



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TESIS

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA CALIDAD
DE SERVICIO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE
MEJORA DE UNA RED METRO ETHERNET EN
UNA MUNICIPALIDAD DISTRITAL PERUANA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
DE SISTEMAS**

Autor:

Bach. Franco Rodriguez Anthony Walter

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6575-5506>

Asesor(a):

Mg. Chirinos Mundaca Carlos Alberto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6733-8992>

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú 2022

APROBACIÓN DEL JURADO

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA CALIDAD DE SERVICIO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE UNA RED METRO ETHERNET EN UNA MUNICIPALIDAD DISTRITAL PERUANA

Presentado por:

**Bach. Franco Rodríguez Anthony Walter
AUTOR**

**Dr. Chirinos Mundaca Carlos Alberto
ASESOR**

Aprobado por:

**Mg. Celis Bravo Percy Javier
PRESIDENTE**

**Mg. Mejia Cabrera Heber Ivan
SECRETARIO**

**Mg. Chirinos Mundaca Carlos Alberto
VOCAL**

Dedicatoria

Dedico a Dios este trabajo, por darme las fuerzas para lograr este anhelo tan deseado. A mis padres por su apoyo, dedicación y amor, por ser un ejemplo para nuestra familia y creer siempre en mí y a Dios por darme fuerzas para terminar con éxito esta tesis.

Agradecimientos

Primero, agradezco a Dios por cuidar siempre a mi familia y a mis padres por brindarme su apoyo incondicional en cada una de mis decisiones y ser los impulsores para lograr mis metas

Agradezco a la Universidad Señor de Sipán, a la escuela de Sistemas y a todos sus profesores que depositaron sus conocimientos en mí permitiéndome realizar esta tesis, agradezco de manera especial a mi asesor de tesis por su paciencia y su guía durante el proceso de creación de la presente.

Resumen

El presente trabajo de investigación realizado con el objetivo de evaluar el desempeño de la calidad de servicio en la implementación de mejora de una red metro ethernet en una municipalidad distrital peruana. La investigación del presente trabajo es de tipo aplicada, descriptiva y transversal, de enfoque cuantitativo, realizada a través de la observación del comportamiento de los parámetros de desempeño en la misma, tales como, seguridad, fiabilidad, escalabilidad, disponibilidad, velocidad. La población para el presente estudio, estuvo conformado por 8 Pop's (Puntos de Presencia Óptica), de la red metro ethernet del distrito de los Olivos y la muestra utilizada fue de tipo no probabilístico por conveniencia, seleccionando 3 Pop's de la red metro ethernet del distrito de los Olivos que fueron: MDLO, HMLO, CIELO. Las técnicas que se utilizaron fueron la entrevista y la observación directa, el cuestionario y la ficha de aceptación fueron los instrumentos. Los resultados encontrados indicaron que la red antigua contaba con un diseño plano lo cual generaba problemas de congestión de tráfico en la red, esto era ocasionado principalmente por un direccionamiento mal planificado de las direcciones IP y al incremento de estaciones de trabajo, para esto se implementó una topología de red estable, la cual permitirá trabajar con mejores velocidades de transferencia haciendo más eficientes las actividades, obteniendo mejoras en el tiempo y trabajando con una mejor estabilidad de la red. Asimismo, se utilizaron herramientas como: Wireshark Packet tracer. Para el desarrollo se ha utilizado la metodología del diseño de Redes de arriba hacia abajo la cual permite diseñar la red partiendo desde la capa superior, teniendo como referencia el modelo OSI, posteriormente se va desplazando hacia las capas inferiores hasta llegar al nivel físico. Se concluye que la implementación de mejora de la red Metro Ethernet, cumple con los estándares de calidad de servicio que debe cumplir una red, asimismo, mejora de manera significativa la congestión del tráfico de la red.

Palabras Clave:

Ethernet, Vlan, Red Metro, IP/MPLS, Calidad de servicios

Abstract

The present research work carried out with the objective of evaluating the performance of the quality of service in the implementation of improvement of a metro ethernet network in a Peruvian district municipality. The research of the present work is of an applicative, descriptive and transversal type, with a quantitative approach, carried out through the observation of the behavior of the performance parameters in it, such as security, reliability, scalability, availability, speed. The population for the present study was made up of 8 Pop's (Optical Presence Points) from the Los Olivos district metro ethernet network and the sample used was non-probabilistic for convenience, selecting 3 Pop's from the metro ethernet network of the Olivos district that were: MDLO, HMLLO, CIELO. The techniques used were the interview and direct observation, the instruments the questionnaire and the acceptance form. The results found indicated that the old network had a flat design which generated traffic congestion problems in the network, this was mainly caused by poorly planned addressing of the IP addresses and the increase in workstations, for this it was implemented a stable network topology, which will allow working with better transfer speeds making activities more efficient, obtaining improvements over time and working with better network stability. Likewise, tools such as: Wireshark Packet tracer were used. For the development, the methodology of network design from top to bottom has been used, which allows designing the network starting from the upper layer, taking the OSI model as a reference, then moving towards the lower layers until reaching the physical level. It is concluded that the implementation of improvement of the Metro Ethernet network complies with the quality of service standards that a network must meet, also significantly improves network traffic congestion.

Keywords:

Ethernet, Vlan, Metro Network, IP / MPLS, Quality of services

ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimientos.....	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática.	1
1.2. Antecedentes de estudio.....	4
1.3. Teorías relacionadas al tema.	15
1.5. Justificación e importancia del estudio.	27
1.7. Objetivos.	28
II. MATERIAL Y MÉTODO	29
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.	29
2.2. Población y muestra.....	29
2.3. Variables, Operacionalización.....	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. 30	
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	31
2.6. Criterios éticos.	33
2.7. Criterios de Rigor Científico.	34
III. RESULTADOS	35
3.1. Resultados de tablas y figuras.....	35
3.2. Discusión de resultados.	51
3.3. Aporte práctico.	53
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
4.1. Conclusiones.....	83
4.2. Recomendaciones.....	84
REFERENCIAS.....	85
ANEXOS.	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de criterios de calidad de servicio	18
Tabla 2: Componentes básicos de la gestión de una red	22
Tabla 3: Tabla de operacionalización	30
Tabla 4: Tráfico de datos	36
Tabla 5: Porcentaje de envíos fallidos.....	39
Table 6: Comparación de envío de paquetes exitoso.....	42
Tabla 7: Tiempo de llegada de paquetes.....	43
Table 8: Parámetros para la evaluación de la red implementada.....	44
Tabla 9: Compartición de archivos en red	45
Tabla 10: Red inalámbrica.....	46
Table 11: Impresoras en red	46
Tabla 12: Acceso a internet.....	47
Tabla 13: Inconvenientes con el internet.....	47
Tabla 14: Restricción web	48
Tabla 15: Servicio propio de internet	48
Tabla 16: Resultados generales	49
Tabla 17: Cableado estructurado	50
Tabla 18: Recubrimiento de cableado	50
Table 19: Fallas de cableado	51
Table 20: Diseño y asignación de direccionamiento.....	56
Table 21: Elementos de la red con mayor cantidad de solicitudes.....	57
Table 22: Descripción de los POP's.....	77
Table 23: Selección de equipos para las capas de acceso	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Eventos de retardo de transferencia de paquetes IP. Transferencia 'extremo a extremo' de un paquete IP.....	16
Figura 2: Descripción física de fibra óptica.....	19
Figura 3: Estructura de las fibras multimodo y monomodo	20
Figura 4: Modelo OSI	24
Figura 5: Testeo de tráfico en red actual.....	35
Figura 6: Testeo de tráfico en red Metro Ethernet.....	35
Figura 7: Tráfico de datos - red actual.....	36
Figura 8: Tráfico de datos - red Metro Ethernet.....	37
Figura 9: Porcentaje de envío fallidos-red actual	38
Figura 10: Porcentaje de envío fallidos- Red Metro Ethernet.....	39
Figura 11: Comparación de envíos fallidos	39
Figura 12: Envíos exitosos- red actual	40
Figura 13: Envíos exitosos- red metro ethernet.....	41
Figura 14: Comparación de envíos exitosos	42
Figura 15 Comparación de transmisión.....	43
Figura 16: Parámetros de calidad de servicio - red Metro Ethernet	44
Figura 17: Diagrama de la red actual	54
Figura 18: Tabla de rutas	55
Figura 19: Tiempo de enrutamiento	55
Figura 20: Monitoreo usando iptraf.....	56
Figura 21: Sintaxis para el uso de la herramienta iptraf	57
Figura 22: Ejecución de la herramienta Iptraf.....	57
Figura 23: Evidencia de los NAT	58
Figura 24: Evidencia de las interfaces conectadas	58
Figura 25: Firewall SRX3400 en cluster conexión de cada DMZ de la red Metro. 59	
Figura 26: Líneas de comando del router principal	59
Figura 27: Interfaz de configuración	60
Figura 28:Evidencias de la DMZ Intranet	60
Figura 29: Router de edificio EX8208.....	61
Figura 30: Configuración de puertos	62

Figura 31: Configuración de VLAN's	62
Figura 32: Equipo de la red metro mx960 de cada POP de la red Metro.	63
Figura 33: Configuración OSPF	64
Figura 34: Firewall del Router de la municipalidad.....	64
Figura 35: Reglas del firewall para las WAN y LAN	65
Figura 36: Tráfico actual de LAN y WAN.....	65
Figura 37: Configuración ACL para bloqueo	66
Figura 38: Sistema de detección de intrusos.....	67
Figura 39: Acceso a NTOPNG	68
Figura 40: Porcentaje de acceso a las aplicaciones.....	68
Figura 41: Reporte del proxy	69
Figura 42: Acceso para informe	69
Figura 43: Informe de acceso a usuarios	70
Figura 44: Informe de accesos según IP's	70
Figura 45: Informe de los sitios web a los que accedieron	71
Figura 46: Test de rendimiento de la red actual	72
Figura 47: Tráfico de datos en el mes de abril	73
Figura 48: Tráfico de datos del mes de mayo	73
Figura 49: Información sobre el protocolo de enrutamiento OSPF.....	74
Figura 50: Topología de la red METRO	76
Figura 51: Diagrama Físico de la RED METRO	77
Figura 52: Diagrama de Red Lógico Capa 2	78
Figura 53: Diagrama de Red Lógico Capa 3	79

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática.

La comunicación entre personas siempre ha sido un factor importante y ahora, la comunicación digital ofrece posibilidades completamente nuevas. Esto se debe al desarrollo de nuevas tecnologías y la perseverancia de las personas que sentaron las bases de esta infraestructura electrónica. (Pino, 2018)

Las redes de computadoras tienen cuellos de botella durante las horas pico y este tráfico conduce a la saturación de la información y las comunicaciones en la infraestructura de la red. El uso de diferentes programas de navegación utilizados en Internet durante las horas pico muestra que su desempeño reduce su funcionalidad y genera congestión en diferentes paquetes de información y programas para el trabajo en línea. Esto se debe a que las aplicaciones transportan una gran tasa de datos, requiriendo una velocidad y capacidad de transmisión mayor, las cuales se deben a los avances del medio de transmisión basados en la fibra óptica y las tecnologías de la MPLS integradas en los protocolos IP para cada equipo con función de transmisión. Aunque esto se vea afecto gracias a la insuficiencia de la rapidez y la capacidad de obtención de las redes de telecomunicaciones, además deben tener una disponibilidad elevada para que se puedan formar los anillos lógicos y físicos, en las diferentes direcciones de la red que operan 24 horas cada día.

Las redes inalámbricas cada vez están más presentes en diversas instituciones (pública o privada), que transmiten sus informaciones a través de la red con innovadores sistemas de datos los cuales se basarán en las transmisiones de la fibra óptica mostrando particularidades especiales siendo más nítidos, versátiles, con una mayor capacidad de información, incrementando las velocidades de las transmisiones, incluyendo las utilidades. Estas utilidades son mayores si las comparamos con los avances tecnológicos que se basan en el cobre, sin importar que se conecten por cualquier tipo de cable incluyendo los cables coaxiales. Así también Polo 2016 plantea que el ancho de banda no es directamente proporcional a su alojamiento, mientras que, si hablamos de la fibra óptica, esta no tiene pérdidas muy altas, ya que el alejamiento no la afecta directamente y persiste su satisfactoria transmisión de datos

Siendo un valor muy importante del metro Ethernet, este debe tolerar las cantidades bastas que representa el tráfico en cambio constante, este es necesario para optimizar una alta calidad tecnológica tanto colaborativa como móvil, dando como ejemplo la telefonía IP, videos IP (videoconferencias IP, streaming de vídeo). Este tipo de comunicaciones suelen tener la tendencia a ser sensibles a los retardos y a los jitters (fluctuación temporal), aunque hay valores que se afectan cuando los conjuntos de datos se transfieren una señal WAN y no por una LAN. Todo esto se debe a los niveles de latencia que posee una red pública los cuales son mayores que los de una red propia.

Así mismo Leader, 2015 manifiesta que existe un gran índice de flexibilidad con respecto al ancho de banda, es decir, los costes serán menores, ya que solo se compraría el ancho de banda, siendo suficiente para las necesidades socioeconómicas de los negocios en sus propios contextos.

Al referirnos a la Red Metro Ethernet quien se encarga de la conexión entre la banda ancha y la red metropolitana, la cual tolera servicios, aplicaciones y tráficos con cambios constantes gigantescos: al tomar en cuenta el actualizar, los rendimientos, las disponibilidades, las fiabilidades y los procesos de integración de seguridad que poseen cada institución ya sea pública o privada exige. (Jorge, 2019)

Schmidberg (2015) considera que hoy en día el 98% del tráfico corporativo en diversas empresas o instituciones empieza y finaliza en un puerto Ethernet, buscando conectividad de sus LAN's hacia fuera, siendo Metro Ethernet una alternativa de bajo costo, la performance técnica para proveer un ancho de banda con alta flexibilidad, incluyendo que también soporta diferentes niveles de QoS.

Como también Solsona y Moya (2016) mencionan que la informática y las telecomunicaciones siempre están acompañadas, mientras las innovaciones se apoyen en sus aplicaciones unas a otras, ya que en muchos casos se tiene una dificultad para delimitar los límites entre las dos, ejemplificando el caso similar del hardware y el software, los cuales se utilizan y necesitan entre ambos para funcionar. Además, las personas buscan aplicaciones que tengan un uso fácil para poder utilizarse en entornos locales, extensos, fijos y móviles.

De la misma manera (Tito, 2019) menciona que debe haber la disposición para el acceso a las Tecnologías de Información y Comunicaciones-TICs. Siendo tan importante como para haber sido convertido una necesidad importante de toda persona. Junto con la accesibilidad del Internet el cual es necesario para abrir un lugar basto con información y oportunidades de alcance en exceso y delimitadas por las ganas o intereses de cada uno. Ya que residimos en un lugar interconectado donde se necesita información inmediata, conociendo su ubicación o como hallarla, para poder usarlas con diversas finalidades propias. Para el día de hoy tanto figuras académicas, profesionales y empresariales tienen una aparición en la red de redes, en donde necesitan y buscan servicios, productos e información en general en niveles nacionales e internacionales. Definiendo la importancia para el crecimiento de las naciones, con tal acceso, tanto a la información como a la tecnología para la comunicación inmediata con la ayuda del Internet.

Actualmente, las empresas públicas y privadas en nuestro país cuentan con servicio de esta red, las cuales están conectadas entre instituciones, optimizando tiempo y recursos, pero algunas se encuentran sin actualización, tanto de los equipos como de los adelantos en red, que ocasionan el desequilibrio de los sistemas para la transmisión de datos y su comunicación, alterando la confidencialidad, disponibilidad, seguridad de los datos y eficiencia de la red.

Las instituciones públicas del distrito de los Olivos, cuentan con dispositivos de red no administrables y desactualizados, ocasionando cierto déficit en el servicio de la red, como: señal baja, retardo de envío y recepción de paquetes, caída de los sistemas, colisiones, conflicto de ip's, interrupción en los teléfonos TCP/IP, caída de los sistemas, malestar en las áreas de trabajo, toda la red está segmentada y no cuenta con un diseño de red para brindar calidad en el servicio telemático, ni tampoco tienen Vlan de gestión para que puedan ser administrados los Switch capa3. Todo esto causa malestar en las áreas de trabajo, poniendo en riesgo la protección de los datos de la empresa.

1.2. Antecedentes de estudio

Como antecedentes de la presente investigación podemos mencionar a autores como:

Paolucci, Civerccia, Sgambelluri y Georgetti (2019) en su artículo “Nodo P4 Edge permite la ingeniería de tráfico con estado y la ciberseguridad”, Los nodos de borde de próxima generación que interactúan con clústeres de TI innovadores, fronthaul 5G y puertas de enlace de Internet de las cosas (IoT) a la red óptica metropolitana / núcleo requerirán un tratamiento de tráfico por flujo de calidad de servicio (QoS) en línea avanzada y dinámica, lo que garantiza un tráfico excelente. Sin embargo, las implementaciones actuales de redes definidas por software (SDN) (por ejemplo, OpenFlow) no admiten procedimientos de reenvío basados en el estado de la red, las variaciones de perfil y el historial de estadísticas de flujo a nivel de nodo. Actualmente, dichos procedimientos requieren la intervención del controlador SDN, lo que genera problemas de escalabilidad y latencia adicional en el reenvío del plano de datos. Además, se espera que los graves desafíos de seguridad afecten a dichos nodos y amenacen los recursos de TI. Por lo tanto, el aumento de los anchos de banda requerirá una inspección profunda directa de los paquetes para evitar la participación del controlador SDN, como se realiza actualmente, o sistemas de seguridad dedicados y costosos. Este documento aprovecha el potencial del lenguaje de código abierto de los procesadores de paquetes independientes del protocolo de programación (P4), introducido recientemente por los inventores de OpenFlow, para programar la estructura del plano de datos y el comportamiento de un conmutador SDN. P4 puede crear instancias de canalizaciones personalizadas y objetos con estado, lo que permite flujos de trabajo complejos, protocolos / encabezados definidos por el usuario y aplicación de máquinas de estado finito. Además, P4 permite implementaciones portátiles sobre diferentes objetivos de hardware, lo que abre el camino a dispositivos totalmente programables de código abierto. Se dedica un esfuerzo especial a motivar y aplicar P4 dentro de un escenario de borde multicapa, proponer la arquitectura y la aplicabilidad de un nodo de paquete sobre óptico habilitado para SDN P4. Además, tres casos de uso específicos de múltiples capas que cubren ingeniería de tráfico dinámico (TE) (por ejemplo, descarga de

tráfico y derivación óptica) y ciberseguridad (por ejemplo, escaneo de puerto de denegación de servicio distribuido) se discuten y abordan a través de soluciones basadas en P4. Se han realizado evaluaciones experimentales sobre un explorador de red SDN multicapa.

