb/s</b>	<b>Subida Mb/s</b>
RRHH	7.19	7.65
SISFOH	7.93	7.44

Nota: Obtenido a partir de las pruebas de test de velocidad.

La tabla 5 presenta los datos recogidos a través de pruebas de velocidad en la Municipalidad Provincial de El Collao - Ilave muestran que las velocidades de transferencia de internet en las oficinas de RRHH y SISFOH se mantienen por debajo de los 10 Mb/s, lo que indica un nivel de conectividad limitado. En el área de Recursos Humanos (RRHH), se registró una velocidad de descarga de 7.19 Mb/s y una velocidad de subida de 7.65 Mb/s, mientras que en el área de SISFOH se obtuvo una descarga de 7.99 Mb/s y una subida de 7.44 Mb/s. Aunque estos valores pueden ser bajos para tareas básicas como navegación web, correos electrónicos y acceso a sistemas institucionales ligeros, resultan bajos para

actividades más exigentes como videoconferencias de alta calidad, carga/descarga de archivos pesados o el uso simultáneo por varios usuarios. Considerando que actualmente un servicio de internet eficiente debe ofrecer al menos 10 Mb/s estables para un entorno de oficina, estos resultados evidencian la necesidad de evaluar mejoras en la infraestructura de conectividad para asegurar un desempeño óptimo en las actividades administrativas.

**Tabla 6**

*Latencia promedio en los IP's en milisegundos*

	<b>Facebook</b>	<b>Google</b>	<b>Singer</b>	<b>WhatsApp</b>	<b>YouTube</b>
RRHH	17.92	56.54	112.14	17.99	56.50
SISFOH	18.19	56.27	112.29	18.08	56.45

Nota: Obtenido a partir de las pruebas de test mediante el bashShell de Windows.

La tabla 6 latencia promedio en ambas oficinas fue similar, presentan ligeramente mayor latencia en la oficina de SISFOH. Se evidencia en la tabla además que la suit de Facebook junto con WhatsApp presentan la menor latencia media con un 18 ms, mientras que las suits de Google junto con YouTube presentan una latencia alta entre 56 y 57 ms. Mientras que la latencia del Singer (Sistema Integrado de Gestión de Recursos Materiales y Financieros) presenta una latencia demasiado alta con 112 ms, es decir la petición de ida y vuelta llega hasta los 225 ms, es decir un cuarto de segundo que según el estándar IETF RFC 2544 considera como una latencia significativamente pésima.

**Tabla 7**

*Variación de latencia en IP's en milisegundos en Pre-Test*

		<b>Variación de la latencia (milisegundos)</b>				
	<b>Latencia</b>	<b>Facebook</b>	<b>Google</b>	<b>Singer</b>	<b>WhatsApp</b>	<b>YouTube</b>
RRHH	Baja	0	0	0	0	0

	Moderada	7131	0	0	7129	0
	Alta	47	7200	7181	53	7197
	Total	7178	7200	7181	7182	7197
SISFOH	Baja	0	0	0	0	0
	Moderada	7002	0	0	7135	0
	Alta	30	7203	7200	32	7116
	Total	7032	7203	7200	7167	7116

Nota: Obtenido a partir de las pruebas de test mediante el bashShell de Windows y procesados con R Studio y clasificados según el estándar IETF RFC 2544 para variación de latencia.

La Tabla 7 muestra según la escala estándar de IETF RFC 2544 muestra las consultas de paquetes consultados, donde la latencia de consulta se clasifica según <10ms como Baja; 10 a 20ms como moderada y >20ms como Alta donde se hicieron 7200 consultas y las que no llegan al total indican los paquetes perdidos. Se evidencia que ninguna IP testeada se clasificaría en su mayoría como latencia óptima (Baja), en cambio se presentan latencia moderada en los aplicativos de Facebook y WhatsApp y una latencia mala en los aplicativos de Google, YouTube y Singer. Lo que indicaría cierta inestabilidad en estos 3 servicios web mencionados

**Tabla 8**

*Tasa de error de paquetes corruptos o fallidos*

	Facebook	Google	Singer	WhatsApp	YouTube
RRHH	0.56%	0.06%	0.68%	0.64%	0.08%
SISFOH	0.64%	0.08%	0.47%	0.64%	0.11%

Nota: Obtenido a partir de las pruebas de test mediante el bashShell de Windows y procesados con R Studio y calculados según el estándar IETF RFC 2544 para porcentaje de error.

La Tabla 8 evidencia un porcentaje de error por debajo del 1%, teniendo menor pérdida de paquetes de datos con el servicio de Google y YouTube y presentando mayor pérdida de paquetes en Facebook y WhatsApp. Por último, el



servicio Singer presenta una alta pérdida de paquetes en la oficina de recursos humanos con 0.68% claramente evidenciado por las quejas de sus colaboradores que indicaban que la página web no funcionaba bien. Es decir, una de cada 200 peticiones de paquetes llega a fallar.

#### **4.1.3. Estado de equipos y cableado**

El estado de los equipos de red como routers, módems, repetidores, switches, se evidenciaron en un estado regular. Esto corroborado además con la ficha técnica obtenida donde se indicaba que el 99% de los equipos de red se encontraban en un estado regular y un 1% como no funcional. Lo que indicó claramente que los equipos estaban empezando a fallar por la antigüedad que presentaban. Por otro lado, los cables de red UTP se encontraron sucias, mal enrolladas, con polvo con existencia de cables que no se usaban, sueltos entre las canaletas de conexión. Asimismo, algunos cables entre las canaletas no funcionaban debido a posibles dobleces o por una mala manipulación al momento de instalarlos. Indicando así un deterioro gradual tanto de los equipos de red como del cableado que le acompaña como se muestra en el Anexo 9.

#### **4.2. DISEÑO DE LA RED SEGÚN METODOLOGÍA TOP-DOWN**

Habiendo recolectado y analizado las respuestas acerca del estado inicial de la red y obtenido las métricas de red es que se encontró que la gran mayoría de los funcionarios están insatisfechos. Ahora bien, para realizar un correcto cableado estructurado tenemos como objetivos mejorar las métricas de conexión según el estándar IETF RFC 2544. Entonces el diseño de un nuevo cableado estructurado se realizó mediante la metodología de Top-Down usado en metodologías de mejora en redes para entidades.

#### 4.2.1. Requerimientos

**Tabla 9**

*Tabla de requerimientos de la nueva red*

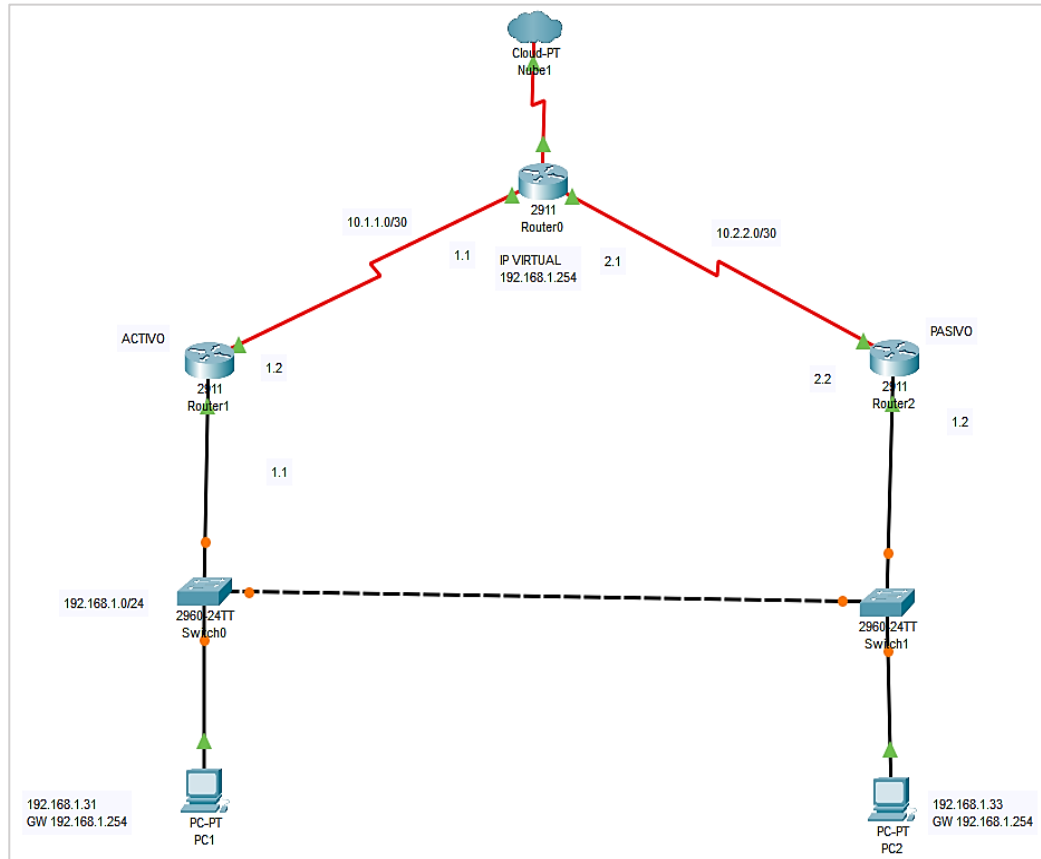
Requerimiento	Nivel importancia	Evidencia	Fecha límite	Responsable	Requisito
La red debe ser capaz de soportar las aplicaciones y programas que utilizan los colaboradores.	Alta	Informe técnico	30/06/2024	Oficina de tecnología informática	-
La red debe ser capaz de soportar el número de usuarios que se conectan simultáneamente.	Alta	Informe técnico	30/06/2024	Oficina de tecnología informática	-
La red debe ser escalable y adaptable a las necesidades futuras de la municipalidad.	Alta	Diseño modular de la red	30/06/2024	Oficina logística y aprobación presupuestal	Diseño lógico y físico
Velocidad: La nueva red debe tener una velocidad mínima de 700 Mbps simétrico	Alta	Pruebas de rendimiento	31/12/2024	Proyecto del alcalde.	Implementación de la nueva red
Estabilidad: La nueva red debe tener una disponibilidad del 99,9% y con el mínimo tiempo de caída de la red.	Alta	Monitoreo de la red	31/12/2024	Oficina de tecnología informática	Uso de la tecnología a HSRP
Latencia: La latencia de la nueva red debe ser inferior a 10 ms.	Alta	Pruebas de rendimiento	31/12/2024	Oficina de tecnología informática y proveedora de Internet	Designación correcta de ancho de banda