Yusof, Zainudin y Kassim (2015) en su artículo “Acuerdo de nivel de servicio análisis de rendimiento de calidad de servicio UPE-Metro EtherneT”. El acuerdo de nivel de servicio (SLA) entre un proveedor de servicios y sus clientes es una garantía para los clientes de que se cumplen los mejores servicios. El cliente pueden recibir el servicio por lo que paga, lo que obliga al que provee el servicio a que cumpla sus promesas de servicio. El no cumplimiento con los SLA podría tener consecuencias financieras graves para el proveedor y perder la confianza de los clientes. Este artículo presenta un análisis sobre el desempeño del SLA de calidad de servicio (QoS) en una red de borde de proveedor de usuario - Metro Ethernet (UPE-ME).

Mangold, Sunghyun, Klein, Hiertz y Stibor (2016) en su artículo “LAN inalámbrica para calidad de servicio” presentan una descripción completa de la nueva característica de un próximo nuevo estándar IEEE 802.11e para admite la calidad de servicio (QoS) en el área local inalámbrica Se presenta Redes (WLAN). Abordamos Medio Mejoras de control de acceso (MAC) encontradas en el actual borrador de especificación 802.11e enfatizando las diferencias con el estándar 802.11 heredado. Nuevos mecanismos para el soporte de QoS, es decir, mejorado Función de coordinación distribuida (EDCF) e híbrida Función de coordinación (HCF), definida en 802.11e se evalúan el borrador. La actuación de los nuevos esquemas se discute a través de los resultados de la simulación

Qayyum, Zulfiqar y Abrar (2020) en su artículo “Análisis del rendimiento de la calidad del servicio de voz sobre IP en redes MPLS convergentes” expresan que la entrega confiable de paquetes es la principal preocupación de todos los proveedores de servicios de Internet (ISP) que utilizan los protocolos de voz sobre Internet (VoIP). Por lo tanto, la calidad de servicio (QoS) es una tarea fundamental para todas las organizaciones que utilizan VoIP.

Desafortunadamente, no existe una forma garantizada de asegurar QoS, debido al hecho de que las etiquetas de QoS pueden desprenderse del paquete durante la transición a través de varios elementos de red. El rendimiento de una red se puede mejorar integrando QoS con redes de protocolo de Internet (IP) y conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS). En este artículo analizamos el rendimiento de QoS de VoIP en redes MPLS convergentes. Dado que los sistemas IP son excepcionalmente dinámicos, se necesitan una supervisión y administración progresivas del tráfico antes de que VoIP se transmita en una infraestructura de red. Este estudio proporciona una nueva configuración de administración sobre una infraestructura de red ISP compuesta por redes convergentes que transportan múltiples instancias de VoIP. Se logra utilizando reflectores de ruta y redistribución de ruta a nivel micro para garantizar un umbral QoS a nivel de aceptación en circunstancias adversas

Maaloul (2018) en su artículo "Enrutamiento consciente de la energía en Ethernet de grado portador. Redes". La reducción del consumo de energía es una preocupación importante para los operadores de telecomunicaciones y los proveedores de servicios de Internet (ISP). Este trabajo aborda el problema de eficiencia energética en las redes de comunicaciones por cable que utilizan tecnología basada en Ethernet. Estudiamos los modelos más relevantes de enrutamiento consciente de la energía que cumplen con Ethernet de nivel de operador. Para cada modelo de enrutamiento, presentamos la formulación matemática como un método exacto basado en líneas de programación. Además, proponemos un conjunto de algoritmos heurísticos adecuados para redes de gran tamaño. Para comprender mejor las posibles formas para limitar el consumo de energía en los sistemas Metro Ethernet, la primera parte de este. El trabajo consistió en relevar y clasificar los principales enfoques relacionados con el ahorro energético. en redes IP que podrían adaptarse a los sistemas Metro Ethernet. El segundo parte está dedicada a la implementación de nuevos modelos de enrutamiento energéticamente eficientes y algoritmos para redes Carrier Ethernet. Presentamos dos modelos que cumplen con SPB (protocolo de puente de ruta más corta, IEEE 802.1aq). El primer modelo se puede clasificar como un modelo orientado a la topología que ignora el tráfico de red

en la decisión de dormir. Mientras que el segundo, se puede categorizar como modelo orientado al tráfico, que tiene en cuenta las matrices de tráfico de la red en la decisión de dormir. Posteriormente, nos ocupamos del enrutamiento consciente de la energía con el enfoque SDN (red definida por software). Finalmente, evaluamos el impacto de nuestros algoritmos en las métricas de rendimiento de la red más relevantes, como la conectividad de la red, la longitud promedio de las rutas, el promedio carga de tráfico, fiabilidad de la red y equidad en la distribución del tráfico. Los experimentos en varias topologías de red realistas demostraron que nuestros modelos podrían lograr una cantidad significativa de ahorro de energía manteniendo un Rendimiento aceptable de la red

Fotis K. (2017) en su artículo “Una herramienta para el análisis de valor medio de metro-escala redes ethernet”. Ethernet está actualmente en evolución, desde su uso en Redes privadas más pequeñas hacia una tecnología que se utilizará en redes de acceso y agregación. Para la red operadores para migrar su red de agregación a Ethernet, los sabores de Ethernet actualmente existentes. debe adaptarse y demostrarse que es de grado portador. Sin embargo, como tales redes de agregación normalmente se conectan grandes cantidades de clientes y agregan su tráfico hacia las redes centrales, la escalabilidad será de máxima importancia. Esto se vuelve aún más el caso cuando considerando el continuo crecimiento de clientes, servicios y ancho de banda por cliente. En este artículo, proponemos una modelo de cola para estudiar el rendimiento y la escalabilidad problemas que surgen en una referencia generalizada de Metro Ethernet topología. El modelo propuesto se resuelve utilizando un exacto método de análisis del valor medio (MVA) (para problemas), así como un método MVA aproximado (para problemas mayores). Una herramienta que implementa la aproximación El método MVA se ha desarrollado y se presenta. Eso calcula las utilidades de los nodos, los tiempos de respuesta, los rendimientos y retrasos, identifica cuellos de botella y simula enlaces y fallas del nodo. Es muy rápido, paramétrico y escalable para adaptarse necesidades de análisis a escala metropolitana. Su valor radica en el hecho que, con la parametrización adecuada, la herramienta sea capaz de producir resultados detallados y brindar

información útil para bastante grandes redes de metro en muy poco tiempo, lo que lo hace muy útil para dimensionar y preliminares de alto nivel evaluaciones de desempeño.

Guck, Van, Reisslein y Kellerer (2018) en su artículo “Algoritmos de enrutamiento Unicast QoS para SDN: una encuesta completa y una evaluación del rendimiento”. Una variedad de redes de comunicación, como los sistemas de comunicación industrial, tienen que proporcionar garantías estrictas de retardo a los flujos transportados. Se requieren algoritmos de enrutamiento rápidos y cercanos a la calidad de servicio óptima (QoS), por ejemplo, algoritmos de enrutamiento de menor costo restringido por retardo (DCLC), para los flujos de enrutamiento en tales redes con estrictos requisitos de retardo. El paradigma emergente de redes definidas por software (SDN) centraliza el control de la red en controladores SDN que pueden ejecutar algoritmos de enrutamiento QoS de forma centralizada. En la literatura se ha propuesto una amplia gama de algoritmos de enrutamiento de QoS y se han examinado en estudios individuales. Sin embargo, en la literatura falta un marco de evaluación integral y una comparación cuantitativa de los algoritmos de enrutamiento de QoS que puedan servir como base para seleccionar y seguir avanzando en el enrutamiento de QoS en redes SDN. Esto dificulta la selección del algoritmo de enrutamiento de QoS más apropiado para un caso de uso particular, por ejemplo, para comunicaciones industriales controladas por SDN. Cerramos esta brecha en la literatura mediante la realización de una encuesta completa y actualizada de algoritmos de enrutamiento de QoS centralizados. Introducimos un marco de evaluación novedoso en cuatro dimensiones (4D) para algoritmos de enrutamiento de QoS, en el que las 4D corresponden al tipo de topología, dos formas de escalabilidad de una topología y la rigidez de la restricción de retardo. Implementamos 26 algoritmos DCLC seleccionados y comparamos su tiempo de ejecución y la ineficiencia de costos dentro del marco de evaluación 4D. Si bien la principal conclusión de esta evaluación es que el mejor algoritmo depende del subespacio específico del espacio 4D al que se dirige, identificamos dos algoritmos,

Ouret y Parravicini (2018) en su artículo "Evaluación de la calidad del servicio mediante técnicas de aprendizaje automático para el protocolo NETCONF" Estudio de un enfoque de aprendizaje automático no supervisado para los resultados de las pruebas definidos por las metodologías estándar RFC2544 - ITU.Y1564 y el uso del protocolo NETCONF para evaluar automáticamente los parámetros de tráfico necesarios para cumplir con el acuerdo de niveles de calidad de servicios. Al realizar pruebas disruptivas y no disruptivas para la integridad del servicio, un proveedor de servicios puede certificar que los parámetros de trabajo de un circuito Ethernet entregado cumplen con las expectativas del usuario final, para evitar un rendimiento deficiente de la aplicación. Este trabajo se centra en un enfoque de aprendizaje no supervisado que utiliza un algoritmo de agrupación basado en la maximización de expectativas. Descubrimos que la técnica no supervisada utilizada es una herramienta excelente para explorar y clasificar parámetros de servicio como el retardo de tramas, la variación de retardo de tramas, los intervalos de alta pérdida de paquetes, la disponibilidad y el rendimiento. Se puede aplicar una correlación de parámetros con el tipo de servicio requerido para los flujos de red (IP en tiempo real para aplicaciones de datos, video y voz) para configurar automáticamente los perfiles de ancho de banda. Los perfiles de ancho de banda se pueden configurar por puerto, basados en VLAN y CoS, en uno o varios EVC (circuitos virtuales Ethernet) por puerto de dispositivo UNI. Para la configuración, adoptamos el lenguaje de modelado de datos Yang y el protocolo de codificación de mensajes XML NETCONF, seguido de una activación orquestada retardada o no retardada opcional en los dispositivos de red a través de múltiples transacciones NETCONF. en uno o varios EVC (circuitos virtuales Ethernet) por puerto de dispositivo UNI. Para la configuración, adoptamos el lenguaje de modelado de datos Yang y el protocolo de codificación de mensajes XML NETCONF, seguido de una activación orquestada retardada o no retardada opcional en los dispositivos de red a través de múltiples transacciones NETCONF. en uno o varios EVC (circuitos virtuales Ethernet) por puerto de dispositivo UNI. Para la configuración, adoptamos el lenguaje de modelado de datos Yang y el protocolo de codificación de mensajes XML NETCONF, seguido

de una activación orquestada retardada o no retardada opcional en los dispositivos de red a través de múltiples transacciones NETCONF.

Martínez y Cano (2020) en su artículo “Un enfoque holístico novedoso para la evaluación del desempeño en Internet de las cosas”. El despliegue de soluciones de Internet de las cosas (IoT) en ciudades inteligentes o entornos industriales (Industrial IoT, IIoT) exige una consideración cuidadosa en términos de métricas de destino centradas en el usuario o centradas en el sistema. Un mejor sistema de monitoreo capaz de transformar los resultados del desempeño en toma de decisiones y acciones inteligentes requiere métodos de evaluación del desempeño menos restrictivos. Los enfoques clásicos para la evaluación del desempeño en las redes de telecomunicaciones se basan en modelos de evaluación de Calidad de servicio (QoS) y / o Calidad de la experiencia del usuario (QoE). Sin embargo, el nuevo paradigma de IoT establece un escenario completamente diferente, donde, por ejemplo, los consumidores podrían dejar de ser usuarios, sino máquinas. En este artículo, proponemos la evaluación del desempeño de los servicios y aplicaciones de IoT que comprende la combinación de cuatro medidas de calidad, a saber, Calidad de los datos (QoD), Calidad de la información (QoI), Calidad de la experiencia del usuario (QoE) y Calidad del costo (QC). La propuesta se analiza mediante simulaciones informáticas. Específicamente, mejoramos la herramienta de simulación FLoRa (Framework for LoRa) incorporando características adicionales de LoRa Wide Area Network (LoRaWAN). LoRaWAN es una tecnología de red de área amplia de bajo consumo (LPWAN) que opera en el esquema de modulación LoRa. Los rangos de cobertura largos, el bajo consumo de energía y el soporte para una gran cantidad de dispositivos de IoT que utilizan una infraestructura limitada son los principales activos de LoRaWAN, lo que la establece como una de las principales tecnologías de IoT. Los resultados muestran que es más fácil y eficiente dissociar las métricas en diferentes dimensiones para proporcionar una visión clara del desempeño de los servicios de IoT.

Midoglu, Kousias, Alay, Lutu y Riegler (2021) en su artículo “Experimentación de "pruebas de velocidad" a gran escala en redes de banda ancha móvil”.

Caracterizar y evaluar el desempeño de las redes de banda ancha móvil (MBB) es una necesidad vital para las sociedades actuales. Las mediciones basadas en bancos de pruebas son de gran importancia en este contexto, ya que permiten una experimentación controlada y longitudinal. En este trabajo se enfocan en la "velocidad" como un indicador importante de calidad de servicio (QoS) para redes MBB, y trabajaron con MONROE-Nettest, una herramienta de prueba de velocidad de código abierto que se ejecuta como un experimento como servicio (EaaS) en el dispositivo móvil de medición. Banco de pruebas de redes de banda ancha en Europa (MONROE). Llevamos a cabo una extensa campaña de medición longitudinal que abarca 2 países durante 2 años y proporcionaron los resultados de sus experimentos junto con metadatos enriquecidos como un conjunto de datos abierto. Caracterizaron este conjunto de datos abiertos en detalle, y de él obtuvieron conocimientos sobre el impacto del contexto de la red, los efectos espacio-temporales, roaming y movilidad en el rendimiento de la red. Describieron sus experiencias sobre la realización de mediciones de prueba de velocidad en MBB y discutieron los desafíos asociados con la experimentación en banco de pruebas a gran escala en redes operativas de MBB. Abordando aún más uno de los desafíos mencionados, presentaron la noción de duración de la prueba de velocidad adaptativa y aprovecharon un algoritmo basado en aprendizaje automático (ML) para proporcionar una implementación de prueba de concepto llamada "Speedtest ++". Finalmente, describieron las lecciones que aprendieron, además de brindar una discusión general sobre cómo los conjuntos de datos abiertos pueden respaldar la investigación de MBB, y comentaron sobre los desafíos abiertos, con la esperanza de que estos puedan servir como puntos de discusión para el trabajo futuro.

Pan, Yan, Guo y Calabretta (2021) En su artículo "Evaluación experimental de la red informática óptica automática Metro Edge para aplicaciones más allá de 5G y composición de servicios de red". Las próximas aplicaciones heterogéneas 5G y posteriores a 5G con diferente calidad de servicio (QoS) impondrán requisitos estrictos de latencia, ancho de banda y flexibilidad en las redes ópticas de acceso metropolitano. La computación en la nube convencional es

gradualmente incapaz de cumplir con los requisitos de la aplicación, especialmente en la latencia debido a la distancia que causa la propagación y el retraso de la red. Por lo tanto, la informática de borde que se distribuye en las redes de acceso metropolitano promete servir a las aplicaciones con los requisitos de latencia baja. Como los recursos de los nodos de computación en el borde son restringidos y livianos en comparación con los centros de datos en la nube (DC), es importante administrarlos en varios nodos de computación en el borde para permitir la asignación conjunta de los recursos distribuidos. Para abordar este asunto, La infraestructura de la red de metro óptica debe ser flexible en el plano de datos y capaz de interactuar con el plano de control y orquestación para adaptarse automáticamente a los requisitos de comunicación de múltiples nodos de computación de borde. Los trabajos relacionados se han centrado en la simulación y el estudio numérico. En este documento, se construye un banco de pruebas experimental de una red de acceso metropolitana óptica flexible que incluye componentes de hardware y software, y el rendimiento se valida con tráfico de servidor real. El sistema de red presentado se basa en la matriz de puertas programables en campo (FPGA) y herramientas de telemetría y administración de red de código abierto adaptadas al hardware. A diferencia de los interruptores eléctricos comerciales, FPGA es totalmente programable, lo que le permite reenviar y monitorear el tráfico de manera flexible, mientras tanto, para controlar dinámicamente los dispositivos ópticos de acuerdo con la retroalimentación del plano de control. Al explotar el control de redes dinámicas definidas por software (SDN) y la orquestación de servicios de red, la red propuesta es capaz de establecer segmentos de red adaptados a la capacidad para conexiones de computación de borde. Se demuestra la generación exitosa de la cadena de servicio de red dinámica (NSC) asistida por telemetría, la asignación automática de recursos de ancho de banda y la protección de QoS.

Chan et al. (2021) "Evaluación del valor de las nuevas líneas de metro utilizando medidas de diversidad de rutas: el caso del sistema ferroviario de tránsito masivo de Hong Kong". El Mass Transit Railway (MTR) sirve como la columna vertebral de la red de transporte público de Hong Kong y continúa

expandiéndose por fases. Sin embargo, interrupciones ocasionales pero graves han suscitado preocupaciones sobre si las expansiones de MTR propuestas beneficiarán la resiliencia del sistema. Para evaluar el valor de cada etapa de la expansión de la red MTR, es clave identificar los efectos distributivos de las nuevas líneas de metro tanto en la accesibilidad como en la resiliencia. Este artículo aplica el índice de diversidad de rutas, un indicador de accesibilidad relativamente nuevo, para evaluar los efectos de nuevas líneas y evaluar su distribución espacial, variación y cambios a nivel nodal, diádico y de red. Los resultados indican que los efectos sobre la accesibilidad y la resiliencia serán diferentes entre cada etapa de la expansión del MTR. En el frente de la accesibilidad, los beneficios de tiempos de viaje reducidos y una mayor diversidad de rutas se extenderán sucesivamente a más distritos con cada expansión del MTR, y la equidad espacial también mejorará gradualmente con la expansión, especialmente en regiones aisladas como los Nuevos Territorios del norte y oeste. Por el contrario, en el frente de la resiliencia, aunque la vulnerabilidad general de la red se reducirá, la vulnerabilidad de ciertas partes de la red aumentará, lo que podría requerir recursos adicionales para proteger estas estaciones. Sin embargo, algunas líneas nuevas reducirán esta vulnerabilidad y proporcionarán una solución complementaria para mejorar la resiliencia de la red. General,

Abdellaoui, Dieduone y Aleya (2021) en su artículo “Diseño, implementación y evaluación de una red de acceso Fiber To The Home (FTTH) basada en una Red Óptica Pasiva Giga GPON”. Requerimientos como alto ancho de banda y capacidad para internet de alta velocidad, Televisión de Alta Definición “HDTV” y Protocolo de Voz sobre Internet “VOIP”, conducen a las propuestas de Red de Acceso FTTH Fibra Hasta Hogar. FTTH basado en una red óptica pasiva Giga(GPON) es una técnica que puede proporcionar servicios de triple play a un costo razonable. Utiliza solo equipos pasivos, excepto en la oficina central y las instalaciones del cliente. La mayoría de los operadores de telecomunicaciones ahora usan redes FTTH basadas en GPON debido a su flexibilidad para manejar tecnologías y servicios extendidos en el futuro. Para una tecnología GPON, se pueden incluir un máximo de 128 usos en una red con

un alcance máximo de 60 km y una distancia máxima entre terminales de red óptica consecutivos de 20 km según la especificación G.984.6 ITU-T. GPON utiliza una transmisión de datos de 2.44 Gbps en sentido descendente y 1.24 Gbps en sentido ascendente.

Zhao, Pop y Steinhorst (2021) en su artículo “Comparación cuantitativa del rendimiento de varios modeladores de tráfico en redes sensibles al tiempo. Debido a los subestándares que está desarrollando el Grupo de tareas IEEE Time-Sensitive Networking (TSN), la Ethernet IEEE 802.1 tradicional se ha mejorado para admitir comunicaciones confiables en tiempo real para futuras aplicaciones críticas para el tiempo y la seguridad. Recientemente se han propuesto varios subestándares que introducen varios modeladores de tráfico para los mecanismos de control de flujo de colas y programación, dirigidas a diferentes requisitos de aplicaciones. Estos modeladores se pueden utilizar de forma aislada o en combinación y hay un trabajo limitado que analiza, evalúa y compara su rendimiento, lo que dificulta a los usuarios finales elegir la combinación adecuada para sus aplicaciones. Este documento tiene como objetivo (i) comparar cuantitativamente varios modeladores de tráfico y sus combinaciones, (ii) resumir, clasificar y ampliar las arquitecturas de los modeladores de tráfico individuales y combinados y sus métodos de análisis de rendimiento basados en el cálculo de red (NC) y (iii) completar el brecha en la investigación de análisis de temporización sobre el manejo de dos arquitecturas híbridas novedosas de modeladores de tráfico combinados, es decir, TAS + ATS + SP y TAS + ATS + CBS. Se lleva a cabo un gran número de experimentos, utilizando casos de prueba tanto sintéticos como realistas, para realizar comparaciones cuantitativas de rendimiento de varios modeladores de tráfico individuales y combinados, desde la perspectiva de los límites superiores de retraso, acumulación y jitter. A nuestro leal saber y entender, somos los primeros en comparar cuantitativamente el desempeño de los principales modeladores de tráfico en TSN.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Bases teóricas

CALIDAD DE SERVICIO DE RED (QQS)

Definición

Según la IETF RFC 2386: "Son los requerimientos que deben tener las redes para determinar un buen flujo de las redes."

Para la UIT-T E.800, es "Es la mejora de las funciones determinada por la satisfacción de las personas que usan estos servicios".

Asimismo, la ISO 8402 considera la calidad como "Las características que tienen efectos en la satisfacción de requerimientos tanto implícitos como declarados".

La calidad de los servicios consiste en la capacidad de proveer o administrar distintas herramientas, empleadores e información, garantizando un alto rendimiento en el transporte de información. Tales como, poder eliminar tasa de errores con una garantía absoluta.

Garantizar un buen servicio de redes es fundamental, en el caso que no tenga mucha capacidad para utilizar herramientas multimedia de tiempo real, por ejemplo, voz sobre IP, puesto que requieren unas determinadas tasas de bits, siendo vulnerables a diversos retrasos (Carillo 2015).

La calidad es uno de los factores principales con respecto a la transportación de datos, con necesidades específicas, dentro de estos, podemos encontrar los tiempos de respuesta, interrupción, frecuencia, etc.

Parámetros a considerar en la QQS

Retardo Extremo a Extremo

Este parámetro hace referencia a que los paquetes que se envían pueden tomar largos periodos de tiempo en alcanzar su destino, esto puede ser generado por largas colas o por rutas indirectas las cuales

previenen las congestiones en las redes. Sin embargo, estos servicios en tiempo real suelen ser vulnerables a retardos.

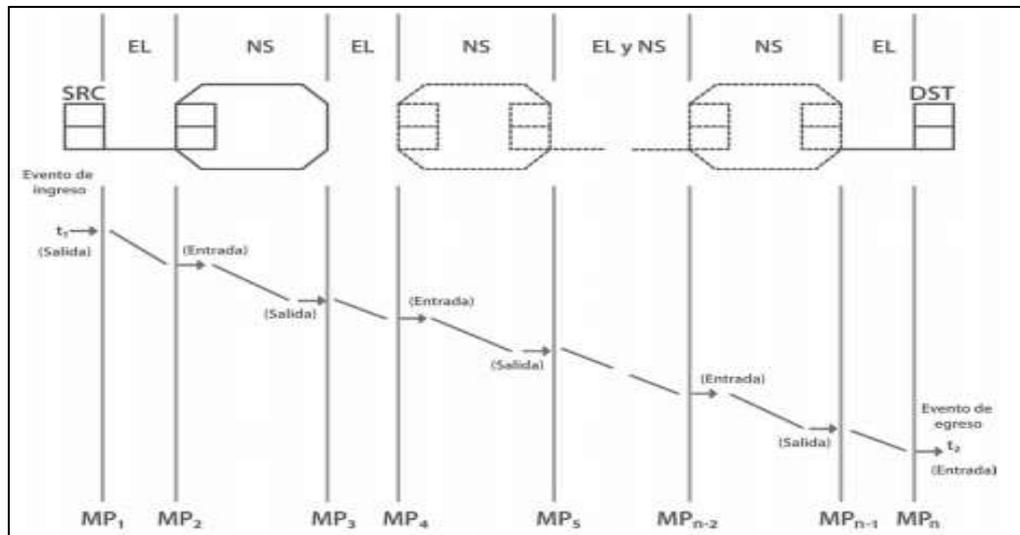


Figura 1: Eventos de retardo de transferencia de paquetes IP. Transferencia 'extremo a extremo' de un paquete IP

Fuente: <https://www.ecologyandsociety.org/vol18/iss3/art33/figure3.html>

- **Tasa de Error**

Según CINETEL, relaciona los resultados de los paquetes de la IP que contienen errores con los resultados desempeñados correctamente junto con resultados erróneos específicos.

Su desempeño se basa en estar erróneamente direccionados, corrompidos o combinados. Deben ser detectados al momento de liberarlos para poder repetirlos.

- **Retardo temporal y variación en el retardo (Jitter)**

Es la variación en el tiempo de retardo en milisegundos entre información dada en las redes. Lo cual implica una interrupción en la secuencia normal de transferencia de información, hace referencia al tiempo empleado en transmitir paquetes entre puntos.

Asimismo, genera una fluctuación en el retardo a medida que los paquetes son transferidos mediante una red. Como consecuencia, existe una congestión de las redes, dado que, los dispositivos se enfrentan por ocupar los mismos anchos de banda. Por tanto, mientras exista una mayor congestión, la posibilidad de que se produzca pérdida de paquetes es mayor.

- **Pérdida de paquetes**

La Información que se transmite a través de paquetes, si en caso, el paquete se pierde y no llega a su destino o es recibido con errores, genera errores en la comunicación. Dichos errores se pueden generar por los siguientes motivos:

- Congestión en la red
- Falla en los dispositivos de red
- Errores en las capas físicas

Con la aplicación de distintos mecanismos, se puede lograr que la tasa de error sea mínima, aumentando la fiabilidad de la comunicación.

El porcentaje de pérdida de la comunicación se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$1 - \frac{\# \text{ de tramas entregadas al destino}}{\text{total de tramas enviadas}} * 100$$

- **Reserva de Ancho de Banda**

Estos tienen la finalidad de garantizar la transmisión de la información en tiempos específicos. Lo que hace que los ATM garanticen un índice mínimo de ancho de banda. Todo esto se realiza con la ayuda de paquetes de cabecera priorizando archivos multimedia como voz, video o sonido cada vez que sea solicitud (Carrión, 2009).

- **Disponibilidad**

Esto hace referencia al conjunto de parámetros que establecen las características de la fiabilidad de la comunicación, tal como, el tiempo necesario para la activación y el tiempo medio de restauración (Carrión, 2009).

Matriz para determinar los criterios de calidad de servicio de comunicaciones

En la siguiente matriz se puede observar los distintos criterios a utilizar para determinar las características de calidad necesarias, tras lo cual se pueden definir ciertos parámetros y establecer objetivos de calidad de funcionamiento:

Tabla 1:*Matriz de criterios de calidad de servicio*

		Criterios de calidad de servicio						
		Velocidad 1	Precisión 2	Disponibilidad 3	Fiabilidad 4	Seguridad 5	Simplicidad 6	Flexibilidad 7
Función del servicio								
GESTIÓN DE SERVICIO	Ventas y actividades precontractuales							
	Prestación							
	Alteración							
	Atención al cliente							
	Reparaciones							
	Cese							
CALIDAD DE LA CONEXIÓN	Establecimiento de conexión							
	Transferencia de información							
	Liberación de conexión							
Facturación								
Gestión de la red / servicio por el cliente								

Fuente: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.1000-200111-I/es>

Soluciones de mejora de la QoS:

- **Control y Optimización del Ancho de Banda:**

Favorece con una performance de muy alta calidad junto con aplicaciones tecnológicas, al monitorear, comprimir y controlar los anchos de banda enlazados con las herramientas WAN en la Red Gestionada por la QoS.

- **Monitoreo de Redes**

Otorgan una perspectiva sencilla y concreta de las gestiones de las redes, con el monitoreo, ubicación y seguimiento de cosas muy poco usuales en tiempo real, realizando una evaluación para evitar congestiones.

- **Optimización/Aceleración de Enlaces**

Comprime la información en almacenes estáticos y dinámicos en su formato cache lo que acelera los tiempos de respuestas de las herramientas. Además, con la optimización del TCP, se logra resolver los inconvenientes como congestión o retardo.

- **Analizador de Protocolos**

Estas herramientas ayudan a analizar las auditorias en las redes con diferentes interfases para cada uno de los usuarios, proveyendo un muestrero claro y sencillo de información específica.

FIBRA ÓPTICA

Definición

Según Ortiz (2015) “la fibra óptica con fibras de vidrio puras y compactas, lleva los datos en la forma de luz. Estas no permiten la conducción de señales eléctricas, por esta razón son muy bien recibidas en áreas con una tensión demasiado alta (p. 65)

Asimismo, Martín (2019), indica que estos cables se encuentran compuestos por una cobertura, la cual puede disponer de diversas capas, y un núcleo, que es el vidrio encargado de transportar la información.

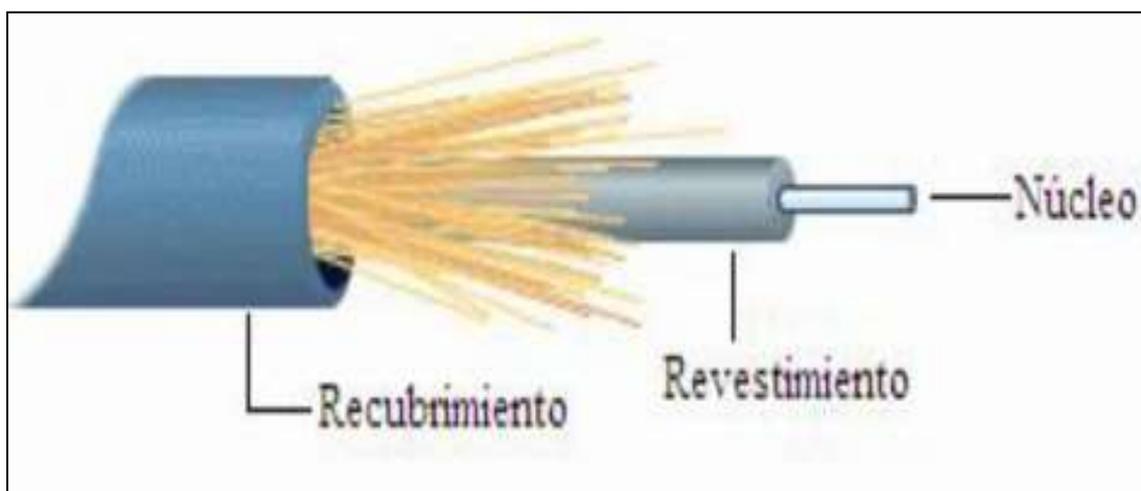


Figura 2: Descripción física de fibra óptica

Fuente: <http://www.eos.ncsu.edu/e115/text.php?ch=5&p=media>

Tipos de fibra óptica

Según el tamaño del núcleo, podemos considerar dos tipos de fibra, tales como: (Martín, 2019)

- **Monomodo**

Este tipo de fibra posee un mejor rendimiento, pero su proceso de fabricación es más complejo, por tanto, son más costosas.

Además, la fibra monomodo cuenta con un núcleo más pequeño, por tanto, tiene menor posibilidad de rebotes, permitiendo que la transmisión de la luz sea con mayor velocidad y mayor alcance en kilómetros. Con la atenuación típica de 0,1 dB/Km hasta 0,4 dB/Km.

- **Multimodo**

La fibra multimodo cuenta con el núcleo más grande, produciendo mayor cantidad de rebotes de los haces de luz en sus paredes, mermando así la velocidad de transmisión de datos. Con la atenuación típica de 0,3 dB/Km hasta 1 dB/Km.

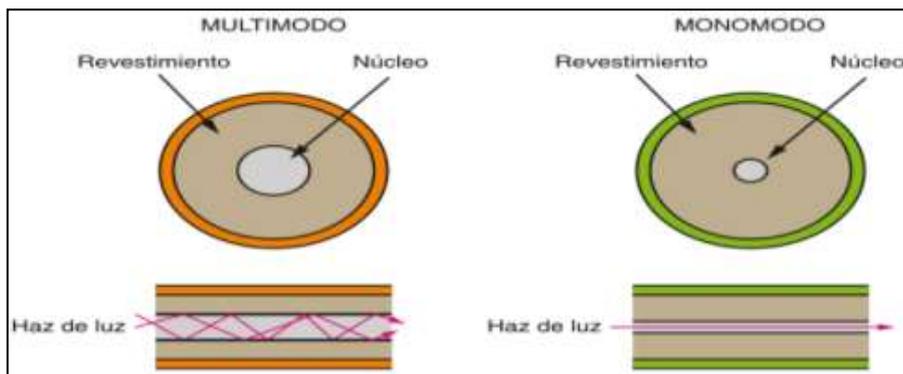


Figura 3: Estructura de las fibras multimodo y monomodo

Fuente: <https://books.google.com.pe/books?id=3VekDwAAQBAJ&lpg=PA75&dq=fibra%20%C3%B3ptica&hl=es&pg=PA78#v=onepage&q=fibra%20%C3%B3ptica&f=false>

Componentes de la fibra óptica

Cuenta con la siguiente composición:

- **Transmisor de energía óptica.** Tiene la capacidad de cambiar las señales electrónicas por fuentes luminosas, volviéndola una señal óptica con fotones de fibra óptica.
- **Detector de energía óptica.** Transforma las señales ópticas a diversos electrones, y es generalmente un amplificador de señales.
- Como material principal usa el silicio, para interconectar las fuentes luminosas y las energías ópticas, utilizando una conexión muy compleja.

Ventajas de la fibra óptica

- **Baja atenuación**

Con una pérdida muy pobre de la potencia en el momento de transmitir los datos. Logra alcanzar grandes recorridos en los repetidores, aunque las atenuaciones siguen teniendo una relación directa con las longitudes de onda.