Nota: Obtenido de los resultados de la ficha de observación, las métricas de conexión y evidencia física observada en la misma municipalidad.

#### 4.2.2. Diseño lógico

Figura 5

*Diseño lógico de una red con alta disponibilidad*



Nota: Elaboración propia

La imagen muestra un diseño lógico de una red con alta disponibilidad, utilizando dos routers (Router1 y Router2) configurados en modo activo/pasivo, probablemente mediante el protocolo HSRP, para compartir una puerta de enlace virtual con dirección IP 192.168.1.254. Esta IP es usada por los dispositivos finales (PC1 y PC2) como gateway, permitiendo mantener la conectividad en caso de falla de uno de los routers. Router0, conectado a la nube, actúa como punto central de salida hacia Internet y se comunica con los routers redundantes a través de enlaces punto a punto (redes 10.1.1.0/30 y 10.2.2.0/30). La red local se distribuye entre dos switches interconectados, garantizando continuidad en la

comunicación interna y externa mediante un enlace de respaldo entre ellos. Este diseño asegura tolerancia a fallos y alta disponibilidad en la red.

### 4.2.3. Documentación

#### 4.2.3.1. Para Router Activo con prioridad 150

##### Figura 6

*Configuración de la puerta g0/1*

```
enable
configure
interface gigabitEthernet 0/1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
standby 1 ip 192.168.1.254
standby 1 priority 150
standby 1 preempt
no shutdown
exit
interface serial 0/0/0
ip address 10.1.1.2 255.255.255.252
no shutdown
exit
router eigrp 1
network 192.168.1.0 0.0.0.255
network 10.1.1.0 0.0.0.3
exit
end
```

Nota: Generado con Cisco Packet Tracer v.8.2.1

El cuadro muestra el código empleado para la configuración en la puerta interface g0/1, con una IP asignada de 192.168.1.1 y una máscara de red de 255.255.255.0. Además de ello, la interface serial 0/0/0 que fue asignada con una IP address de 10.1.1.2 y su máscara de red de 255.255.255.252,

#### 4.2.3.2. Para Router Pasivo con prioridad 100

##### Figura 7

*Configuración de router pasivo con polaridad 100*

```
enable
configure
interface gigabitEthernet 0/1
ip address 192.168.1.3 255.255.255.0
standby 1 ip 192.168.1.254
standby 1 preempt
no shutdown
exit
interface serial 0/0/1
ip address 10.2.2.2 255.255.255.252
no shutdown
exit
router eigrp 1
network 192.168.1.0 0.0.0.255
network 10.2.2.0 0.0.0.3
exit
end
```

Nota: Generado con Cisco Packet Tracer v.8.2.1

#### 4.2.3.3. Para Router Central

##### Figura 8

*Configuración de router central*

```
enable
configure
interface serial 0/0/0
ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
no shutdown
exit

interface serial 0/0/1
ip address 10.2.2.1 255.255.255.252
no shutdown
exit

router eigrp 1
network 10.1.1.0 0.0.0.3
network 10.2.2.0 0.0.0.3
exit
end
```

Nota: Generado con Cisco Packet Tracer v.8.2.1

### 4.3. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA RED

**Tabla 10**

*Tasa de transferencia en Mb/s del Pre-Test vs Post-Test*

	Descarga		P-valor	Subida		P-Valor
	Antes	Después		Antes	Después	
<b>RRHH</b>	7.194	9.728	<b>5,6079E-33</b>	7.654	9.853	<b>4,5079E-22</b>
<b>SISFOH</b>	7.993	9.466	<b>1,2839E-22</b>	7.441	9.802	<b>1,8339E-12</b>

Nota: Obtenido a partir de las pruebas de test de velocidad.

La Tabla 10 presenta los resultados comparativos de la tasa de transferencia de datos, tanto de descarga como de subida (medidas en megabytes por segundo), antes y después de la implementación del cableado estructurado en las oficinas de RRHH y SISFOH. Los resultados fueron analizados mediante la prueba t de Student. En la oficina de Recursos Humanos (RRHH), se observa que la velocidad de descarga mejoró significativamente tras la intervención, con un valor  $p = 5,6079E-33$ , lo que indica una diferencia estadísticamente significativa. Del mismo modo, la velocidad de subida también mostró una mejora significativa, con un valor  $p = 4,5079E-22$ .

En cuanto a la oficina de SISFOH, los resultados son igualmente contundentes. La velocidad de descarga antes y después de la mejora presentó un valor  $p = 1,2839E-22$ , lo que confirma un aumento significativo en el rendimiento. La velocidad de subida también mostró una mejora estadísticamente significativa, con un valor  $p = 1,8339E-12$ . Estos resultados evidencian que la implementación del cableado estructurado tuvo un impacto positivo en la calidad y eficiencia de la conexión a red en ambas oficinas, optimizando notablemente las tasas de transferencia de datos tanto en subida como en descarga.

**Tabla 11***Latencia en milisegundos promedio*

<b>Latencia en promedios</b>				
		<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>P valor</b>
RRHH	Facebook	17.92	10.02	2,6319E-78
	Google	56.54	19.21	4,222E-18
	Singer	112.14	20.78	0,000026
	WhatsApp	17.99	11.99	1,822E-75
	YouTube	56.50	24.11	3,272E-16
SISFOH	Facebook	18.19	17.96	0.011
	Google	56.27	40.28	0.018
	Singer	112.29	80.39	0.018
	WhatsApp	18.08	15.13	<b>0.025</b>
	YouTube	56.45	40.53	<b>0.025</b>

Nota: Obtenido a partir de las pruebas de test mediante el bashShell de Windows

La Tabla 11 muestra la latencia promedio en milisegundos antes y después de la implementación del cableado estructurado, además del nivel de significancia del estadístico t de Student. En la oficina de RRHH, se observó con mejora en la oficina de RRHH, se observan resultados altamente significativos en los cambios de latencia para todas las aplicaciones evaluadas. En el caso de Facebook, el valor p fue de 2,6319E-78, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa en la latencia antes y después de la intervención. Las demás aplicaciones Google, Singer, WhatsApp y YouTube presentaron un valor p menor a 0.05, lo que representa una significancia estadística muy alta. Esto sugiere que los cambios aplicados en la red o infraestructura tecnológica impactaron de manera clara y medible el rendimiento de estas plataformas, reduciendo o alterando de forma relevante los tiempos de respuesta. En resumen, en RRHH, todas las aplicaciones mostraron modificaciones estadísticamente significativas en la latencia, lo cual evidencia la efectividad de la intervención realizada, en la oficina de SISFOH, los resultados reflejan un impacto menos uniforme en la latencia tras la intervención. Para



Facebook, el valor p fue de 0.011, lo cual indica que no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de latencia antes y después del cambio, lo que podría deberse a que esta aplicación ya operaba de manera estable. En cambio, las demás aplicaciones —Google, Singer, WhatsApp y YouTube— sí presentaron valores p menores a 0.05 (entre 0.018 y 0.025), lo que demuestra cambios estadísticamente significativos, aunque menos marcados que en RRHH. Esto sugiere que la intervención sí tuvo un efecto importante, aunque no tan contundente, y que ciertas aplicaciones fueron más sensibles a las mejoras implementadas. En conjunto, se puede afirmar que en SISFOH hubo mejoras significativas en la mayoría de las aplicaciones, con excepción de Facebook.