- **Mayor ancho de banda**

Otorga un ancho de banda superior a los requerimientos iniciales de las herramientas utilizadas.

- **Dispersión**

Con la capacidad de enviar señales digitales y analógicas, la dispersión es un muro que obstaculiza la velocidad, es originado por el retraso de la luz. Existen diversos tipos de dispersión entre ellas, están:

- **Dispersión modal:** Al viajar con ángulos distintos provoca que no todos lleguen al mismo tiempo, acumulando dispersión con respecto al recorrido. En el viaje los pulsos obtienen un mayor grosor, lo que genera errores en las transmisiones.
- **Dispersión cromática:** Obtenida de un diodo luminoso denominado led o laser no monocromático, que tenga diversas longitudes de onda. Además, gracias a su diferenciación de velocidad se provocan retrasos.

GESTIÓN DE UNA RED

Definición

Según Jiménez (2015), un centro de gestión de redes consiste en el uso de instrumentos que realizaran la gestión de todos recursos en red, tales como, la monitorización, información y control necesarias para operar efectivamente en una red. Dichas actividades se distribuyen a través de los distintos nodos de red, esto puede requerir repetidas acciones de recopilación de datos y análisis cada vez que sucede un nuevo evento en la red.

El proceso de monitorización tiene como finalidad los siguientes objetivos:

- Identificar la información: se establece qué información es necesaria monitorizar, conocer qué componentes proporciona dicha información.
- Diseño de mecanismos de monitorización, se indica el proceso a cumplir

para obtener la información de los componentes de la red, seleccionar los mecanismos utilizados para la recopilación de la información.

- Utilización de la información, el uso que dará a la información obtenida, la cual puede ser utilizar para realizar mejoras en el funcionamiento de los componentes de la red.

La gestión de redes se basa en tres componentes básicos:

Tabla 2:

Componentes básicos de la gestión de una red.

Componente Organizacional	Este componente establece la estructura del proceso de gestión y la estrategia adecuada, según la necesidad del negocio
Componente Técnico	Aquí se define las herramientas que se deben utilizar para llevar a cabo la gestión, y la implementación de la infraestructura.
Componente Funcional	Establece las funciones de gestión que debe ejecutar el componente organizacional usando las herramientas de gestión.

Fuente: Elaboración propia

La finalidad de la gestión “es tener la garantía de sus servicios ofrecidos para las personas en un límite de tiempo otorgado, aminorando las posibles pérdidas que puedan ocurrir si el sistema colapsara” (Jiménez, 2015, p. 53)

RED METRO ETHERNET

Definición

Nacido de la necesidad de gestionar una gran cantidad de información y proveerlo de forma eficaz y veloz. Asimismo, su rapidez en áreas locales de las empresas se ven afectadas por el uso de las personas cuando se accede a herramientas en internet. Sin embargo, otras empresas tienen un gran consumo de información y redes gracias a sus usuarios.

Metro Ethernet tiene un estándar compatible con las distintas instalaciones de red Ethernet. Esto es aceptado para el uso del backbone en diversas redes. Se suelen agregar el tráfico de clientes o también conocidas como "granja de servidores" conectados a switches Fast Ethernet, siendo empleados en Workstation o en lugares con altos anchos de banda (Guevara, 2002, p.75)

Beneficios de Metro Ethernet

Las soluciones Metro Ethernet, están formadas por conmutadores MEN (Metro Ethernet Network), generando beneficios como:

- Facilita las operaciones de administración, actualización y manejo de las redes.
- Reducción del capital de suscripción y operación de cuatro formas:
 - Solucionan más rápido los problemas de Networking
 - Generan menor gasto en su gestión, función y operación.
 - Otorgan acceso a costos más bajos a todas las personas que lo requieran.
 - Logra cambiar y gestionar el ancho de banda de forma más sencilla y rápida, generando más usuarios en un tiempo determinado.

Función e importancia de la red Metro Ethernet

Se define como una estructura informática que otorga servicios de conexión a nivel nacionales y locales (segundo nivel), por medio del Ethernet, lo cual permite conectar el LAN, aunque se encuentre separado por grandes espacios.

Esta se considera una red de agregación y cumple la función de agregar, encaminar y enrutar el tráfico de contenido y señalización de nodos, enlaces IP y todo tráfico vinculado a las NGN, esto basándose en el estándar Ethernet tanto a nivel físico como de enlace.

Seguridad de Metro Ethernet

Según Cisco (2016), pueden configurar la seguridad que necesitan los usuarios, con la ayuda del Software IOS de Cisco lo cual también mejorara el tráfico de redes.

1.3.1. Bases conceptuales

MODELO OSI

Definición

Según UF1880, el modelo OSI se basa en las interconexiones en 7 diferentes capas, lo cual, permite segmentar los problemas de manera sencilla de resolver. La capa inicial es la capa física, posteriormente se encuentran todas las demás, incluyendo la última la cual se acerca más a las personas que requieren este servicio.

Las capas del modelo son:

7. C. de aplicación
6. C. de presentación
5. C. de sesión
4. C. de transporte
3. C. de red
2. C. de enlace de datos
1. C. Física

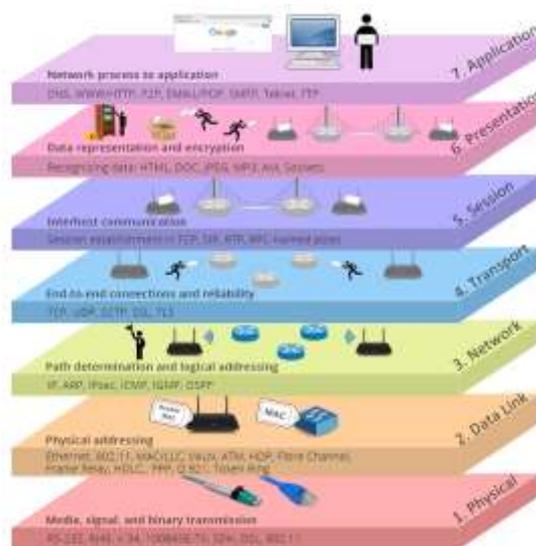


Figura 4: Modelo OSI

Fuente: <https://community.fs.com/es/blog/tcpip-vs-osi-whats-the-difference-between-the-two-models.html>

Capa física

Este nivel permite el tránsito de la información sin proceso y que atraviesa el medio físico, se refiere al cableado. Esta capa se encarga de llevar las señales mecánicas y eléctrica, llevando los voltios y estados binarios de una señal.

Capa de enlace de datos

Permite transferir datos con una tasa de error casi nula entre nodos, logrando que las capas superiores.

Esta capa se divide en: Capa de control lógico del enlace (LLC) y Capa de control de acceso al medio (MAC).

Capa de red

Se encarga de gestionar el funcionamiento de la subred, se establece la ruta que toma los datos según la función de cómo es la red, las preferencias de los servicios y demás aspectos. Aquí, se puede ubicar dispositivos como el router.

Este nivel de capa nos permite:

- Enrutamiento de paquetes entre las distintas redes,
- Controlar el tráfico de la subred.
- Fragmentar las tramas.
- Asignación de direcciones lógicas y físicas. En este punto, se encuentra la dirección IP.
- Contabilizar y realizar el seguimiento de las tramas.
- Proporcionar soporte a las capas superiores.

SWITCH

Definición

Santos, M. (2015), indica que un switch es un puente transparente multipuerto, siendo considerado como un dispositivo de interconexión de nivel 2. Un switch realiza la misma función que un puente, basándose en la técnica del aprendizaje transparente para la gestión de la tabla de encaminamiento.

Cuando un switch recibe una trama con una dirección de destino que no se encuentra en la tabla de encaminamiento, reenvía la trama por los demás puertos restantes. Si la dirección de origen no se encuentra en la tabla de encaminamiento, adiciona esta dirección a la tabla con el número de puerto por el que recibió dicha trama.

Tipos de Switch

Santos, M. (2015) existen los siguientes tipos de switch:

Switch Desktop, se encuentra diseñado para reemplazar los hubs tradicionales, esto implica que cada puerto del switch se conecte a un solo dispositivo de red. Proporciona pocas opciones de configuración.

Switch Workgroup o de departamento, son un tipo de switch modular, esto quiere decir que, se aumenta la capacidad de los mismos incrementándole tarjetas; o apilables que permite incrementar el número de puertos. Este tipo suele tener dos tipos de puerto, uno para conectarse a dispositivos inferiores en estructura jerárquica de la red (hubs, switch desktop o servidores), y los puertos a mayor velocidad para la conexión backbone de la red.

Switch backbone (Enterprise), son usados mayormente en las grandes redes LAN, presentan características avanzadas de configuración, gestión y mantenimiento. Suelen ser modulares, es decir, aumentan su capacidad incrementando tarjetas. Asimismo, permite ampliar su capacidad “en caliente”, es decir, mientras el equipo se encuentra conectado.

En actualidad, existen switches que cumplen funciones de nivel 3 por tanto pueden encaminar paquetes teniendo en consideración la dirección IP. Estos conmutadores o swtiches poseen capacidades avanzadas de gestión, pueden ser configurados a nivel de red y normalmente cuenta con una interfaz web para su gestión.

Dentro de los Switches Capa 3 podemos encontrar los siguientes tipos:

– **Paquete por Paquete (Packet by Packet)**

Se le considera un caso muy específico ya que almacena y analiza los paquetes, para poder determinar el CRC decodificándolo para trazar una ruta de los nuevos protocolos.

– **Layer-3 Cut-through**

Analiza las primeras capas, para conocer el destino de la información, en las cabeceras de la capa 2 y la capa 3. Luego conecta una alta tasa de datos para poder transferir paquetes en el nivel 2.

ROUTER

Los router son dispositivos más sofisticados que los repetidores y puentes. Estos actúan a nivel físico, de enlace y de red. Es utilizado para unificar dos o más redes (Clanar, 2006, p. 39)

GATEWAYS

Actúan las 7 diferentes capas, convirtiendo protocolos. Normalmente es implementado como software el cual se instala dentro de un router. Es utilizado para enlazar redes con protocolos distintos.

Por ejemplo, tenemos un servidor de SNA Server de Microsoft, cuya función principal es conectar el entorno de red de microordenadores con el entorno de red e Mainframes IBM (Guglielmetti, 2017).

ACCESS POINT

También conocido como AP, es un dispositivo de hardware configurado en una red Wi-Fi, que actúa como intermediario entre una computadora y una red externa (local o Internet). Punto de acceso o punto de acceso, que actúa como transmisor y receptor central de señales de radio en una red inalámbrica (Clanar, 2006, p. 38)

1.4. Formulación del Problema.

¿Cuál es el nivel de desempeño de la calidad de servicio en la implementación de mejora de una red metro ethernet de una municipalidad distrital peruana?

1.5. Justificación e importancia del estudio.

Justificación académica

Permitió identificar la situación actual de la red de datos de la ciudad del distrito de Los Olivos y con nuestros conocimientos implementar una propuesta de mejora a una red metro-ethernet, además realizar la evaluación de la calidad de servicio de dicha red.

Justificación tecnológica

Si bien el despliegue de Metro o redes de fibra óptica ha marcado un salto muy importante respecto a décadas atrás, el despliegue sigue siendo insuficiente porque no puede brindar una cobertura de calidad al 100% en los distritos del país. En este sentido, urge proponer soluciones técnicas alternativas. En el aspecto tecnológico, debido al desarrollo de las industrias de las

telecomunicaciones y electrónica, la propuesta es completamente razonable y completamente factible. La industria ofrece diversas propuestas y alternativas de alta calidad, como la fibra óptica a costos bajos y las redes inalámbricas a costos más bajos relativamente.

. Actualmente, hay hacinamiento y una gran demanda de diversos accesorios, equipos y equipos ópticos. Este trabajo forma parte de estos lineamientos y brinda soluciones puntuales a las necesidades específicas de las sedes de las instituciones públicas de la región.

Justificación social

El distrito, en el campo de las telecomunicaciones, requiere contar con las tecnologías modernas para que las instituciones públicas accedan a información actualizada y se comuniquen de manera segura y rápida, coadyuvando a su desarrollo e integración como sociedad productiva.

1.6. Hipótesis.

La implementación de mejora de una red metro ethernet en una municipalidad distrital peruana solucionará los problemas de comunicación, mejorando la calidad del servicio.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo general.

Evaluar el desempeño de la calidad de servicio en la implementación de mejora de una red metro ethernet en una municipalidad distrital peruana

1.7.2. Objetivos específicos.

- Realizar un diagnóstico situacional de la calidad de servicio en la red actual del distrito de los Olivos.
- Describir la estructura y funcionalidad de la red Metro Ethernet.
- Implementar el modelo de mejora según los estándares y normativas que aseguren la calidad del servicio.
- Analizar los resultados obtenidos y corroborar la calidad de servicios según los servicios ofertados.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación.

Tipo

La investigación es de tipo aplicada, descriptiva y transversal.

Descriptiva: el objetivo de este trabajo es la descripción y análisis de la variable de la calidad de servicio en la implementación de mejora de una red metro ethernet de una municipalidad distrital. Por la naturaleza de la investigación, se realizaron visitas a la municipalidad y se aplicaron los instrumentos a determinados colaboradores con la finalidad de obtener los datos requeridos.

Diseño

El trabajo es de diseño no experimental

No experimental, las variables no se manipularon, solo se observaron los hechos y se describieron.

2.2. Población y muestra.

Población

Conformado por 8 Pop's (Puntos de Presencia Óptica) , de la red metro ethernet del distrito de los Olivos.

Muestra

De tipo no probabilístico por conveniencia, seleccionando 3 Pop's de la red metro ethernet del distrito de los Olivos. Y son: MDLO, HMLO, CIELO

2.3. Variables, Operacionalización.

Variable independiente

Implementación de mejora de una red metro ethernet

Variable dependiente

calidad de servicio

Operacionalización

Tabla 3:

Tabla de operacionalización

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnica e instrumentos			
Implementación de mejora de una red metro ethernet	Estudio de los requerimientos de la red	- Parámetros de calidad de servicio	Indicadores de calidad del servicio	Técnica: Encuesta Instrumento: Cuestionario			
			1.-Tráfico de datos		$A = \frac{Paq. \text{enviados}}{Paq. \text{recibidos}}$		
			2.- Porcentaje de envíos fallidos		$F = \frac{Envíos \text{ fallidos}}{Total \text{ de envíos}}$		
			3.- Porcentaje de envíos exitosos		$F = \frac{Envíos \text{ exitosos}}{Total \text{ de envíos}}$		
			4.- Tiempo de llegada de paquetes		$L = \frac{Eventos}{Tiempo}$		
			Calidad de servicio		Calidad de la conexión	5.- Nivel de satisfacción con respecto al funcionamiento de la red de datos..	Técnica: Observación Instrumentos: Cuestionarios
						6.- Nivel de satisfacción con respecto a los servicios que brinda la red..	
7.- Nivel de satisfacción con respecto al cableado estructurado							

Fuente: Elaboración propia del autor

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1. Técnicas

Se hizo uso de la observación directa, revisiones documentales y entrevistas como técnicas.

- **Encuesta:** Conjunto de interrogantes en relación a las variables (Sampieri, 2003).
- **Observación directa:** A través de esta técnica, es posible comprender con mayor claridad el problema y la observación de la

situación desde la perspectiva de los trabajadores y los recursos materiales en cada sede.

- **Entrevistas:** Se desarrollaron preguntas al personal participante de la muestra para obtener la información necesaria sobre el tema en cuestión. Es la implicancia de una persona preparada que realiza las preguntas a los participantes (Sampieri, 2006)

2.4.2. Instrumentos

Se consideró como instrumento el cuestionario, y una ficha de aceptación.

- **Cuestionario**

Un cuestionario, es aquel instrumento para conseguir los datos a través de items de las variables (Sampieri, 2012)

El cuestionario que se utilizará para obtener la información consta de 11 items.

- Ficha de evaluación, utilizada por los especialistas para evaluar la calidad de la red propuesta.

2.5. Procedimiento de análisis de datos.

Se organizó una reunión con los que trabajan en las áreas involucradas en el desarrollo para conocer la problemática de la municipalidad respecto a la calidad de la red con la aplicación de los instrumentos. Los criterios para recolectar los datos fue el siguiente:

- Claridad de los objetivos y variables propuestas
- Se estableció las técnicas de recolección de información.
- Elaboración de los instrumentos para ser aplicado a los participantes de la investigación para la obtención de la información,

Después de haber recopilado todos los datos, se inicia la tabulación de resultados de cada pregunta en el programa Microsoft Excel para la obtención de las tabulaciones respectivas.

Para lo cual se seleccionó un enfoque metodológico para cumplir sus requerimientos.

La investigación se centra en la “Metodología de Jerry Fitz Gerald”, utilizada para el diseño e implementación de la Red de daros del objeto de estudio.

Además, se tuvo en cuenta los criterios de calidad de servicio, tales como, velocidad, disponibilidad, seguridad, fiabilidad, simplicidad y flexibilidad.

Requerimientos de la red

- a) **Flexibilidad**, esto consiste en la adaptación de la red en lo referente a la topología, capacidades de la red y las aplicaciones.
- b) **Escalabilidad**, esto nos indica la capacidad para extender el rango de operaciones sin afectar la calidad, o la capacidad de preparación para realizar la ampliación de la red sin perjudicar la calidad de los servicios que esta proporciona.
- c) **Protección**, este indicador comprende los distintos mecanismos con los que cuenta la red con la finalidad de asegurar que los fallos sean detectados y corregidos antes de afectar algún servicio.
- d) **Costo**, este indicador hace referencia a cuánto conlleva implementar el proyecto, cabe indicar que comprende el costo del proyecto, los equipos a utilizar, los materiales, la ejecución y la puesta en marcha.