**Tabla 12**

*Variación de latencia en IP's en milisegundos en Post-Test*

Lugar	Variación de la latencia (milisegundos) después del cableado					
	Latencia	Facebook	Google	Singer	WhatsApp	YouTube
RRHH	Baja	0	0	0	0	0
	Moderada	7137	0	0	7133	0
	Alta	25	7198	7153	23	7196
	Total	7162	7198	7153	7156	7196
SISFOH	Baja	0	0	0	0	0
	Moderada	6996	0	0	6993	0
	Alta	155	7181	7163	170	7182
	Total	7151	7181	7163	7163	7182

Nota: Obtenido a partir de las pruebas de test mediante el bashShell de Windows y procesados con R Studio y clasificados según el estándar IETF RFC 2544 para variación de latencia.

La Tabla 12 muestra según la escala estándar de IETF RFC 2544 muestra las consultas de paquetes consultados, donde la latencia de consulta se clasifica según <10ms como Baja; 10 a 20ms como moderada y >20ms como Alta donde se hicieron 7200 consultas y las que no llegan al total indican los paquetes perdidos. Se evidencia que a

pesar de haber recableado ambas oficinas, ninguno de los paquetes se clasificó como óptima (menor a 10ms) y los valores son similares a los obtenidos en la Tabla 7 del Pre-Test. Asimismo, revisando minuciosamente se observa que redujo la latencia alta en aproximadamente la mitad de los casos, existiendo alta latencia, pero no tan frecuente. A su vez la latencia moderada (entre 10 a 20ms) aumentó, pero ningún paquete logró tener una latencia menor a 10ms.

**Tabla 13**

*Tasa de error (%) de paquetes*

		Facebook	Google	Singer	WhatsApp	YouTube
RRHH	Antes	0.56%	0.06%	0.68%	0.64%	0.08%
	Después	0.33%	0.03%	0.29%	0.28%	0.07%
SISFOH	Antes	0.71%	0.29%	0.54%	0.54%	0.28%
	Después	0.64%	0.08%	0.47%	0.64%	0.11%

Nota: Obtenido a partir de las pruebas de test mediante el bashShell de Windows y procesados con R Studio y calculados según el estándar IETF RFC 2544 para porcentaje de error.

La Tabla 13 evidencia claramente que gracias al cableado estructurado el porcentaje de error de consulta de paquetes de datos redujo en todas las IP's consultadas entre el Pre-Test y el Post-Test. Lo que evidencia claramente el deterioro del cableado trezado que ya venían estando instaladas en ambas oficinas. La mejora fue consistente en la consulta al sistema Singer, debido a que se perdieron menor cantidad de datos, pasando de perderse un 0.68% a solamente 0.29% de retransmisión de datos, lo que redujo a más de la mitad la probabilidad de fallo. Si antes había pérdida de datos de 1 en cada 200 consultas, ahora será una pérdida de datos de 1 en 500 en la oficina de RRHH que se encuentra en el segundo piso. Mientras que en la oficina de SISFOH la pérdida de datos para Singer redujo un 10% solamente, lo que indicaría que no hubo una mejora considerable. Esto se debe a que la oficina de SISFOH se encuentra en el primer piso y tiene que pasar los datos por un router de piso.



#### 4.4. DISCUSIÓN

En la presente investigación se demostró que gracias a un correcto recableado estructurado según Top-Down de 2 oficinas (RRHH y SISFOH) de la municipalidad distrital de Ilave hubo una mejora en las métricas de red, donde hubo mejora significativa ( $p < 0.05$ ) en la transferencia de datos de la oficina de RRHH tanto en Megabytes de bajada y subida, mientras que en la oficina de SISFOH hubo mejora pero no significativa, del mismo modo la latencia se redujo significativamente en la oficina de RRHH ( $p < 0.05$ ) en todos las peticiones de paquetes de Facebook, Google, Singer, WhatsApp y Youtube, mientras que hubo mejora pero no significativa en la oficina de SISFOH en Facebook, Google y Singer. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Urquia (2022), diseño una red de datos para el Ministerio Público del Distrito de Lima, donde indica que el cableado estructurado de esta red se ha basado en normativas y estándares, con el objetivo de optimizar los procesos de comunicación en dicha sede. En el desarrollo de la arquitectura tecnológica se empleó un método de diseño Top-Down, Como resultado, se ha logrado diseñar una red rápida, actualizada, flexible y escalable, que ofrece una alternativa para abordar la problemática identificada.

Respecto a latencia, no se consiguió una latencia óptima (menor a 10ms) en ninguna de las oficinas y su mejora fue ligera, mientras que la pérdida de paquetes mejoró drásticamente reduciendo a la mitad la retransmisión de paquetes faltantes, fluctuando en un rango de 0.6% a 0.07% de paquetes perdidos lo cual es óptimo. Estos hallazgos son similares a los encontrados por Infante (2023) quien mejoró el cableado estructurado de la unidad criminalística del El Callao usando la metodología Top-Down mejorando la red a nivel de menos distancia de cableado Cat6, menor atenuación de la señal, menor latencia y mayor pérdida de paquetes, en todos los casos con una mejora significativa ( $p < 0.05$ ). Que del mismo modo Huarcaya y Muñoz (2022) lograron reducir la latencia de 29ms a



3ms bajo un cableado con cable de Cat6 estructurado en la municipalidad distrital de Santa Rosa de Puno bajo la metodología PPDIIO. Lo que demuestra que a lo largo de los años los cables, conectores y equipos de red tienen una vida útil, lo que resulta preciso indicar el mantenimiento constante de la red.

Como tal, la municipalidad cuenta con muchas oficinas, pero se evidenció mayores problemas y quejas tanto en la oficina de Recursos Humanos RRHH y en la oficina de SISFOH Sistema de focalización de hogares, por lo que se optó por recablear ambas oficinas con un cableado estructurado correcto. Se demostró según la inspección realizada del cableado que la gran mayoría de equipos de red ya cumplieron su vida útil, su estado es regular y 1% de los equipos ya no sirven o dejaron de funcionar. El cableado entre las canaletas se encontraba sucias y viejas con presencia de cables tendidos malogrados. En tanto que los funcionarios utilizan en su gran mayoría aplicaciones básicas Microsoft Word, Excel, ver videos en YouTube, WhatsApp y Facebook con un 48.2%, seguido de la plataforma Singer (Sistema Integrado de Gestión de Recursos Materiales y Financieros del Perú). Concuera también con los resultados de Infante (2023) donde diseñó un sistema de cableado estructurado como mejora de la red informática en la unidad de criminalística de la dirección antidrogas de la policía nacional del Perú, donde el investigador alcanzó la conclusión que evidencia una mejora en la capacidad de expansión de la red al reducir la necesidad de cableado horizontal. Además, se ha constatado una disminución en la pérdida de señal en los puntos de conexión de la red.

En los resultados también se evidenciaron desconexiones repentinas, lentitud y fallas en el uso de la plataforma Singer. Como mayor solución los funcionaron fueron el adquirir un mejor plan de internet con mayor ancho de banda, mejorar todo el recableado y estructura de la red de pasar de 200Mbps a uno de 700Mbps sabiendo que la



municipalidad cuenta con 200 computadoras conectadas simultáneamente. De manera similar Salazar (2023) en el municipio de Quindío en Colombia indicó que el cableado ya contaba con 20 años de servicio y que la red está a punto de colapsar ya que ya presenta deficiencias técnicas como tecnológicas y como tal realizó un presupuesto general de cableado aprobado por la oficina de tesorería. A su vez Urquia (2022) indicó que los equipos de red fueron reutilizados y presenta una red inestable con un cableado desordenado, que junto con Rosilio (2019) evidenciaron un uso de más de 10 años en los equipos intermedios y un cableado antiguo con lo que la mayoría de los trabajadores del gobierno regional de Tumbes se encontraban insatisfechos. Pero estos estudios consiguieron la aprobación de sus instituciones en la adquisición de mejores equipos como de un mejor servicio de internet. Situación discrepante en la municipalidad de Ilave donde esta decisión de adquisición de nuevos cables, equipos y un mejor servicio de internet con mayor ancho de banda recae en la aprobación presupuestal por parte de la oficina de tesorería y la alcaldía, que desde hace años hacen caso omiso a este problema.

La incorporación de otro router pasivo bajo la tecnología HSRP logró reducir el tiempo de corte a solamente 4 segundos, lo que fue imperceptible para los funcionarios las pruebas de corte del router activo. Asimismo, el cableado de las oficinas de RRHH y SISFOH redujo la cantidad de repetidores conectados lo que conllevó a una reducción significativa de pérdida de datos. Habiendo recableado con cables nuevos evitando la tensión excesiva, no superando los 100 metros de cable, la separación de cables de energía eléctrica y llevándolo a una conexión de tipos estrella. Este diseño es similar a los realizados por Vargas (2020) en un estado de México realiza un cableado estructurado según la norma EIA/TIA 568B observando la atenuación, diafonía (crosstalk), resistencia y longitud de los cables que a diferencia de las pruebas IETF RFC 2544 que mide métricas de velocidad es que consigue conectar a una institución educativa básica, indicando que



la red está preparada para un siguiente escalamiento de red que necesariamente debe acompañarse de un mayor ancho de banda. Del mismo modo, Acosta (2018) realiza un cableado de tipo estrella bajo la metodología de PPDIOO que es ciertamente similar a la metodología Top-Down y basado en la norma mexicana NMX-I-236/03-NYCE-2005 donde cumple con el cableado de conducto propio en los cables y hace las pruebas de las métricas con la herramienta de LinkWare, el cual es un software más avanzado que las pruebas normales realizadas en este estudio. Mientras que Urquia (2022) si sigue una metodología de Top-Down en Ministerio Público del Distrito Federal de Lima Este basándose en las normativas TIA/EIA-568B.2, ANSI/TIA 569.D, 568-E, 606.C con un cable de categoría 6<sup>a</sup>. Sin embargo Chavez (2018) precisó que se debe tener claro las necesidades de los usuarios de la red para elaborar un buen plan de requerimientos tanto para mejorar la red como para su futuro escalamiento. Mientras que Montes de Oca y Ramos (2021) y Rivera (2018) utilizaron el protocolo de redundamiento bajo la tecnología HSRP el cual evitaron la desconexión de la red completa a pesar de testear la falla de cables principales del core como routers según prioridad. Que del mismo modo en el presente estudio redujo significativamente la caída de la red a solo 4 segundos haciéndolo imperceptible para los funcionarios. Es en este punto que si llega a fallar la red se puede tomar medidas de mitigación para corregir el problema sin dejar desconectados a los trabajadores lo cual fue la mayor queja presentada por los trabajadores la cual fue corregida inmediatamente.

Evaluando el rendimiento de la red después del cableado, mejoraron las métricas a nivel de transferencia de datos (subida y bajada en megabytes), también redujo la latencia especialmente en la oficina de RRHH y redujo la alta variación de latencia de la red haciéndolo más estable y por ende teniendo menor retransmisión de datos (pérdida de paquetes) gracias al uso del cableado Cat6. La variación de latencia no mejoró



significativamente posiblemente debido a que el propio proveedor de Movistar ya presenta latencia de clasificación media (10 a 20 ms) y aunque la municipalidad tenga el mejor cableado estructurado, la latencia no mejoraría si la empresa proveedora no mejora el QoS. Por último, la pérdida de paquetes mejoró seriamente a perder entre 0.68% a 0.07% de paquetes, lo que hace que se optimice el uso de aplicaciones con uso conectivo de internet. Estos hallazgos son similares a los encontrados por Infante (2023) quien mide la latencia entre los puntos finales con el servidor en la unidad criminalística del Callao, encontrando una mejora significativa ( $p < 0.05$ ) de pasar de 44ms a solamente 2.3ms gracias al uso del tipo de cable de Cat 6 F/UTP, del mismo modo logró reducir significativamente la atenuación de la señal ( $p < 0.05$ ) de pasar de 2.6dB a 2.09dB midiendo con la calculadora italiana Conductor SRL. Lo que demuestra que el cambio de usar un cableado de Cat6 reduce la atenuación tanto por cercanía electromagnética de cables de conducción de electricidad y el calor presente en los conductos del enmallado de red.



## V. CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La red de alta velocidad de la municipalidad provincial de El Collao del distrito de Ilave se optimizó gracias al cableado estructurado bajo la metodología Top-Down en las oficinas de Recursos Humanos RRHH y la oficina de SISFOH (Sistema de focalización de hogares). Con mejoras significativas en transferencia de datos de subida y descarga ( $p < 0.05$ ), reducción de latencia ( $p < 0.05$ ) y pérdida de paquetes de datos de 0.6% a 0.07% y ligeras mejoras en variación de latencia situándose mayormente en una variación media de entre 10ms a 20ms según prueba de consultas a diferentes IP's.

**SEGUNDA:** La red de alta velocidad de la municipalidad provincial de El Collao presenta caducidad del tiempo de vida tanto de los cables UTP, conectores RJ-45, equipos de red (routers, módems) en un estado regular malo con un tendido de cable malogrados y sucios entre las canaletas. Los funcionarios de la municipalidad en 48.2% utilizan aplicaciones básicas como Word, Excel, redes sociales (WhatsApp, Facebook) y servicios multimedia (YouTube) y el servicio de trámite nacional Singer. Evidenciaron quejas de desconexiones repentinas de toda la red, fallas en la plataforma Singer y lentitud de sus conexiones. Como propuestas de solución planteadas, los funcionarios plantearon la adquisición de un mejor plan de internet de pasar de 200Mbps simétrico a 700Mbps simétrico para más de 200 funcionarios conectados simultáneamente y el recableado de la red en toda la municipalidad.



**TERCERA:** El recableado de las oficinas de Recursos Humanos RRHH y la oficina de SISFOH (Sistema de focalización de hogares) mediante la metodología Top-Down mejoró la conexión con la incorporación de un protocolo de redundamiento HSRP con la incorporación de un router pasivo que se activa cuando el router activo cae, reduciendo así el tiempo de caída de la red y tomando la reconexión en aproximadamente 4 segundos. Al mismo tiempo que el recableado se hizo con cables UTP Cat6 evitando la tensión excesiva y la separación de fuentes de corriente eléctrica.

**CUARTA:** El rendimiento del cableado estructurado después del cableado estructurado mejoró en las métricas de transferencia de datos (subida y bajada en megabytes), también redujo la latencia especialmente en la oficina de RRHH y redujo la alta variación de latencia de la red haciéndolo más estable y por ende teniendo menor retransmisión de datos (pérdida de paquetes). La variación de latencia no mejoró significativamente y la pérdida de paquetes mejoró de pasar a perder entre 0.68% a sólo 0.07% de paquetes transferidos.



## VI. RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** A la gerencia de la Municipalidad provincial de El Collao del distrito de Ilave a la ejecución de un proyecto de recableado de toda la municipalidad con la adquisición de un nuevo plan de internet de 700Mbps, recableado de todas las oficinas con cable UTP Cat6 para la reducción de latencia, menor atenuación y adquisición de nuevo equipos de red (routers, módems, repetidores, conectores de red) aprobado bajo un proyecto presupuestal basados en los estándares normativos de recableado TIA/EIA-568B.2, ANSI/TIA 569.D, 568-E, 606.C.
- SEGUNDA:** A la adquisición de nuevos computadores como puntos finales de red para la utilización de la nueva red, debido a que las computadoras también están cerca a caducar su vida útil y la incorporación de un Firewall y la adquisición de antivirus con licencia para todas las computadoras.
- TERCERA:** A otros ingenieros de telecomunicaciones e informática al uso de incorporación de un protocolo de redundamiento HSRP o similares con la incorporación de un router pasivo. Esta tecnología anticuada reduce significativamente la caída de toda la red en la institución evitando así las quejas ya evidenciadas en este estudio.
- CUARTA:** El mantenimiento constante de la red y la incorporación de un monitor de red general como Nagios, SolarWinds, New Relic entre otros



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chirinos Osorio, M. A., Gasco Morales, F. E., Gil Hidalgo, X., & Soto Sifuentes, E. K. (2024). *Análisis de la ejecución de las políticas públicas de telecomunicaciones. ¿Cómo contribuyen a lograr la inclusión digital en zonas rurales del Perú?* [Universidad del pacifico]. <https://hdl.handle.net/11354/4507>
- Acosta, A. (2018). Implementación de Cableado Estructurado y Fibra Óptica [Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz]. En *Repositorio UTCV*. <http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/587/1/008476.pdf>
- AmericaSistemas. (2021). *Ignorancia tecnológica de los alcaldes del Perú*. Noticiero Digital. <https://www.americasistemas.com.pe/ignorancia-tecnologica-de-los-alcaldes-del-peru/>
- Arias Gonzáles, J. L., Holgado Tisoc, J., Tafur Pittman, T. L., & Vasquez Pauca, M. J. (2022). Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis. En *Repositorio Concytec* (Primera Ed). [https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/3109/1/2022\\_Metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_El\\_metodo\\_](https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/3109/1/2022_Metodologia_de_la_investigacion_El_metodo_)
- Borbor, N. (2015). Diseño e Implementación de Cableado Estructurado en el Laboratorio de Electrónica de la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones [Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena]. En *Repositorio UEPSE*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2359>
- Bradner, S., & McQuaid, J. (1999). Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices IETF RFC 2544. En *Network Working Group S*. <https://doi.org/10.17487/rfc2544>
- Cámara, L. (2020). *El Camino Del Gobierno Peruano Hacia La*. 1–5.
- Carabajo, G. (2010). Análisis, diseño del cableado estructurado y propuesta de implementación en la Ilustre Municipalidad del Cantón Sucúa [Universidad Politecnica Salesiana]. En *Repositorio UPS*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1008>
- Castillo, J. I. (2019). *Redes de datos: Contexto y evolución* (3 edition). Contexto y



evolución.