Calidad de la conexión

a) Tráfico de datos

Se hizo uso de este indicador para medir el tráfico de datos de la red, para esto se hizo uso de la siguiente fórmula.

$$A = \frac{\text{Paq. enviados}}{\text{Paq. recibidos}}$$

Donde:

La cantidad de paquetes enviados viene a ser la cantidad de envíos por los distintos usuarios de la red hacia su punto de destino. Asimismo, el uso de paquetes recibidos, nos permite determinar cuántas de las solicitudes enviadas por nuestros usuarios llegaron de manera exitosa al destino.

b) Porcentaje de envíos fallidos

Esto nos permitirá determinar cuántos paquetes de los enviados no han logrado llegar al destino establecido.

$$F = \frac{\text{Envíos fallidos}}{\text{Total de envíos}}$$

Donde:

El total de envíos fallidos es la cantidad de paquetes que se enviaron, pero no lograron llegar de forma exitosa al destino; y el total de envíos hace mención tanto a los paquetes que llegaron de manera exitosa como los que no lo hicieron.

c) Porcentaje de envíos exitosos

Esto nos permitirá determinar cuántos paquetes de los enviados han logrado llegar al destino establecido de forma exitosa.

$$F = \frac{\text{Envíos exitosos}}{\text{Total de envíos}}$$

Donde:

El total de envíos exitosos es la cantidad de paquetes que se enviaron y llegaron de forma exitosa al destino; y el total de envíos hace mención tanto a los paquetes que llegaron de manera exitosa como los que no lo hicieron.

d) Tiempo de llegada de paquetes

Este proceso nos permite crear comunicaciones robustas a menores velocidades, esto se refleja en los distintos rangos de cobertura con una comunicación fiable. Aquí se pretende detectar las condiciones del medio donde se desarrolla la comunicación, en base a las transmisiones que se completan de manera exitosa y las que fallan.

$$L = \frac{\text{Eventos}}{\text{Tiempo}}$$

Donde:

Los eventos, viene a ser la cantidad de paquetes enviados de un nodo a otro, el cual se medirá en base al tiempo que le toma llegar al destino.

2.6. Criterios éticos.

La ética en la informática es de gran importancia, por ser considerada un instrumento para facilitar en el reconocimiento de la problemática y resolverlos de acuerdo a los objetivos establecidos.

- **Respeto**, en el desarrollo del trabajo se tendrá muy en cuenta el respeto a las opiniones de los participantes, al momento de desarrollar los instrumentos. Además, se respetará la información recabada referenciando y citando adecuadamente a los autores.
- **Veracidad**, la investigación será de carácter original, buscando en todo momento a la verdad de la información y los resultados.
- **Confidencialidad**, el estudio tendrá en cuenta los principios y valores éticos, el cual permitirá garantizar la seguridad de la información obtenida

2.7. Criterios de Rigor Científico.

En la investigación se tuvo en cuenta una metodología que propuso la imparcialidad en el muestreo y manejo de datos, se considera los siguientes criterios:

- **Originalidad**, el trabajo de investigación se desarrollará brindando los créditos respectivos a los autores a través de citas y referencias y evitar el plagio.
- **Confiabilidad**, se usó el Alfa de Cronbach, para la validación y la confiabilidad de los instrumentos.

Indicador 1: Tráfico de datos

Tabla 4: Tráfico de datos

Tráfico de datos

Red Actual	Red Metro Ethernet	Unidad Medida
1.13	1	Paquetes
1.15	1	paquetes
1.26	1	paquetes
1.32	1	paquetes
1.25	1	paquetes
1.18	1	paquetes
1.31	1	paquetes

Fuente: Elaboración propia

Red actual

Estos resultados se obtuvieron aplicando la siguiente fórmula

$$A = \frac{51}{45} = 1.13$$

De esto podemos determinar que el tráfico de la red es de 1.13

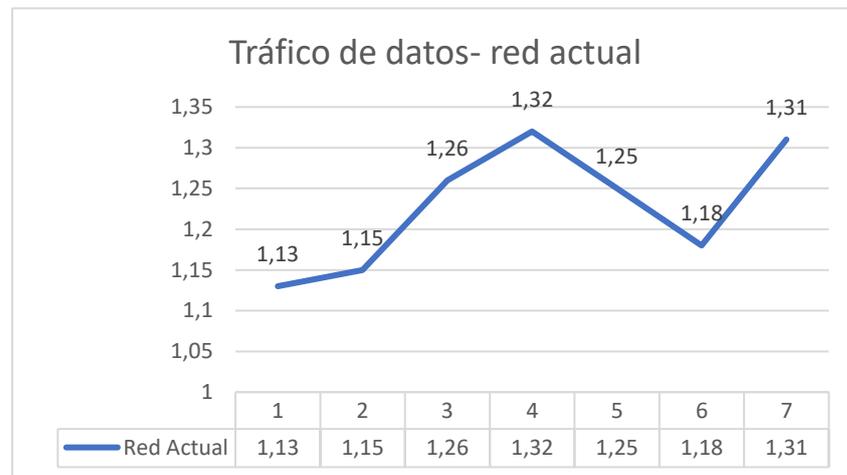


Figura 7: Tráfico de datos - red actual

Fuente: Elaboración propia

Observamos en la figura 7, la red actual cuenta con un tráfico de datos ineficiente puesto que la cantidad de paquetes enviados no son igual a los paquetes recibidos, sino que estos se ven disminuidos, por tanto, podemos afirmar que no existe una buena calidad de servicio en la red.

Red Metro Ethernet

Estos resultados se obtuvieron aplicando la siguiente fórmula

$$A = \frac{99}{99} = 1$$

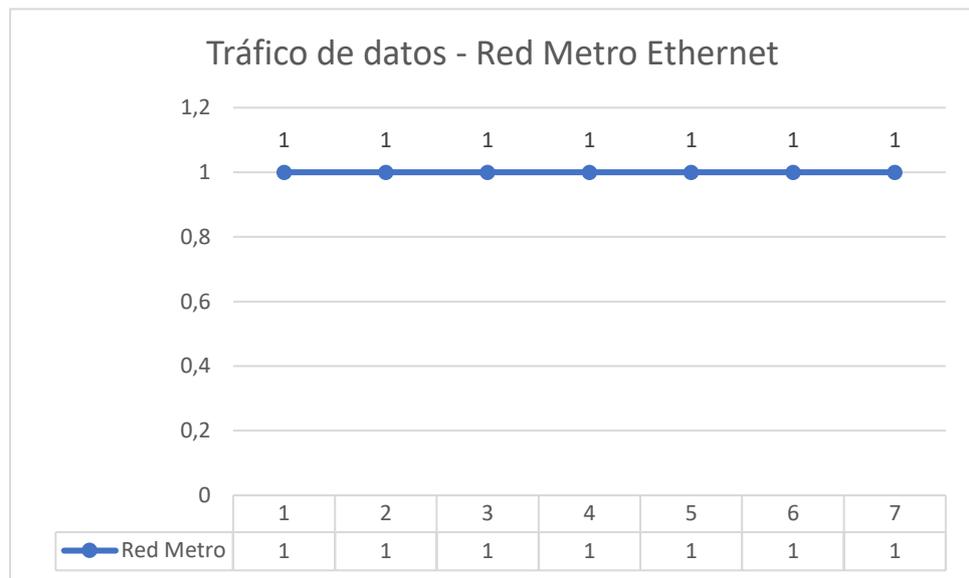


Figura 8: Tráfico de datos - red Metro Ethernet

Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la figura 8, el tráfico de la red Metro Ethernet es de 1, lo cual es bueno puesto que nuestra red estaría funcionando al 100% asegurando una buena calidad del servicio de la red al momento de que los usuarios realizan sus actividades

Indicador 2: Porcentaje de envíos fallidos

Red actual

$$F = \frac{6}{51} = 0.117 = 11,7\%$$

Aplicando la fórmula se puede afirmar que del total de paquetes enviados el 100%, el 11,7% de datos emitidos no han llegado de manera exitosa, lo cual genera que no exista una buena comunicación.

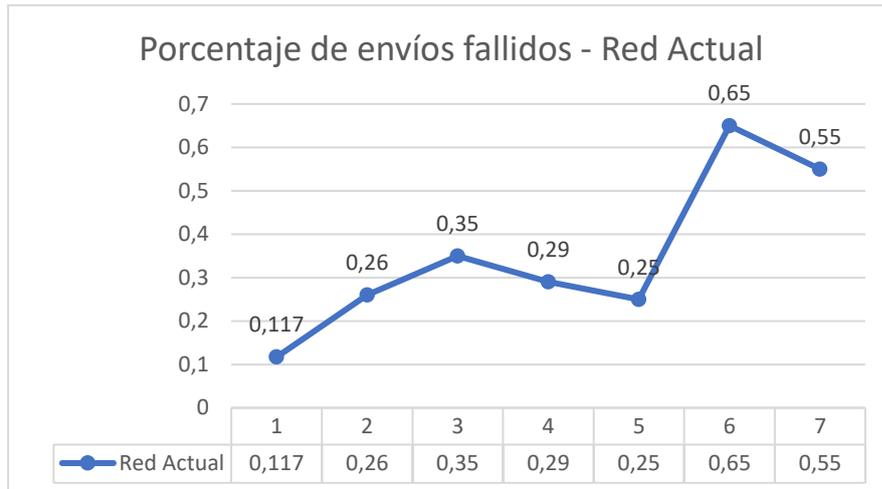


Figura 9: Porcentaje de envío fallidos-red actual
Fuente: Elaboración propia

En la figura 9, se aprecia que en los distintos intervalos de medición la red actual de la municipalidad presenta falencias en su comunicación, puesto que no permite una buena comunicación entre las distintas áreas ya que del total de paquetes enviados siempre se genera una pérdida de estos.

Red Metro Ethernet

Para obtener estos resultados se aplicó la siguiente fórmula:

$$F = \frac{0}{99} = 0\%$$

Tal como se observa, después de haber realizado la implementación de la red se puede afirmar que no existe una pérdida de paquetes en la comunicación.

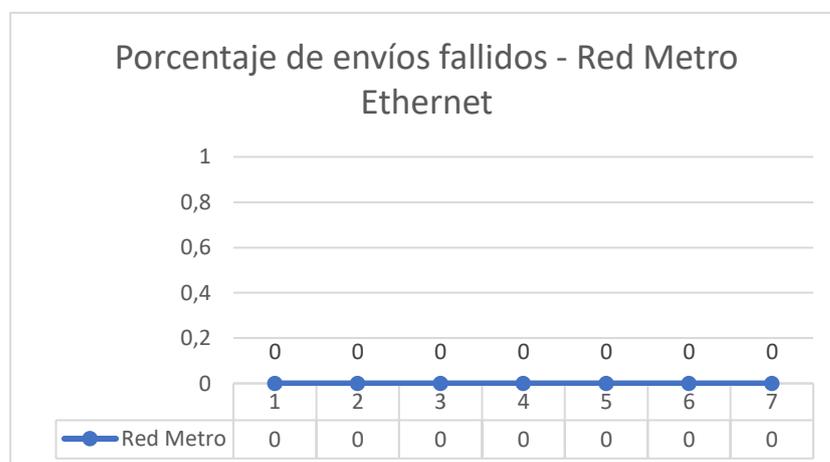


Figura 10: Porcentaje de envío fallidos- Red Metro Ethernet
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 10, apreciamos que en los distintos intervalos de tiempo en que se han realizado las pruebas de transferencia de datos no ha existido pérdida de paquetes lo cual nos da la certeza de que nuestra comunicación es favorable.

Comparación de la red actual y la red Metro Ethernet

Asimismo, de todos los resultados obtenidos respecto al indicador de pérdida de paquetes se realizó un comparativo de la red, tal como se muestra a continuación:

Tabla 5:

Porcentaje de envíos fallidos

Red Actual	Red Metro Ethernet	Unidad Medida
0.117	0	Paquetes
0.26	0	paquetes
0.35	0	paquetes
0.29	0	paquetes
0.25	0	paquetes
0.65	0	paquetes
0.55	0	paquetes

Fuente: Elaboración del autor.

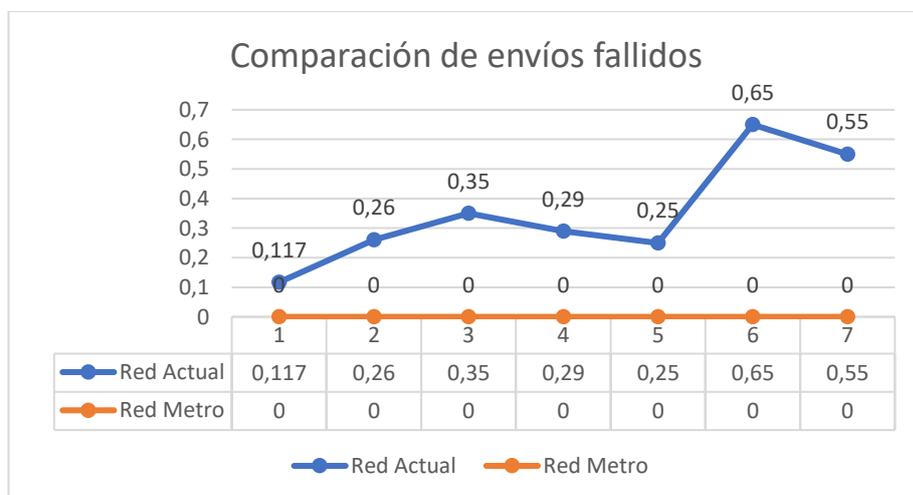


Figura 11: Comparación de envíos fallidos

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 y figura 11, observamos la comparación de los envíos fallidos que se han obtenido tanto en la red actual como en la red metro Ethernet, de esto podemos decir que la red Metro Ethernet permite una mejor comunicación de los usuarios con la red puesto que no tiene pérdida de paquetes al momento de realizar la interacción con la red.

Indicador 3: Porcentaje de envíos exitosos

Red actual

$$F = \frac{45}{51} = 0.883 = 88.3\%$$

Aplicando la fórmula se puede afirmar que del total de paquetes enviados el 100%, solo el 88,3% ha llegado al destino de forma satisfactoria lo cual nos indica que la red cuenta con problemas en la transmisión de los datos.

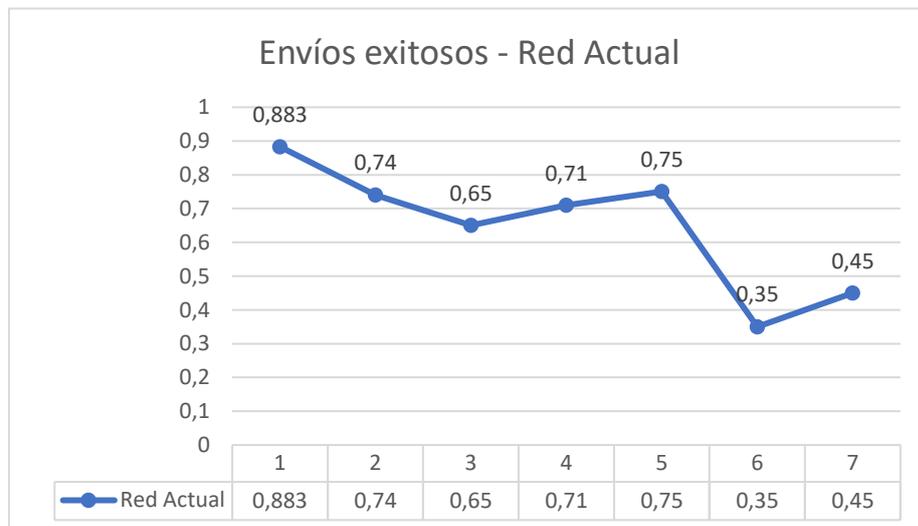


Figura 12: Envíos exitosos- red actual

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12, se puede observar que en los distintos intervalos analizados siempre existe una pérdida de paquetes lo cual genera que no se realice una transferencia de los mismos al 100%, esto nos indica que la red actual con la que cuenta la municipalidad no permite una comunicación eficiente.

Red Metro Ethernet

Para determinar en total de paquetes enviados de manera exitosa, se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$F = \frac{99}{99} = 1 = 100\%$$

Aplicando la fórmula se puede afirmar que, del total de paquetes enviados, es decir, 100%.

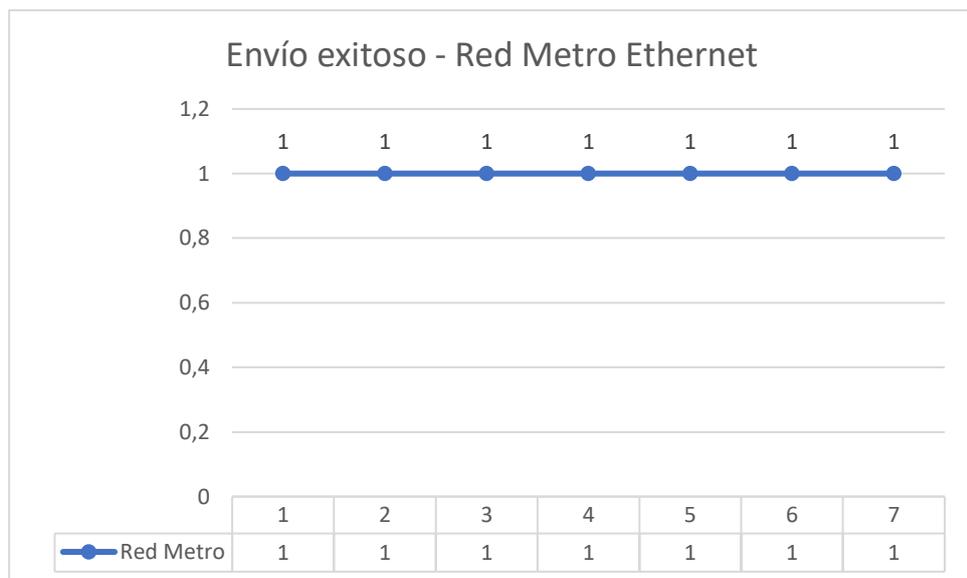


Figura 13: Envíos exitosos- red metro ethernet

Fuente: Elaboración propia

En la figura 13, apreciamos que todos los paquetes enviados han llegado al destino de forma satisfactoria lo cual nos indica que la red cuenta con una transmisión de los datos, lo cual permite que los usuarios mantengan una buena interacción dentro de la red al realizar sus labores.

Comparación de la red actual y la red Metro Ethernet

Table 6:

Comparación de envío de paquetes exitoso

Red Antigua	Red Metro Ethernet	Unidad Medida
0.883	1	Paquetes
0.74	1	paquetes
0.65	1	paquetes
0.71	1	paquetes
0.75	1	paquetes
0.35	1	paquetes
0.45	1	paquetes

Fuente. Elaboración propia

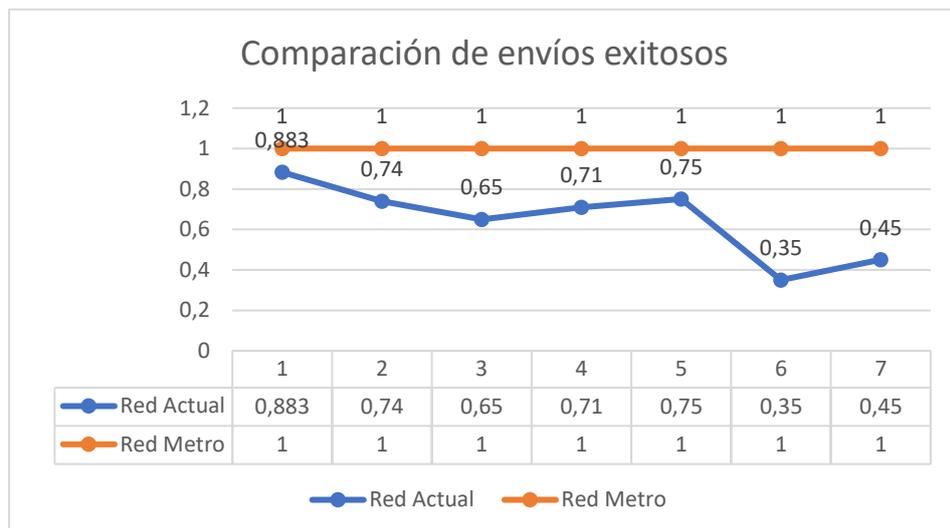


Figura 14: Comparación de envíos exitosos

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 6 y figura 14, que toda la cantidad de paquetes enviados no llegan al 100% a su destino, lo cual se justifica con el indicador anterior en el cual se muestra la pérdida de paquetes. Asimismo, podemos indicar que en la red Metro Ethernet el envío de paquetes llega al 100% de manera satisfactoria lo cual se fundamenta puesto que no existe una pérdida de paquetes.

Indicador 4: Tiempo de llegada de paquetes

Con la implementación de la red Metro Ethernet se ha logrado una mejora en los tiempos de respuesta y velocidad en la transferencia de datos. Para determinar esto se han realizado diversas simulaciones en lo que respecta a una solicitud de ping de diversas terminales en distintos intervalos de tiempo, los cuales al ser comprados han arrojado una evidencia de mejora, esto nos permite concluir que la red Metro Ethernet es una buena solución para la municipalidad.

Tabla 7:

Tiempo de llegada de paquetes

Red Antigua	Red Metro Ethernet
200 ms	2 ms
310 ms	15 ms
150 ms	30 ms
500 ms	20 ms
350 ms	10 ms
250 ms	15 ms
600 ms	2 ms

Fuente: Elaboración propia

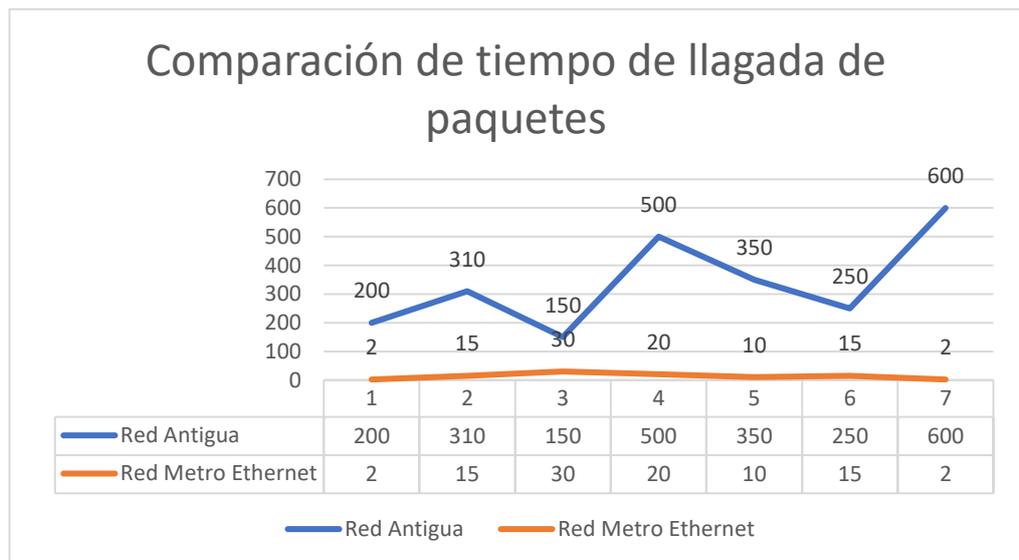


Figura 15 Comparación de transmisión

Fuente: Elaboración propia

Aplicando los criterios para la evaluación del diseño propuesto.

Table 8:

Parámetros para la evaluación de la red implementada

Criterios de calidad	Especialistas								Promedios
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Flexibilidad	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Escalabilidad	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Protección	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Costo	4	3	3	4	4	4	4	4	3.75
Total, de puntos	19	18	18	19	19	19	19	19	
Promedio x especialista	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68	

Fuente: Elaboración del autor.

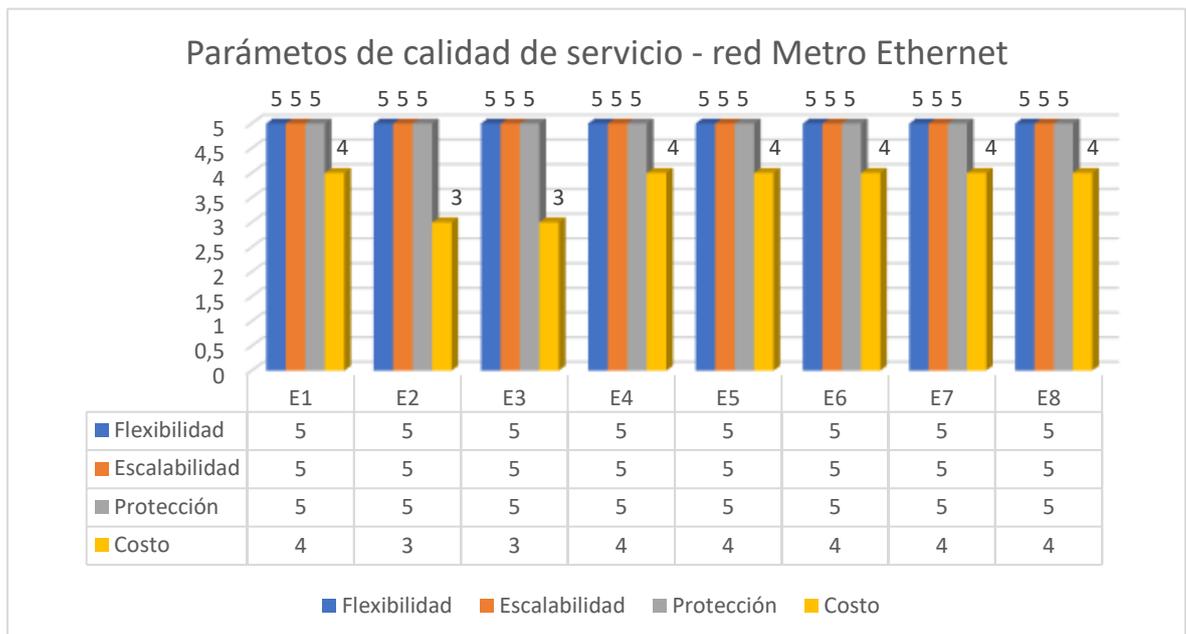


Figura 16: Parámetros de calidad de servicio - red Metro Ethernet

Fuente: Elaboración del autor.

En la tabla 8 y en la figura 16, según la valoración de 8 especialistas, dentro de las ventajas del diseño podemos encontrar la flexibilidad, escalabilidad y protección de la red, lo cual demuestra que la propuesta implementada cuenta con los requerimientos necesarios para detectar y corregir las fallas

que puedan surgir en la red.

Asimismo, realizamos encuestas al personal que hace uso de las instalaciones con la nueva red implementada la cual nos permitió determinar que el servicio que con la red antigua era deficiente logre proporcionar una buena calidad de servicio con la nueva red Metro Ethernet implementada.

Indicador 5. Nivel de satisfacción respecto al funcionamiento de la red de datos

Acercas del funcionamiento de la red de datos respecto a la satisfacción de los usuarios para realizar la compartición de archivos en red; respecto a la determinación de la calidad de servicio en la implementación de mejora de la red Metro Ethernet en la Municipalidad de Los Olivos.

Tabla 9:

Compartición de archivos en red

Alternativas	n (muestra)	%
Sí	6	75
No	2	25
Total	8	100

Fuente: Elaboración del autor.

Respecto a la Tabla N° 09 observamos que el 75% de los empleados puede realizar la compartición de información a través de la red de datos de la municipalidad y un 25% no puede.

Acercas del funcionamiento de la red de datos respecto a la existencia de internet inalámbrico; respecto a la determinación de la calidad de servicio en la implementación de mejora de la red Metro Ethernet en la Municipalidad Distrital Los Olivos.

Tabla 10:*Red inalámbrica*

Alternativas	n (muestra)	%
Sí	8	100
No	0	0
Total	8	100

Fuente: Elaboración del autor.

En la Tabla N°10 apreciamos que el 100% de las muestras evaluada está de acuerdo que existe internet inalámbrico en su zona de trabajo permitiendo desarrollar sus actividades con mayor facilidad mientras que el 0% indica que no posee inalámbrico.

Acerca del funcionamiento de la red de datos respecto a la existencia de impresoras en red; respecto al determinación de la calidad de servicio en la implementación de mejora de la red Metro Ethernet en la Municipalidad Distrital Los Olivos.

Table 11:*Impresoras en red*

Alternativas	n (muestra)	%
Sí	6	75
No	2	25
Total	8	100

Fuente: Elaboración del autor

En la Tabla N°11 se aprecia que un 75% de la población muestral sí está de acuerdo en que existe impresora conectada a red lo cual les facilita el trabajo, mientras que un 25% indica que las impresoras que manejan se encuentran desconectadas de red.

Indicador 6. Nivel de satisfacción respecto a los servicios que brinda la red

Acerca del funcionamiento de la red de datos en relación al acceso a internet; respecto al determinación de la calidad de servicio en la implementación de mejora de la red Metro Ethernet en la Municipalidad Distrital Los Olivos.

Tabla 12:

Acceso a internet

Alternativas	n (muestra)	%
Sí	8	100
No	0	0
Total	8	100

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°12 apreciamos que el 100% de la muestra cuenta con una conexión a internet en su computador de manera estable, lo cual indica que no existe causa de fallos.

Tabla 13:

Inconvenientes con el internet

Alternativas	n (muestra)	%
Sí	2	25
No	6	75
Total	8	100

Fuente: Elaboración del autor

En la Tabla N°13 observamos que el 75% de la muestra está de acuerdo en que no presenta inconvenientes con el internet, mientras que un 25% indica que en ciertos momentos ha presentado inconvenientes con el internet.

Acerca de los servicios que brinda la red informática en relación a las restricciones de acceso en página web; respecto al determinación de la calidad de servicio en la implementación de mejora de la red Metro Ethernet en la Municipalidad Distrital Los Olivos.

Tabla 14:

Restricción web

Alternativas	n (muestra)	%
Sí	8	100
No	0	0
Total	8	100

Fuente: Elaboración del autor

En la Tabla N°14 apreciamos que el 100% de los trabajadores indican que cuentan con restricción a páginas inseguras de la web, lo cual les es beneficioso en caso de malwares o cualquier otro tipo de ataques maliciosos.

Acerca de los servicios que brinda la red informática en relación contar con un servicio propio de internet; respecto al determinación de la calidad de servicio en la implementación de mejora de la red MetroEthernet en la Municipalidad Distrital Los Olivos.

Tabla 15:

Servicio propio de internet

Alternativas	n (muestra)	%
Sí	5	63
No sabe	2	25
No	1	12
Total	8	100

Fuente: Elaboración del autor

En la Tabla N°15 observamos que de la muestra escogida el 63% sabe que el municipio cuenta con internet propio, el 25% indican que no saben nada

acerca del servicio y el 12% considera que el internet no es propio de la municipalidad

A continuación, se muestra los resultados generales de la aplicación del cuestionario acerca de la calidad del servicio de la red Metro Ethernet implementada en la municipalidad distrital Los Olivos

Tabla 16:

Resultados generales

Dimensiones	Alternativas		Alternativas		Muestra	
	Sí	%	No	%	n	%
Satisfacción de la calidad del servicio en la implementación de mejora	7	88	1	12	8	100
Necesidad de mejora en calidad de servicio de la red Metro Ethernet implementada	1	12	7	88	0	0

Fuente: Elaboración del autor

En la Tabla N°16 observamos que la satisfacción de la calidad de servicio en la implementación de mejora de la red Metro Ethernet está representada por el 88% de la muestra tomada, la cual indica que sus trabajadores consideran que el servicio ofrecido es de buena calidad y que solo un 12% considera aún que se debe mejorar la calidad para poder ofrecer un mejor servicio a la comunidad.

Indicador 7. Nivel de satisfacción con respecto al cableado estructurado

Acerca del funcionamiento de la red de datos respecto a la satisfacción del cableado estructurado; respecto al determinación de la calidad de servicio en la implementación de mejora de la red Metro Ethernet en la Municipalidad Distrital Los Olivos.

Tabla 17:

Cableado estructurado

Alternativas	n (muestra)	%
Sí	8	100
No	0	0
Total	8	100

Fuente: Elaboración del autor

En la Tabla N°17 apreciamos que el 100% del personal encuestado están de acuerdo en que la red Metro Ethernet implementada cuenta con las características de un buen cableado estructurado en la institución.

Acerca del funcionamiento de la red de datos respecto a la satisfacción del recubrimiento del cableado; respecto al determinación de la calidad de servicio en la implementación de mejora de la red Metro Ethernet en la Municipalidad Distrital Los Olivos.

Tabla 18:

Recubrimiento de cableado

Alternativas	n (muestra)	%
Sí	7	88
No	1	12
Total	8	100

Fuente: Elaboración del autor

En la Tabla N°18 tenemos que el 90% de la muestra indica que los cables que se encuentran en su área se encuentran cubiertos debidamente con canaletas, mientras que un 10% indica que en algunos casos estos están sueltos.

Acerca del funcionamiento de la red de datos en relación a las fallas del cableado; respecto al determinación de la calidad de servicio en la

implementación de mejora de la red Metro Ethernet en la Municipalidad Distrital Los Olivos.

Table 19:

Fallas de cableado

Alternativas	n (muestra)	%
Sí	8	100
No	0	0
Total	8	100

Fuente: Elaboración del autor

En la Tabla N°19 se demuestra que el 100% de la muestra posee internet sin ninguna dificultad puesto que no deben realizar ajustes en el cable o la base en la cual se conecta.

3.2. Discusión de resultados.

- En el trabajo se ha realizado la recolección de los datos para el conocimiento de la calidad de servicio en la implementación de mejora, por esta razón el análisis se basa en la encuesta aplicada a trabajadores que conforman la unidad ejecutora, teniendo en cuenta la variable de estudio la calidad del servicio en la implementación de mejora de una red Metro Ethernet. Por esta razón, los resultados que se obtuvieron se subdividen en tres aspectos:

- a) Nivel de satisfacción con respecto a la funcionalidad de los dispositivos. Respecto a las preguntas referidas al nivel de satisfacción de la funcionalidad de los dispositivos, podemos observar que el 83% se encuentra conforme con la calidad de servicio acerca de la funcionalidad de dispositivos puesto que pueden realizar transferencias de archivos a través de la red, así como impresiones y conectarse a una red inalámbrica sin inconvenientes, mientras que un 17% considera que esto debe de mejorar específicamente en los puntos de contar con una

impresora conectada a la red y la compartición de archivos por medio de la misma.

b) Nivel de satisfacción respecto al cableado estructurado.

Respecto a las preguntas referidas al nivel de satisfacción del cableado de la red de datos podemos observar que el 88% considera que la estructura de red que conecta las diversas áreas del municipio es adecuada, pues solo se cuenta con un 12% el cual indica que en su área de trabajo ha encontrado cables sueltos. Esto se justifica técnicamente puesto que el cableado estructurado anterior se había realizado de manera empírica por terceros los cuales no cumplieron con algunos estándares.

c) Nivel de satisfacción respecto a los servicios que brinda la red de datos.