- Chavez, L. (2018). Duseño de un sistema de cableado estructurado para el Hospital Regional de Moquegua [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. En *Repositorio UPC*. <http://hdl.handle.net/10757/623989>
- Cisco. (2012). Lo que usted necesita saber sobre routers y switches. *Cisco*, 5.
- Cisco. (2022). *Cisco Packet Tracer 8 . 2 Preguntas frecuentes*. 1–8.
- Cisco. (2024). *¿Cómo funciona un Switch?*
- Curto, M. (2013). Analisis y Diseño de la Infraestructura de Redes y Comunicaciones para la escuela de Postgrado Jose Torres Vasquez de la UNAP [Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. En *Repositorio UNAP*. <https://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4490>
- Davis, E. (2014). Normas para cableado. En *Descargas*.
- Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gobierno Digital, 4 (2018).
- Díaz, C., & Ayala, D. (2020). Red de alta velocidad que permite la cobertura de acceso a internet en parroquias rurales de América Latina. *Journal of business and entrepreneurial studies*, 4. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573661266038>
- Dirección General de Tecnologías de la Información y Comunicaciones. (2019). Manual de cableado estructurado. *Manual De Metodologia Da Pesquisa Aplicada À Educação*, 1–520. <https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/Cableado-Estructurado.pdf>
- Faubla, A., Vélez, J., & Moran, X. (2011). Implementación De Elementos Para Prácticas De Cableado Estructurado Para El Laboratorio De Telecomunicaciones [Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil]. En *Repositorio UCSG*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/8557/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-224.pdf>
- Gallegos, A. (2019). Diseño, Planificacion, Cableado y Protocolos de Red, para el Instituto de Electronica Aplicada, Campus Universitario Cota Cota [Universidad Mayor de San Andres]. En *Repsistorio (UMSA)*.



<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/32626>

- Gonzalez, M. (2013). *Redes y dispositivos de red 1*.  
<http://redestelematicas.com/?s=dispositivos+de+red>
- Guevara, J., & Quizhpi, D. (2017). Diseño de la Red de Campus de la Empresa “Equipos y Suministros de Telecomunicaciones Equysum” de la Ciudad de Quito [Universidad Politecnica Salesiana Sede Quito]. En *Repositorio UPS*.  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14613>
- Güimi. (2009). Cableado Estructurado. *Comunicaciones Corporativas Unificadas*, 11, 1–78.  
[http://guimi.net/monograficos/G-Cableado\\_estructurado/G-Cableado\\_estructurado.pdf](http://guimi.net/monograficos/G-Cableado_estructurado/G-Cableado_estructurado.pdf)
- Hernández, J., de la Cruz, E., Cadena Mendoza, E., & Montero Valverde, J. A. (2021). Propuesta de diseño e implementación de una red para proporcionar servicio de internet inalámbrico con garantía de QOS en habitaciones de un hotel. *Programación Matemática y Software*, 13(3), 31–38.  
<https://doi.org/10.30973/progmat/2021.13.1/4>
- Huarcaya, F., & Muñoz, A. (2022). Diseño de la red de área local aplicando la metodología del ciclo de vida de red de CISCO para mejorar la calidad de los servicios, el índice de transferencia de datos y la estabilidad de los sistemas de información de la municipalidad de Santa Rosa [Universidad Nacional de Altiplano]. En *Repositorio UNAP*.  
<https://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/17994>
- IBM. (2021). *Protocolos TCP/IP*.
- IEDEP. (2020). *Índice de desarrollo tecnológico*. Reportes.  
<https://www.camaralima.org.pe/iedep-instituto-de-economia-de-desarrollo-empresarial/>
- INEI. (2017). *Marco institucional de la Municipalidad* (pp. 65–81).  
<https://doi.org/10.1787/9789264077195-4-es>
- Infante, A. (2023). Diseño de un Sistema de Cableado Estructurado como mejora de la Red Informática en la Unidad de Criminalística de la Dirección Antidrogas de la



- Policía Nacional del Perú [Universidad Nacional del Callao]. En *Repositorio UNAC*. <http://hdl.handle.net/20.500.12952/5615>
- INTEL. (2018). *Ancho de banda vs rendimiento vs velocidad vs tasa de conexión*.
- Joskowicz, J. (2013). Cableado estructurado. *Comunicaciones Corporativas Unificadas*, 11, 68–80. [http://www.rnds.com.ar/articulos/073/rnds\\_068w.pdf](http://www.rnds.com.ar/articulos/073/rnds_068w.pdf)
- Meneses, E. (2014). Estandares y Nuevos Componentes del Cableado Estructurado. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 17(3), 1–87. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_1363.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_1363.pdf)
- Mestaza, F., & Ninaquispe, J. (2022). *Rediseño de la red informática para el servicio de comunicación en el área de Análisis Digital Forense del Ministerio Público, 2022* [Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/100480>
- Montero, K. (2018). Rediseño de la Red de Datos para mejorar la Seguridad Informática de una Municipalidad [Universidad Peruana los Andes]. En *Repositorio UPA*. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1091>
- Montes de Oca Vallenias, A., & Ramos Aza, R. (2021). La Metodología Top Down En La Optimización Del Servicio De Internet En Educación Continua De La Universidad Nacional Del Altiplano 2019 [Universidad nacional del Altiplano]. En *Repositorio UNAP*. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza\\_Mamani\\_Joel\\_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Morales, M. (2005). El cableado estructurado: una más de las instalaciones especiales dentro del desarrollo sistemático de la arquitectura moderna. [Universidad de San Carlos de Guatemala]. En *Repositorio USCG*. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_1363.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_1363.pdf)
- Movistar. (2022). *¿Que es la latencia y cómo se puede mejorar?*
- Naranjo, S., & Silva, D. (2017). Propuesta para el Rediseño de la Red de Datos Corporativa del Gobierno Autonomo Descentralizado de la provincia Bolívar-Prefectura, ubicado en la ciudad de Guaranda. [Universidad Politecnica



- Salesiana]. En *Repositorio UPS*.  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14621>
- Ñaupas, H., Valdivia, M. R., Palacios, J. J., & Romero, H. E. (2018). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. En *Journal of Chemical Information and Modeling* (Edición, 5). Ediciones de la U.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- NewPrestige. (s. f.). *Topología de estrella*. topologías de Red. Recuperado 12 de agosto de 2023, de <https://new-prestige.weebly.com/topologigravea-de-estrella.html>
- Orea, D. (2017). Reestructuración de la Red en el Unidad de Negocio Xcaret [Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz]. En *Repositorio UTCV*.  
<http://reini.utcv.edu.mx/handle/123456789/666>
- Orellana Tagua, R. (2021). Cableado estructurado para un Centro de Salud de una Planta [Universidad de Sevilla]. En *Repositorio US*.  
<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/94134/fichero/TFG-4134+Orellana+Tagua.pdf>
- Palaquibay, N. (2012). Cableado Estructurado Categoría 6 a Para El Instituto Ecuatoriano De Seguridad Social (Dirección Provincial Del Iess En Bolívar [Escuela Politécnica Nacional]. En *Repositorio EPN*.  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4540?mode=full>
- Rivera, J. (2018). Propuesta de un red de cableado estructurado (LAN) como alternativa de solución a la falta de comunicación de datos entre las oficinas de la Municipalidad Distrital de Huallaca-2017. En *Repositorio USP*.  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/623989>
- Rosilio, A. (2019). Propuesta para la implementación de la Infraestructura de Red en la Sede del Gobierno Regional de Tumbes, 2019. *Repositorio ULADECH*, 1–125.  
<https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/11054?show=full>
- Salazar, G. (2023). Diseño de cableado estructurado para la red de datos en el edificio familias en acción adscrito a la alcaldía de Armeni Quindío [Universidad Tecnológica de Pereira]. En *Repositorio UTP*. <https://hdl.handle.net/11059/14659>



- UAEH. (2022). *Herramientas digitales*.  
<https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/20288/sistemas-comunicacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Urquia, J. (2022a). Diseño De Una Red De Datos Para El Ministerio Público En La Sede Chaclacayo Del Distrito Fiscal De Lima Este [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. En *Repositorio UNPRG*.  
[https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9992/Urquia\\_Musayon\\_Jhonatan\\_Antonio.pdf?](https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9992/Urquia_Musayon_Jhonatan_Antonio.pdf?)
- Urquia, J. (2022b). Diseño De Una Red De Datos Para El Ministerio Público En La Sede Chaclacayo Del Distrito Fiscal De Lima Este. En *Repositorio UNPRG*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Vargas Rivas, J. C. (2020). Desarrollo e Implementacion de un Sistema de Cableado Estructurado en Instituciones de Educacion Basica en Zona Norte del Valle de Mexico [Universidad Nacional Autonoma de Mexico]. En *Repositorio UNAM*.  
<https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000804369/3/0804369.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1 Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Tipo y Diseño	Procesamiento estadístico
¿En qué medida mejora el rendimiento de la red cableado estructurado en la municipalidad provincial El Collao distrito de Ilave 2023?	Optimizar el rendimiento de la red cableado estructurado con una metodología Top-Down, en la municipalidad provincial El Collao distrito de Ilave 2023.	El rendimiento de la red mejora significativamente mediante el cableado estructurado con una metodología Top-Down en la municipalidad provincial El Collao distrito de Ilave 2023	VI: Cableado estructurado VD: Red de alta velocidad - Tasa de transferencia - Latencia - Variación de latencia - Tasa de error	<b>Tipo:</b> Aplicado <b>Diseño:</b> Cuasi experimental de un solo grupo <b>Enfoque:</b> Cuantitativo	<b>DATOS CUANTITATIVO</b> • SPSS versión 25  Tablas descriptivas  Figuras descriptivas  t de Student
	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis nula</b>	<b>Población y Muestra</b>	<b>Técnicas e Instrumentos</b>	
<b>PE1:</b> ¿Cuál es el estado inicial de la red de datos de la municipalidad provincial Collao - Ilave?	<b>OE1:</b> Analizar el estado inicial de la red de datos de la municipalidad provincial El Collao - Ilave.	<b>HE1:</b> El estado inicial de la red de datos presenta problema en la eficiencia de la operatividad de la municipalidad provincial El Collao - Ilave.	<b>Población:</b> 50 oficinas de la Municipalidad provincial de Ilave <b>Muestra:</b> 2 oficinas: SISFOH (primer piso) RRRH (segundo piso) <b>Muestreo:</b> Intencional por conveniencia	<b>Técnica:</b> Observación  <b>Instrumento:</b> • Ficha de observación a funcionarios  • Ficha de registro de métricas de red	Procesamiento con R Studio
<b>PE2:</b> ¿Es posible elaborar una red de datos para la municipalidad provincial Collao - Ilave?	<b>OE2:</b> Diseñar una red de datos para la municipalidad provincial El Collao - Ilave.	<b>HE2:</b> El diseño de una red de datos presenta problema en la eficiencia de la operatividad de la municipalidad provincial El Collao - Ilave.			
<b>PE3:</b> ¿Cuál es el rendimiento de la red de datos de la municipalidad provincial Collao - Ilave?	<b>OE3:</b> Evaluar el rendimiento de la red de datos de la municipalidad provincial El Collao - Ilave.	<b>HE3:</b> La evaluación del rendimiento de la red de datos presenta problema directamente en la eficiencia de la operatividad de la municipalidad provincial El Collao - Ilave.			



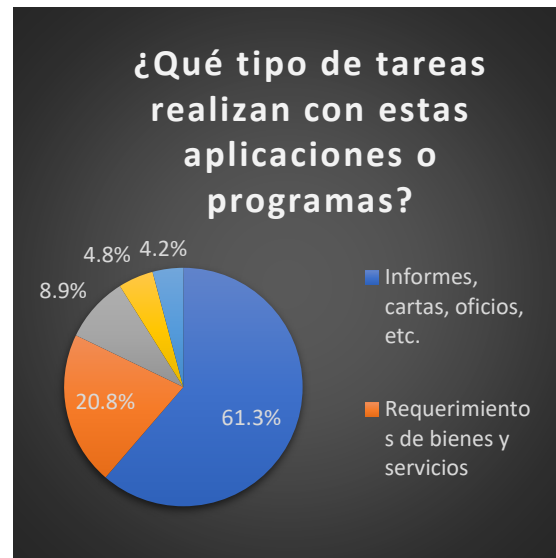
## Anexo 2 Fichas de observación de Requerimientos

Nombre de colaborador: .....	Oficina donde labora: .....
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>
P1 ¿Qué aplicaciones o programas utilizas en su trabajo en sus actividades y de ocio?	Word: Para la elaboración de documentos. Excel: Para la elaboración de hojas de cálculo. Internet: Para la búsqueda de información y la comunicación. Windows: El sistema operativo utilizado por la mayoría de los trabajadores. Singer: Un programa para la gestión de documentos. WhatsApp: Una aplicación de mensajería instantánea. Correo electrónico: Para la comunicación interna y externa.
P2 ¿Qué tipo de tareas realizan con estas aplicaciones o programas?	Elaboración de informes, cartas, oficios y resoluciones. Rendiciones de cuentas. Requerimientos. Notificaciones. Trabajos relacionados con el área de seguridad ciudadana. Edición de imágenes. Proyectar documentos. Configuración de direcciones IP. Creación y modificación de tareas pendientes. Requerimientos de bienes y servicios. Mantenimiento de la página web. Trabajos de oficina.
P3 ¿Qué problemas tienen con la conexión de internet y la red actualmente?	Baja velocidad. Desconexión. Latencia. Inestabilidad de internet. Topología y cableado deficientes. Switches que cumplieron su vida útil.
P4 ¿Qué sugerencias puedes dar y que esperan de la nueva red?	Mayor velocidad. Mayor estabilidad. Red dedicada para la oficina. Fibra óptica. Eliminar las conexiones de red innecesarias. Diseñar un nuevo cableo y estructura de red. Renovar la red por completo, desde la topología hasta el cableado.
P5 ¿Consideras que la velocidad de la red es suficiente para satisfacer tus necesidades?	La mayoría de los colaboradores no están satisfechos con la velocidad actual de la red.
P6 ¿Consideras que la latencia de la red es aceptable para las aplicaciones que utilizas?	La mayoría de los trabajadores no están satisfechos con la latencia actual de la red.
P7 ¿Has experimentado problemas de pérdida de datos o corrupción de datos en la red?	Algunos trabajadores han experimentado problemas de pérdida de datos o corrupción de datos en la red.
P8 ¿Has experimentado problemas de rendimiento de la red, como lentitud o cortes, cuando hay muchos usuarios conectados?	La mayoría de los trabajadores han experimentado problemas de rendimiento de la red, como lentitud o cortes, cuando hay muchos usuarios conectados.

### Anexo 3 Descripción gráfica de los resultados del cuestionario



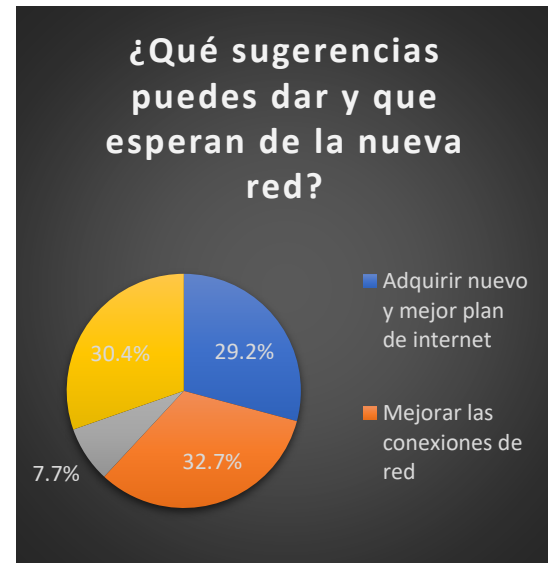
Nota: el 48.2% de los usos, orientados a tareas de ofimática y comunicación. Un 30.4% emplea el Sistema Integrado de Gestión de Recursos Materiales y Financieros del Perú (Singer). En el ámbito de redes, un 11.3% utiliza "Mikrotik" y un 10.1% "Winbox".



Nota: El 61.3% usa aplicaciones para elaborar informes, 20.8% para requerimientos de bienes y servicios, 8.9% para gestionar tareas, 4.8% en configuraciones de red y 4.2% en mantenimiento web.

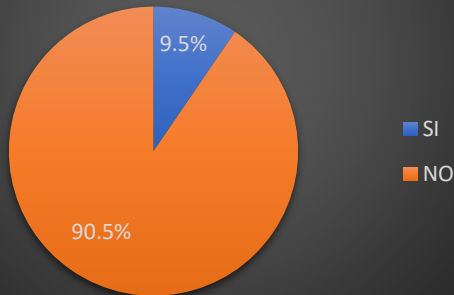


Nota: El 42.3% reporta desconexiones de internet, 31.5% lentitud en la red, 14.9% equipos y cables obsoletos, y 11.3% baja calidad del servicio.



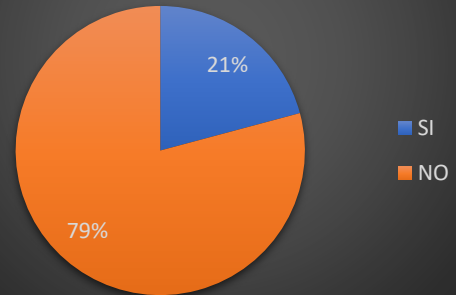
Nota: El 32.7% propone mejorar las conexiones de red, 30.4% renovar el cableado e infraestructura, 29.2% contratar internet de alta velocidad y 7.7% eliminar conexiones innecesarias.

¿Consideras que la velocidad de la red es suficiente para satisfacer tus necesidades?