Respecto al nivel de satisfacción de los servicios que brinda la red se aprecia que un 25% de la muestra de trabajadores indica que ha tenido inconvenientes con el internet en distintas oportunidades, y que un 75% indican que cuentan con acceso y seguridad de la red de manera estable, puesto que, cuentan con un filtro para acceder a páginas maliciosas y de esta manera evitar la descarga de virus o algún malware perjudicial.

Esto se justifica puesto que el internet es un medio de comunicación externo el cual permite mantener conectado a la municipalidad con sus distintas áreas y estar acorde con la modernidad respecto a las TIC emergentes.

- De acuerdo los resultados que se obtuvieron en el análisis de nuestra red, esta cuenta con un balance de ancho de banda para los distintos usuarios, puesto que, gracias a la infraestructura implementada y los estándares establecidos se mitigaron algunos desbalances existentes.
- El comportamiento de los parámetros de desempeño evaluados en la red implementada es más eficiente respecto al desempeño de la misma sin la configuración de la Calidad de servicios, puesto que, en se ha priorizado el tráfico que se realiza según la IEEE802.1Q la cual permite que los flujos de tráfico más sensibles al retardo se atiendan más rápido.

3.3. Aporte práctico.

Objetivo específico 1: Realizar un diagnóstico situacional de la calidad de servicio en la red actual del distrito de los Olivos.

Para realizar el análisis de la situación actual de la red de la municipalidad se tuvo en consideración:

- Las variaciones tecnológicas de las telecomunicaciones.
- La red actual con la que cuenta la municipalidad no satisface las necesidades de conectividad por lo que la implementación de una red metro ethernet permitiría la mejora de la comunicación de las distintas áreas y sedes de la municipalidad.

En la red actual el servicio de red LAN físicamente está conformado por antenas que se encuentran en distintos puntos del distrito de los Olivos, en los techos de diversas casas, como se muestra en la figura 1, y por dispositivos de red no administrables, lo cual ocasiona un déficit en el servicio de la red, tales como: señal baja, retardo de envío y recepción de paquetes, caída de los sistemas, colisiones, conflicto de IP's, broadcast, malestar en las áreas de trabajo y poniendo en riesgo la seguridad de los datos de la empresa.

Asimismo, la red actual cuenta con la siguiente estructura:

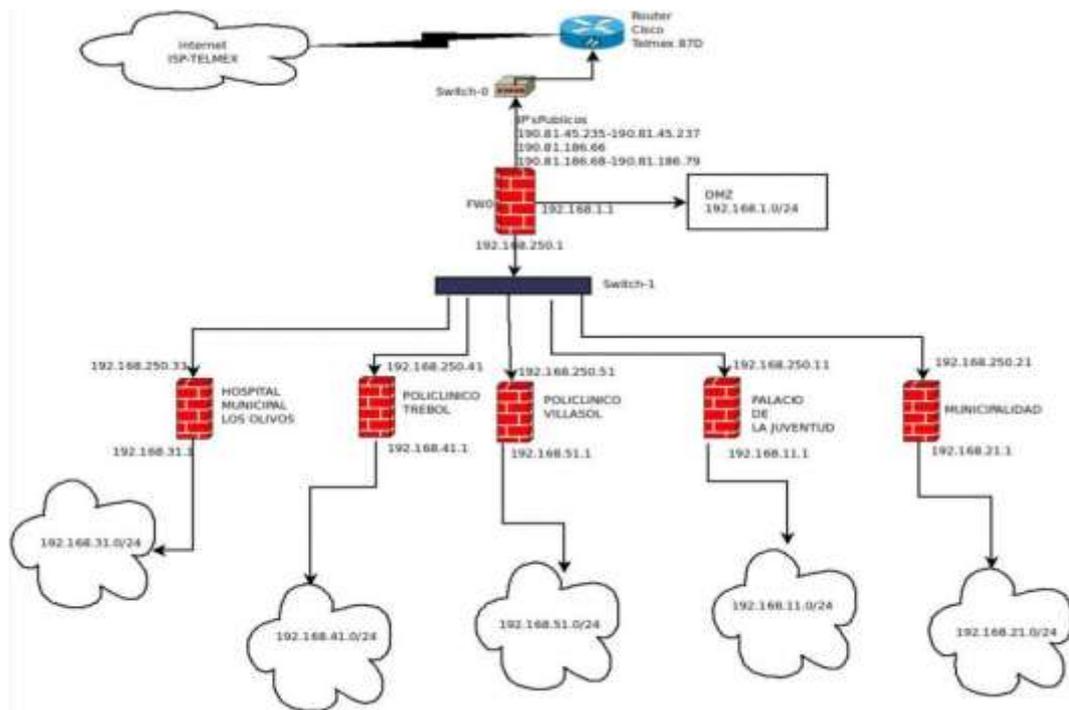


Figura 17: Diagrama de la red actual
Fuente: Elaboración del autor.

Asimismo, la ejecución de un diagnóstico situacional en la red nos permitirá analizar si esta cumple con los estándares necesarios para proporcionar una buena calidad del servicio, para esto se realizó el estudio del tráfico de datos que circula por la red para determinar su comportamiento en diversos aspectos e intervalos de tiempo.

Para esto se ha realizado el monitoreo de la red, en cada uno de sus enlaces y en la red total a través del comando tracert, el cual permite determinar el tiempo de los enrutamientos, envío de paquetes y recepción de paquetes.

Uso de enlaces

Los enlaces de área local, ya sea por elemento o de la red en su conjunto, son:

```

Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
192.168.0.31 192.168.250.101 255.255.255.255 UGH 0 0 0 eth0
192.168.23.0 192.168.250.23 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.22.0 192.168.250.22 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.71.0 192.168.250.71 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.52.0 192.168.250.52 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.21.0 192.168.250.21 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.53.0 192.168.250.53 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.51.0 192.168.250.51 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.35.0 192.168.250.35 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.18.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth2
192.168.32.0 192.168.250.32 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.0.0 192.168.250.100 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.33.0 192.168.250.33 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.31.0 192.168.250.31 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.15.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth2
192.168.200.0 192.168.250.200 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.250.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth0
192.168.13.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth2
10.56.1.0 192.168.250.101 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.12.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth1
192.168.73.0 192.168.250.73 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.42.0 192.168.250.42 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.11.0 0.0.0.0 255.255.255.0 U 0 0 0 eth1
192.168.72.0 192.168.250.72 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.43.0 192.168.250.43 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.25.0 192.168.250.25 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.41.0 192.168.250.41 255.255.255.0 UG 0 0 0 eth0
172.16.0.0 192.168.250.105 255.255.0.0 UG 0 0 0 eth0
192.168.0.0 192.168.250.105 255.255.0.0 UG 0 0 0 eth0
10.0.0.0 192.168.250.105 255.192.0.0 UG 0 0 0 eth0
10.0.0.0 0.0.0.0 255.0.0.0 U 0 0 0 eth1
127.0.0.0 0.0.0.0 255.0.0.0 U 0 0 0 lo
0.0.0.0 192.168.250.1 0.0.0.0 UG 0 0 0 eth0

```

Figura 18: Tabla de rutas
Fuente: Elaboración propia

En la figura 18 se visualiza la tabla de rutas que pertenece al firewall, que está conectado al core MX 960 ubicado en el Data Center. La tabla de rutas indica que los usuarios están emitiendo y recibiendo paquetes en determinado tiempo y de diferentes puertas de enlace.

Para calcular el tiempo de los enrutamientos comprobamos usando el comando **tracert** como de muestra en la siguiente figura:

```

Administrador: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Michell>tracert 192.168.250.105

Traza a 192.168.250.105 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

 1  1 ms  4 ms  2 ms  192.168.11.1
 2  4 ms  1 ms  2 ms  192.168.250.105

Traza completa.

C:\Users\Michell>tracert 192.168.254.1

Traza a 192.168.254.1 sobre caminos de 30 saltos como máximo.

 1  2 ms  1 ms  1 ms  192.168.11.1
 2  3 ms  3 ms  2 ms  192.168.250.105
 3  9 ms  2 ms  7 ms  192.168.252.14
 4 25 ms  51 ms  37 ms  192.168.254.1

```

Figura 19: Tiempo de enrutamiento
Fuente: Elaboración propia


```

root@firewall1/~# iptraf -i eth2

```

Figura 21: Sintaxis para el uso de la herramienta iptraf
Fuente: Elaboración propia

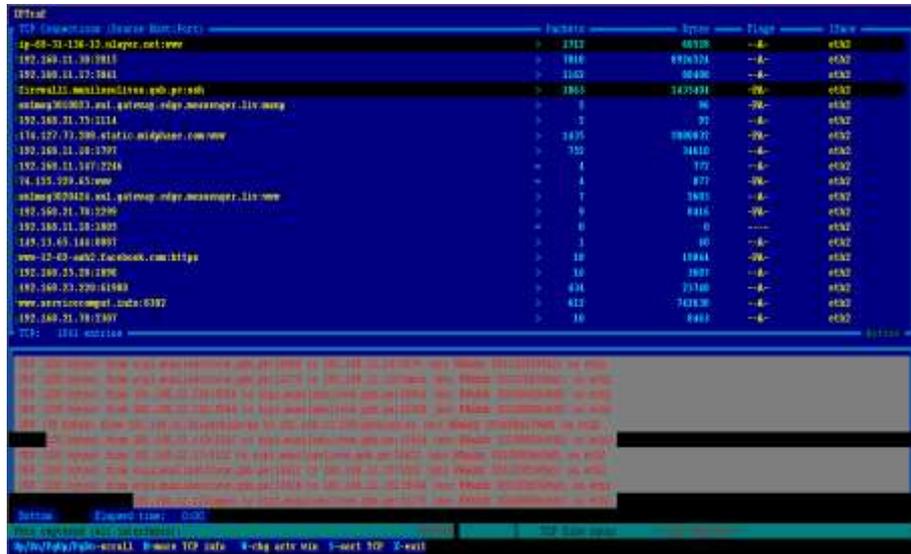


Figura 22: Ejecución de la herramienta Iptraf
Fuente: Elaboración propia

Porcentaje de transmisión y recepción de información

Los elementos de la red que más paquetes emiten y reciben según el monitoreo realizado son:

Table 21: Elementos de la red con mayor cantidad de solicitudes

IP	Solicitudes (Kb/s)	Ancho de banda (100mb)	% de Solicitudes
192.168.11.30	7018	102400	6,85351563
192.168.11.17	1162	102400	1,13476563
192.168.11.1	1863	102400	1,81933594
192.168.11.18	27520	102400	7,34375

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 2: Describir la estructura y funcionalidad de la red Metro Ethernet.

A partir del estudio realizado en la red de la municipalidad y con cada uno de los resultados obtenidos en la investigación, se procedió a definir la estructura de la nueva red Metro Ethernet a implementar teniendo en cuenta las distancias entre cada punto y cuáles eran los requerimientos que se debía cumplir en la implementación de la misma.

Asimismo, se establecieron los equipos que se iban a utilizar y las especificaciones que estos deberían cumplir para asegurar una buena calidad del servicio de la red Metro Ethernet.

El tipo de cableado descrito debe abarcar las distintas áreas de trabajo, esto quiere decir que, se considera desde el punto en el que se encuentran los switches repartidores en los patch panel.

Para realizar la implementación de la nueva red Metro Ethernet, se llevó a cabo las configuraciones correspondientes de cada uno de los equipos, tal como se muestra a continuación:

Router principal en cluster

Dentro de la configuración del router se estableció el enmascaramiento NAT, el cual nos va permitir intercambiar paquetes entre dos redes, esto permite convertir las direcciones usadas en los paquetes transportados, tal como se muestra en la figura se establece a dónde debe llegar el paquete emitido.

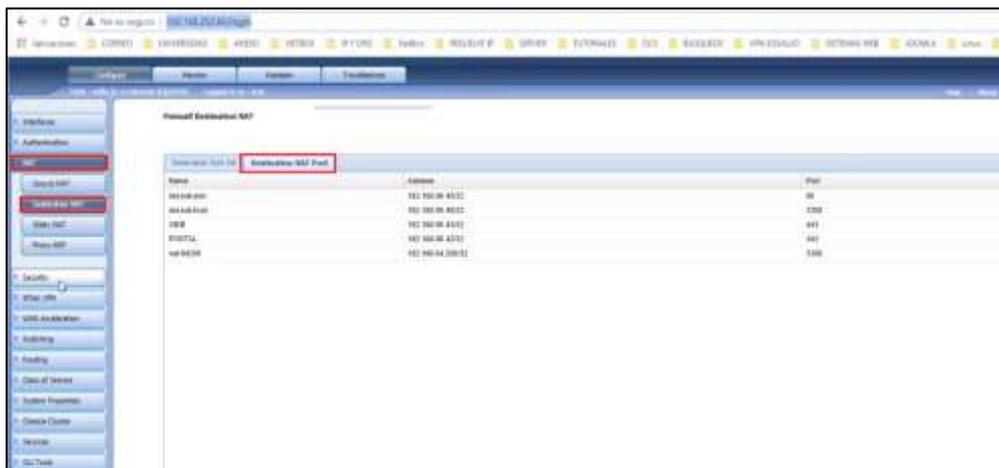


Figura 23: Evidencia de los NAT
Fuente: Elaboración propia



Figura 24: Evidencia de las interfaces conectadas
Fuente: Elaboración propia

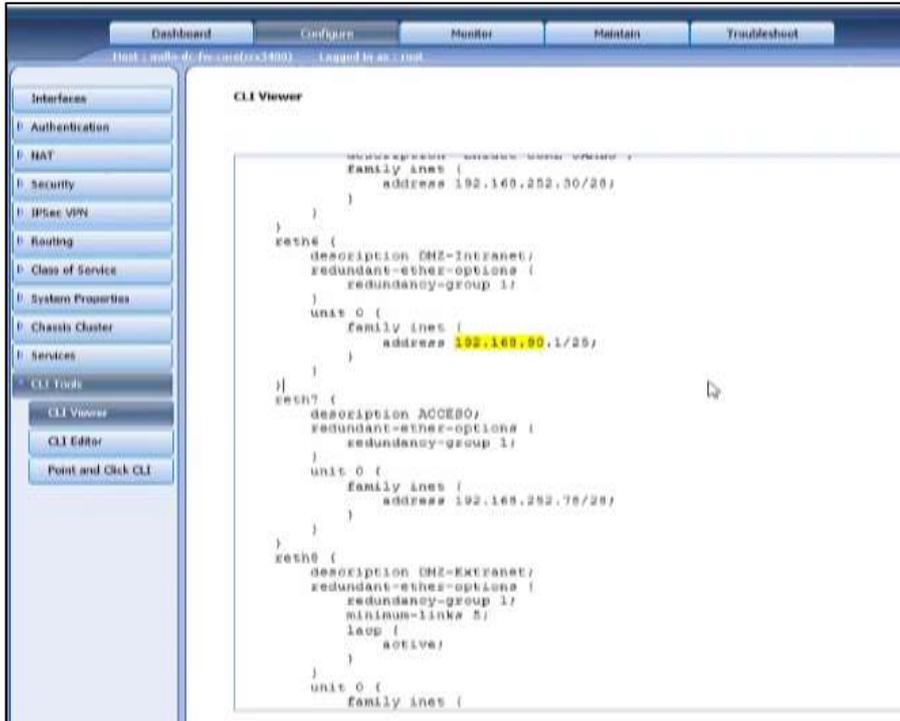


Figura 27: Interfaz de configuración

Fuente: Elaboración propia

A través de Juniper se ha realizado la configuración de las distintas interfaces, así como las características que estas deben cumplir:

IP Address	Status	Description
192.168.80.1	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/1'
192.168.252.30	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/1'
192.168.252.78	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/2'
192.168.252.79	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/2'
192.168.252.80	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/3'
192.168.252.81	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/3'
192.168.252.82	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/4'
192.168.252.83	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/4'
192.168.252.84	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/5'
192.168.252.85	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/5'
192.168.252.86	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/6'
192.168.252.87	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/6'
192.168.252.88	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/7'
192.168.252.89	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/7'
192.168.252.90	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/8'
192.168.252.91	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/8'
192.168.252.92	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/9'
192.168.252.93	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/9'
192.168.252.94	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/10'
192.168.252.95	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/10'
192.168.252.96	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/11'
192.168.252.97	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/11'
192.168.252.98	Yes	Logical Unit 0 on 10 Gigabit Ethernet Interface 'xe-1/0/0'
192.168.252.99	Yes	10 Gigabit Ethernet Interface 'xe-1/0/0'
192.168.252.100	Yes	Logical Unit 0 on 10 Gigabit Ethernet Interface 'xe-1/0/0'
192.168.252.101	Yes	DMZ Intranet
192.168.252.102	Yes	Logical Unit 0 on 10 Gigabit Ethernet Interface 'xe-1/0/1'
192.168.252.103	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/12'
192.168.252.104	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/12'
192.168.252.105	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/13'
192.168.252.106	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/13'
192.168.252.107	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/14'
192.168.252.108	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/14'
192.168.252.109	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/15'
192.168.252.110	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/15'
192.168.252.111	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/16'
192.168.252.112	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/16'
192.168.252.113	Yes	Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/17'
192.168.252.114	Yes	Logical Unit 0 on Gigabit Ethernet Interface 'ge-4/0/17'

Figura 28: Evidencias de la DMZ Intranet

Fuente: Elaboración propia

Router de edificio EX8208

El uso del Router va permitir la interconexión de los distintos dispositivos que se encuentren dentro de la red, la finalidad de este es la de establecer la ruta de destino de cada uno de los paquetes de datos dentro de la red Metro Ethernet.



Figura 29: Router de edificio EX8208

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, mediante el aplicativo que nos proporciona Juniper se realizó la configuración de cada uno de los puertos y VLAN's respectivamente. El uso de las VLAN's va permitir que el uso del switch se lleve de una manera más eficiente puesto que divide en la cantidad de dominios como puertos posea el switch. Asimismo, nos permite garantizar una buena calidad del servicio, así como la agrupación de los usuarios que interactúan con la red de acuerdo a su grupo específico.