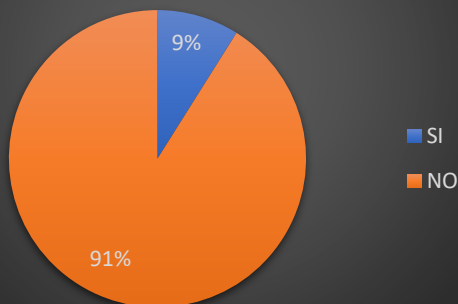
Nota: El 90.5% considera insuficiente la velocidad de 200 Mbps, mientras que solo el 9.5% la ve adecuada para sus labores.

¿Consideras que la latencia de la red es aceptable para las aplicaciones que utilizas?



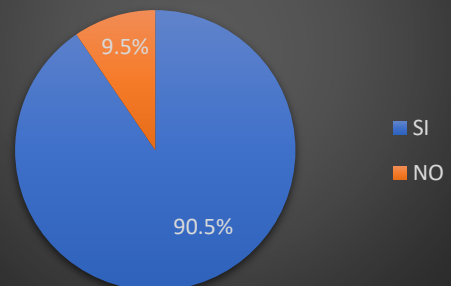
Nota: El 79% considera inaceptable la latencia de la red, mientras que solo el 21% la percibe adecuada.

¿Has experimentado problemas de pérdida de datos o corrupción de datos en la red?



Nota: Solo el 9% reporta pérdida o corrupción de datos, frente al 91% que no tuvo problemas. Los casos ocurren sobre todo en el sistema Singer, debido a deficiencias de cableado, con una pérdida estimada de 0.5% a 1% de los paquetes enviados.

¿Has experimentado problemas de rendimiento de la red, como lentitud o cortes, cuando hay muchos usuarios conectados?



Nota: El 90.5% ha tenido problemas de rendimiento en la red, sobre todo por la conexión simultánea de 200 computadoras. Solo el 9.5% no reporta inconveniente.



## Anexo 4 Lista de equipos de la Municipalidad de Ilave por pisos

### 1er Piso

N	Oficina	N° de máquinas
1	Gerencia de desarrollo Social y Servicio Públicos	2
2	Gerencia de desarrollo Económico y Medio Ambiente	3
3	Registro Civil y Estadística	3
4	Sub gerencia de Promoción social y Participación ciudadana	3
5	Sub gerencia de Cultura deporte y Turismo	3
6	Demuna	2
7	Programa de Administración Tributaria y Rentas	4
8	Caja	2
9	Mesa de partes	1 - NO
10	Comercialización	3
11	Transporte y Circulación Vial	3
12	Programas de Asistencia Social y Seguridad Alimentaria	2
13	Administración del programa de Vaso de Leche	2
14	Programa de Complementación Alimentaria	2
15	SISFOH	19
16	CIAM -CI	2
17	Sub gerencia de Seguridad Ciudadana	3
18	Sub gerencia de Protección a los grupos vulnerables	2
19	Sub gerencia de desarrollo Agropecuario	2
<b>TOTAL</b>		<b>62</b>

### 2do Piso

N	Oficina	N° de máquinas
1	Oficina de Tecnología Informática	2
2	Unidad de Contabilidad	7
3	Oficina de Planificación y Desarrollo	4
4	Unidad de Tesorería	3
5	Unidad de Logística y Patrimonio	5
6	Unidad de recursos Humanos	3
7	Bienestar Social y Capacitación	2
8	Procesos Administrativos y Disciplinarios	2
9	Oficina de Ejecución Coactiva	2
10	Unidad de RRHH	21
11	Gerencia de desarrollo Rural y Urbano	3
12	Unidad de Estudios y proyectos de Inversión y Supervisión	3
13	Sub gerencia de Obras, Publicidad y Mantenimiento	3
14	Abastecimiento y Almacén Central	3
15	Gerencia de Administración y Finanzas	2
<b>TOTAL</b>		<b>64</b>



### 3er Piso

N	Oficina	N° de máquinas
1	OPMI – Unidad formuladora	12
2	OCI	6
3	Gerencia Municipal	3
4	Órgano de Defensa Judicial	3
5	Asesoría Judicial	3
6	Secretaría General	4
7	Imagen institucional	3
8	Secretaría del Comité de Defensa Civil	1
9	Alcaldía	2
TOTAL		36

### 4to Piso

N	Oficina	N° de máquinas
1	Sub gerencia de Promoción Productiva y Gestión de Proyectos	2
2	Archivo Central	2
3	Control Patrimonial	3
4	Programa del Centro de Producción y Desarrollo Rural (CEPRODER)	1
5	Liquidación de Obras	3
6	Programa Instituto Vial Provincial	4
7	Sub gerencia de Desarrollo del Medio Ambiente, Salud Pública	5
8	Mantenimiento de Infraestructuras Construidas	2
TOTAL		22

Un total de 183 equipos en la Municipalidad de Ilave vigentes a la fecha 2024.



## Anexo 5 Configuración de las tecnologías HSRP

```
Router>enable
Router#configure
Configuring from terminal, memory, or network [terminal]?
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#interface serial 0/0/0
Router(config-if)#ip address 10.1.1.1 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/0, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/0, changed state to up

Router(config-if)#exit
Router(config)#interface serial 0/0/1
Router(config-if)#ip address 10.2.2.1 255.255.255.252
Router(config-if)#no shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/1, changed state to up
exit
Router(config)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/1, changed state to up

Router(config)#router eigrp 1
Router(config-router)#network 10.1.1.0 0.0.0.3
Router(config-router)#
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 1: Neighbor 10.1.1.2 (Serial0/0/0) is up: new adjacency

Router(config-router)#network 10.2.2.0 0.0.0.3
Router(config-router)#
%DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP 1: Neighbor 10.2.2.2 (Serial0/0/1) is up: new adjacency

Router(config-router)#exit
Router(config)#end
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#
```

### Captura del Router 0 al integrar a Router 1 y 2

```
Router>enable
Router#show standby
GigabitEthernet0/1 - Group 1
  State is Active
    5 state changes, last state change 00:53:20
  Virtual IP address is 192.168.1.254
  Active virtual MAC address is 0000.0C07.AC01
    Local virtual MAC address is 0000.0C07.AC01 (v1 default)
  Hello time 3 sec, hold time 10 sec
    Next hello sent in 2.589 secs
  Preemption enabled
  Active router is local
  Standby router is 192.168.1.3
  Priority 150 (configured 150)
  Group name is hsrp-Gig0/1-1 (default)
```



## Show standby del Router 1

```
Router>enable
Router#show standby
GigabitEthernet0/1 - Group 1
  State is Standby
    8 state changes, last state change 01:06:20
  Virtual IP address is 192.168.1.254
  Active virtual MAC address is 0000.0C07.AC01
    Local virtual MAC address is 0000.0C07.AC01 (vl default)
  Hello time 3 sec, hold time 10 sec
    Next hello sent in 0.058 secs
  Preemption enabled
  Active router is 192.168.1.1
  Standby router is local
  Priority 100 (default 100)
  Group name is hsrp-Gig0/1-1 (default)
```

## Show standby del Router 2

```
C:\>ping -t 192.168.1.254

Pinging 192.168.1.254 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
```

Ping normal a 192.168.1.254



```
C:\>ping -t 192.168.1.254

Pinging 192.168.1.254 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time=7ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time=9ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time=6ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time=6ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time<1ms TTL=255
```

Al caer el Router 1 se presencia un corte e inmediatamente toma lugar el Router 2, por lo que continua con la transferencia de datos.

Anexo 6 Documentos presentados

**SOLICITUD**

*“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la  
commemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”*

**SOLICITO: EJECUCIÓN DE  
PROYECTO DE TESIS**

**SEÑOR JEFE DE LA OFICINA OTI EL COLLAO - ILAVE**



Yo, LUCIANO HERNAN GARCIA HUARICALLO, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Estadística e Informática de la Universidad Nacional de Altiplano, con código de matrícula N° 164469, identificado con DNI 75219420, con domicilio legal en el Jr. Ollantay N.° 170, de la ciudad de El Collao - Ilave. Con debido respeto me presento ante usted y expongo:

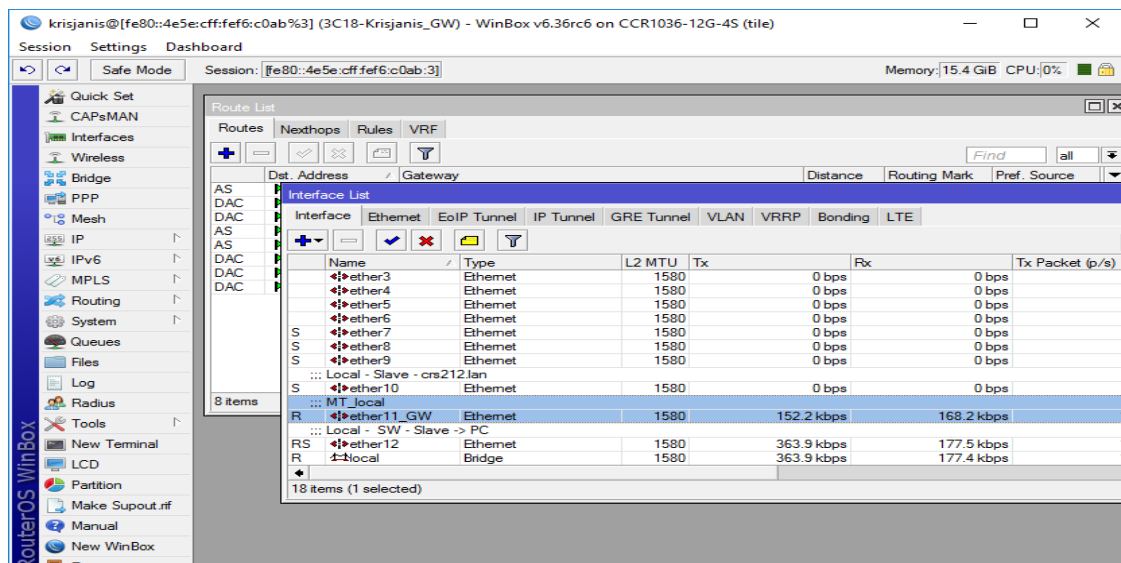
Que, habiendo concluido satisfactoriamente los semestres académicos de la Escuela Profesional de Ingeniería Estadística e Informática y con la finalidad de adquirir el grado de Ingeniero estadístico e informático. Que en cumplimiento del reglamento para la obtención del título profesional de Ingeniero estadístico e informático recorro a su institución para ejecución y recolección de datos de mi proyecto de tesis intitulado “OPTIMIZACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO PARA REDES DE ALTA VELOCIDAD EN LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE EL COLLAO - ILAVE” con el código 2023-2555. Es así que me comprometo a seguir los principios y valores. Agradezco su tiempo y espero su favorable respuesta.

Por lo expuesto: Ruego a Ud. Acceder a mi solicitud por ser justa y legal.

Puno, 26 de junio de 2024

LUCIANO HERNAN GARCIA HUARICALLO  
DNI: 75219420

## Anexo 7 Equipos utilizados



Nota: Programa mikrotik winbox que permite administrar y configurar los dispositivos de red de MikroTik que ejecutan su sistema operativo, RouterOS.



Nota: Switch cumplió la función de conectar varios dispositivos dentro de una misma red local (LAN), permitiendo que intercambien información de manera eficiente.

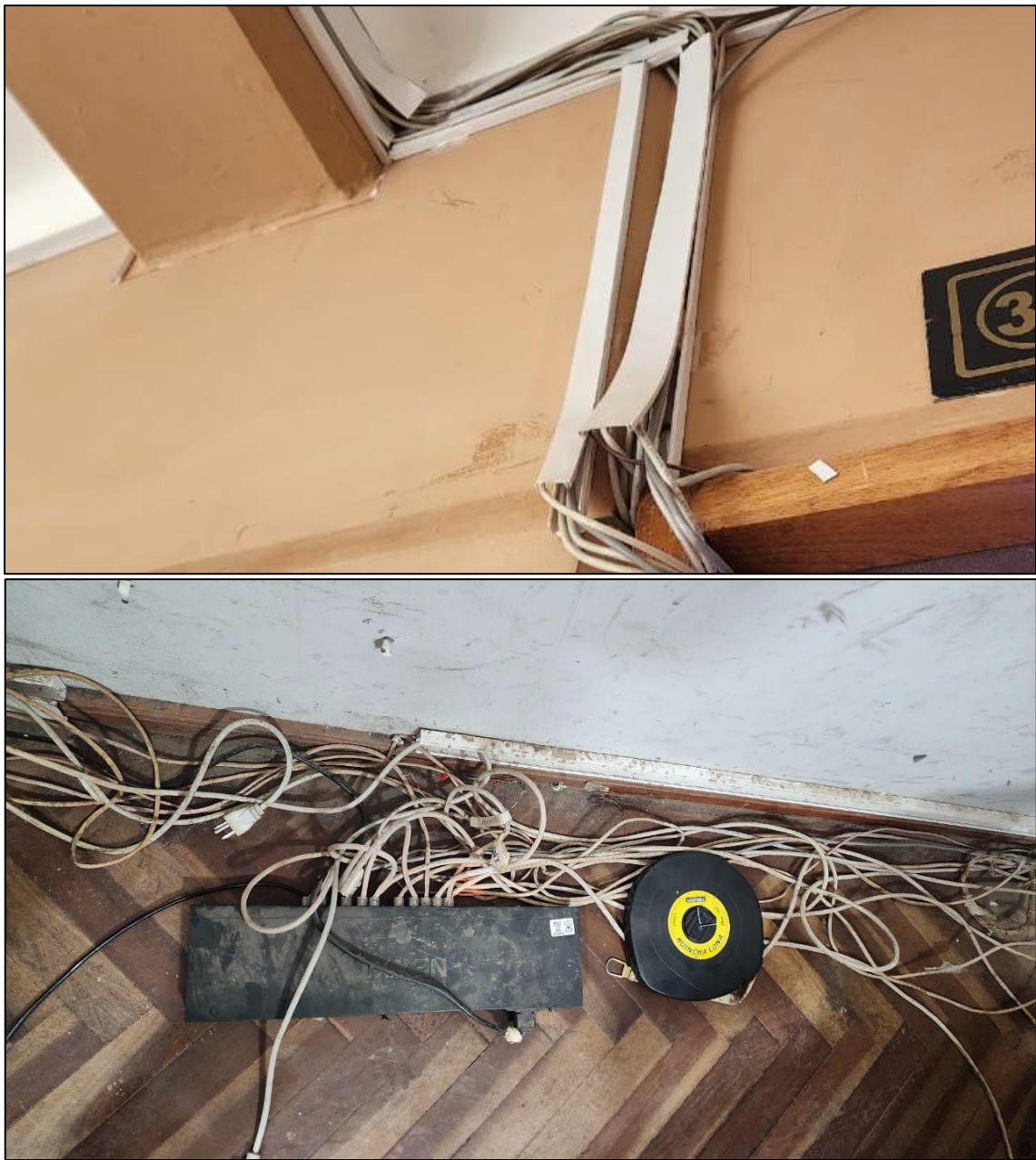


Nota: MikroTik RouterBoard de 10 puertos Gigabit Ethernet (10/100/1000 Mbps).



Nota: Router cumplió la función de dirigir y gestionar el tráfico de datos dentro de una red y hacia otras redes, actuando como un intermediario entre dispositivos locales.

## Anexo 8 Panel fotográfico



Se evidencia claramente el deterioro del cableado UTP, mismas que se encuentran sucias, algunas que no funcionan y las canaletas de color blanco con una vida útil ya caducada. Esta es una fotografía de entre muchas oficinas que presenta la municipalidad. Lo que evidencia que toda la municipalidad requiere de un nuevo cableado estructurado, nuevos cables de Cat6, nuevos equipos de red y un mejor ancho de banda por parte de otro plan de un proveedor de Internet.



Se evidencia que las canaletas están expuestas y que el nuevo recableado para ambas oficinas de RRHH y SISFOH se incluyeron junto con los otros cables. Se observó que la canaleta no esté cerca de un cable de corriente, que no se sobre tensionen y que no se doblen. Asimismo, se etiquetaron los cables de red para ambas oficinas. Mientras que se realizó las pruebas de métricas haciendo ping de los puntos de salida (computadoras) a diferentes servicios como Facebook, Google, Singer, WhatsApp y Youtube que son las aplicaciones más frecuentes que realizan los trabajadores.



Ambos cables provenientes de las oficinas de RRHH y SISFOH fueron incluidos en el Patch. Del mismo modo, se incluye un segundo router pasivo de modelo R8201 que funciona cuando el router principal cae. A esto se le conoce como la tecnología HSRP. Todos estos equipos se encuentran en el rack en la oficina de OTI, donde se gestionan todas las conexiones de la municipalidad. En el rack del servidor también se encuentran sistemas de información propias de la municipalidad con amplio espacio de almacenamiento en sus bases de datos. Cabe señalar que los equipos y conectores utilizados corrieron por cuenta propia del investigador.



## Anexo 9 Declaración de autenticidad



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo LUCIANO HERNAN GARCIA HUBRICOLLO  
identificado con DNI 75219420 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"OPTIMIZACIÓN DEL COBLEADO ESTRUCTURADO PARA REDES  
DE ALTA VELOCIDAD EN LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL  
DE EL COLLO - ILAVE"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 16 de diciembre del 2025

FIRMA (obligatoria)



Huella



## Anexo 10. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo LUCIANO HERNAN GARCIA HUSRICALLO  
identificado con DNI 75219420 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"OPTIMIZACIÓN DEL CABLEADO ESTRUCTURADO PARA  
REDES DE ALTA VELOCIDAD EN LO MUNICIPALES  
PROVINCIAL DE EL COLLDO - ILDOE"

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 16 de diciembre del 2025

FIRMA (obligatoria)



Huella