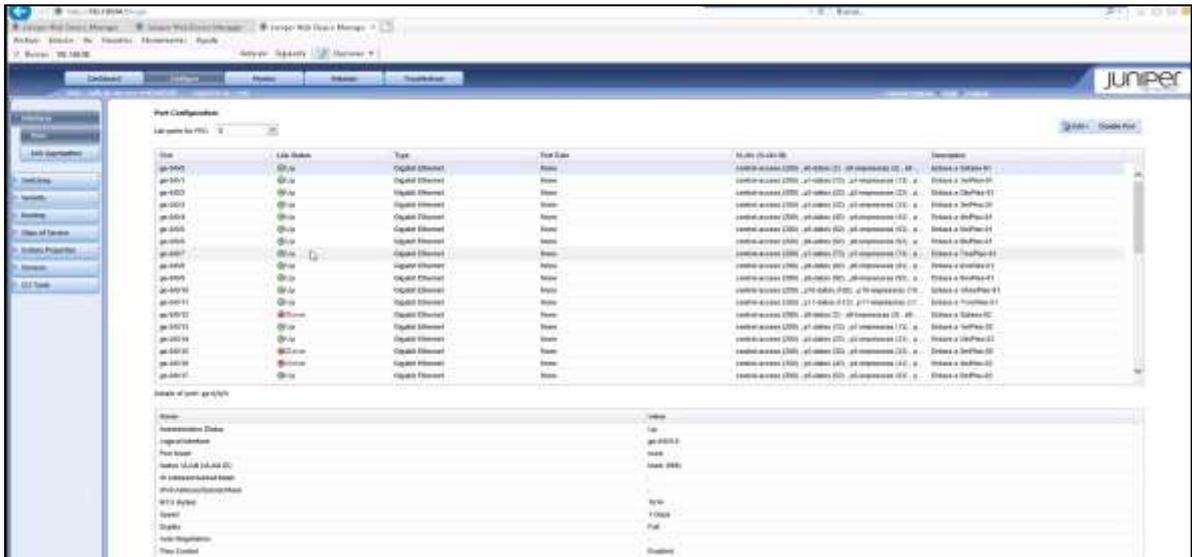


Figura 30: Configuración de puertos
Fuente: Elaboración propia

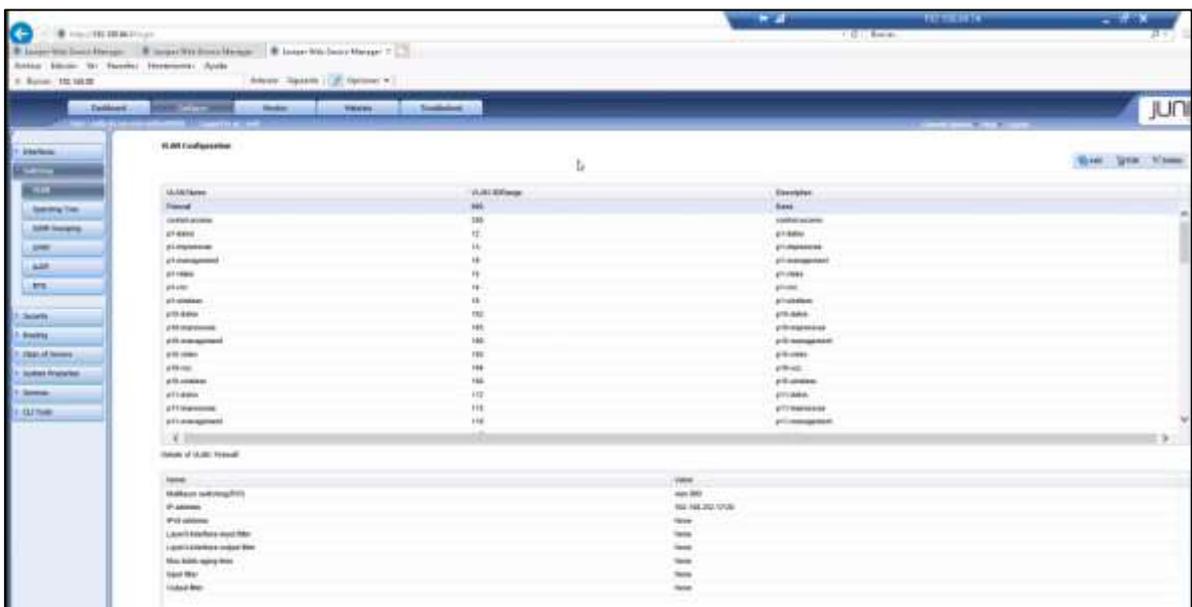


Figura 31: Configuración de VLAN's
Fuente: Elaboración propia

Equipo de la red metro mx960 de cada POP de la red Metro.

El protocolo de oficina de correo (POP) es un protocolo que se ha utilizado teniendo en cuenta el modelo OSI que permite obtener mensajes de correo electrónico que se encuentran almacenados en un servidor POP. Su uso es importante porque permite que los usuarios puedan descargar algún

correo electrónico mientras cuenten con conexión y realizar su revisión de manera posterior sin necesidad de conexión.

Interface Name	Link State	Configured	Description
xe-0/0/0	Up	Yes	Enlace-FW-CORE-N0
xe-0/0/0.0	Up	Yes	Enlace-FW-CORE-N0
xe-0/1/0	Up	Yes	Enlace-FW-CORE-N1
xe-0/1/0.0	Up	Yes	Enlace-FW-CORE-N1
xe-0/2/0	Up	Yes	Libre
xe-0/3/0	Up	Yes	Libre
ge-1/0/0	Up	Yes	Policlínico Villafot (Principal)
ge-1/0/0.0	Up	Yes	Policlínico Villafot (Principal)
ge-1/0/1	Up	Yes	Policlínico Trebol (Principal)
ge-1/0/1.0	Up	Yes	Policlínico Trebol (Principal)
ge-1/0/2	Up	Yes	Policlínico ProLima (Principal)
ge-1/0/2.0	Up	Yes	Policlínico ProLima (Principal)
ge-1/0/3	Up	Yes	Municipalidad Los Olivos (Principal)
ge-1/0/3.0	Up	Yes	Municipalidad Los Olivos (Principal)
ge-1/0/4	Up	Yes	Hospital Municipal (Principal)
ge-1/0/4.0	Up	Yes	Hospital Municipal (Principal)
ge-1/0/5	Up	Yes	Palacio de la Juventud
ge-1/0/5.0	Up	Yes	Palacio de la Juventud
ge-1/0/6	Up	Yes	Sub-Gerencia Seguridad Ciudadana
ge-1/0/6.0	Up	Yes	Sub-Gerencia Seguridad Ciudadana
ge-1/0/7	Up	Yes	DEMUNA
ge-1/0/7.0	Up	Yes	DEMUNA
ge-1/0/8	Up	Yes	Vaso de Leche
ge-1/0/8.0	Up	Yes	Vaso de Leche
ge-1/0/9	Up	Yes	SERCOM
ge-1/0/9.0	Up	Yes	SERCOM
ge-1/1/0	Up	Yes	Piscina Cesar Vallejo
ge-1/1/0.0	Up	Yes	Piscina Cesar Vallejo
ge-1/1/1	Up	Yes	Instituto Manuel Arevalo
ge-1/1/1.0	Up	Yes	Instituto Manuel Arevalo
ge-1/1/2	Up	Yes	Interface de Prueba
ge-1/1/2.0	Up	Yes	Interface de Prueba
ge-1/1/3	Up	Yes	Interface de Prueba02
ge-1/1/3.0	Up	Yes	Interface De Prueba03
ge-1/1/4	Up	Yes	prueba
ge-1/1/4.0	Up	Yes	prueba
ge-1/1/5	Up	No	Gigabit Ethernet Interface 'ge-1/1/5'
ge-1/1/6	Up	No	Gigabit Ethernet Interface 'ge-1/1/6'
ge-1/1/7	Up	Yes	...

Figura 32: Equipo de la red metro mx960 de cada POP de la red Metro.

Fuente: Elaboración propia

Además, se realizó la configuración OSPF, el cual es un protocolo que nos permitirá realizar direccionamientos que se basan en el algoritmo Dijkstra, el cual permite determinar cuál es la vía más corta entre cada uno de los nodos. Además, cuenta con un nivel de seguridad adecuado el que permite autenticar los puntos de la red antes de establecer las rutas y aceptar los avisos de enlace-estado.

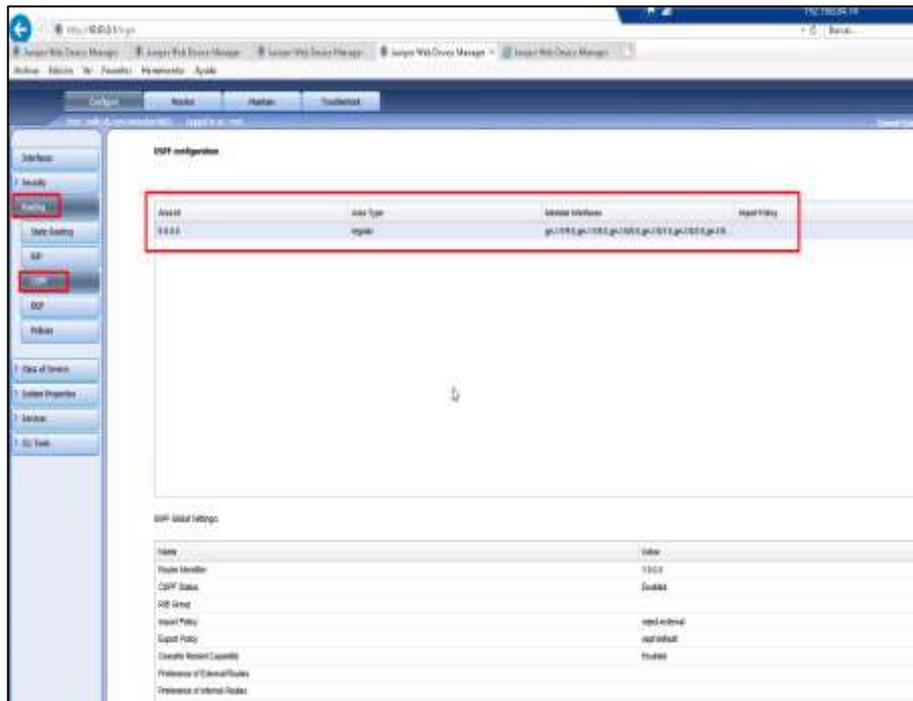


Figura 33: Configuración OSPF

Fuente: Elaboración propia

Firewall – Router Muni

El firewall es un cortafuego, el cual se ha implementado con la finalidad de realizar bloqueos hacia accesos no autorizados y permitir solo el acceso hacia comunicaciones autorizadas.

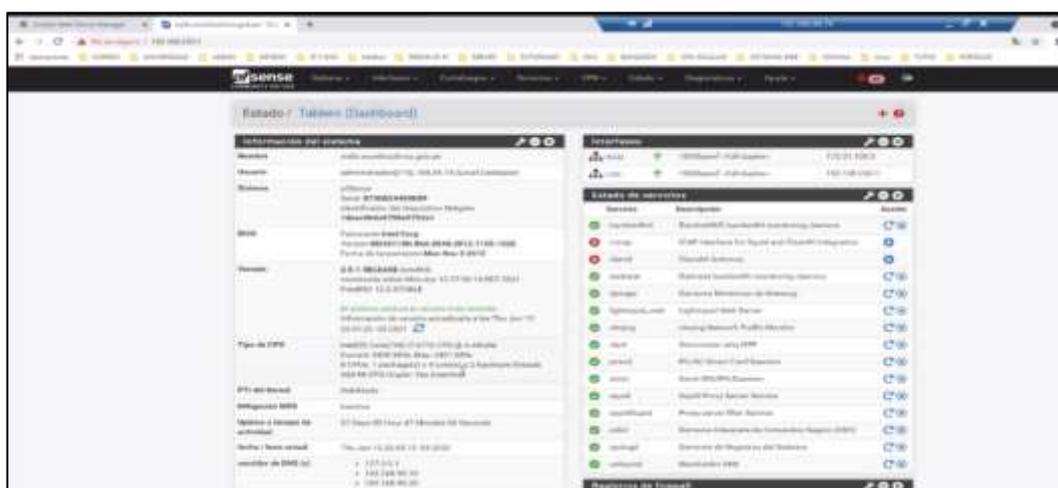


Figura 34: Firewall del Router de la municipalidad

Fuente: Elaboración propia

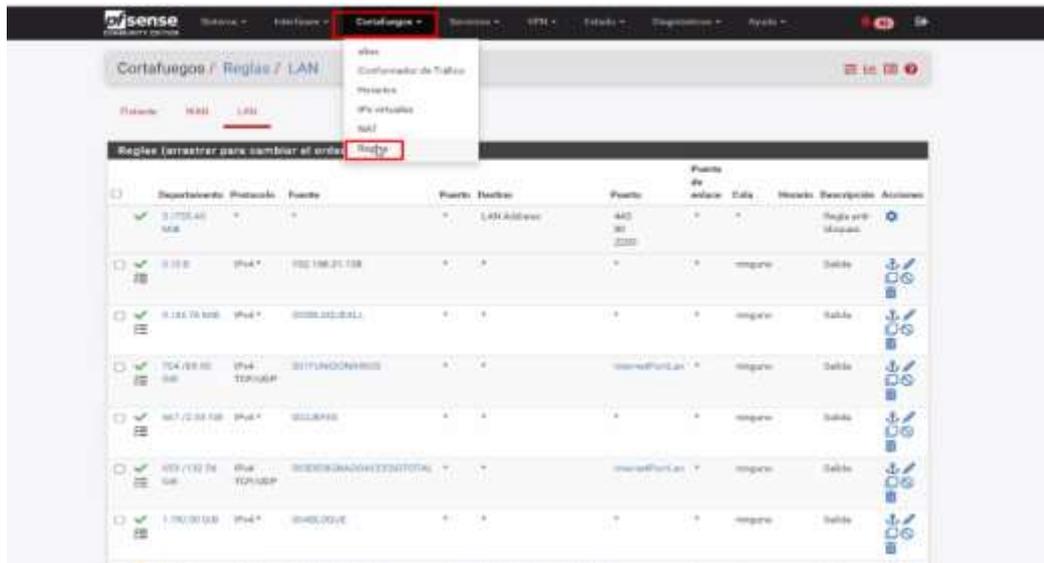


Figura 35: Reglas del firewall para las WAN y LAN
 Fuente: Elaboración propia

Tráfico actual de LAN y WAN

Uno de los puntos para determinar la calidad del servicio por parte de la red Metro Ethernet es el tráfico de datos. Los dispositivos en una red LAN usualmente se encuentran cercanos, en tanto que, una red WAN estos se encuentran en distintas áreas geográficos, lo cual genera que posea una mayor susceptibilidad para ser afectado. Para esto se ha realizado un testeo del tráfico de datos, tal como se muestra a continuación:

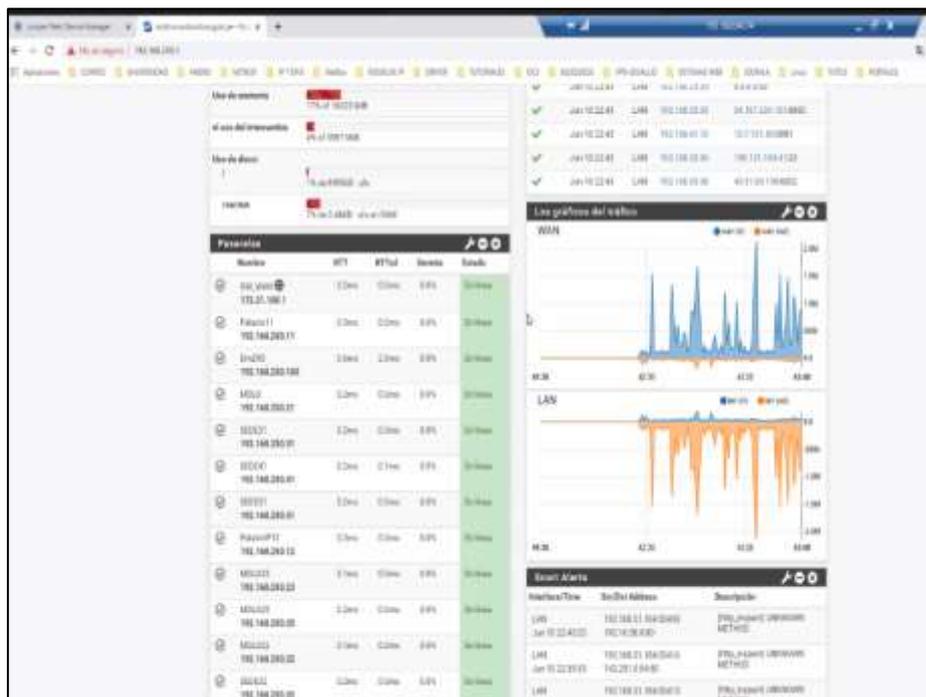


Figura 36: Tráfico actual de LAN y WAN
 Fuente: Elaboración propia

Política del ACL para bloqueo

Una política ACL consiste en establecer instrucciones que permitan realizar el control del router respecto al paso o bloqueo de los paquetes IP de datos. Además, nos permite limitar el nivel del tráfico de la red logrando de esta manera incrementar su rendimiento. Asimismo, permite establecer el filtro del tráfico de datos de acuerdo al tipo del mismo. Por tanto, con el establecimiento de la política ACL en la implementación de nuestra red lo que se pretende es proporcionar una protección hacia los recursos en el dominio.

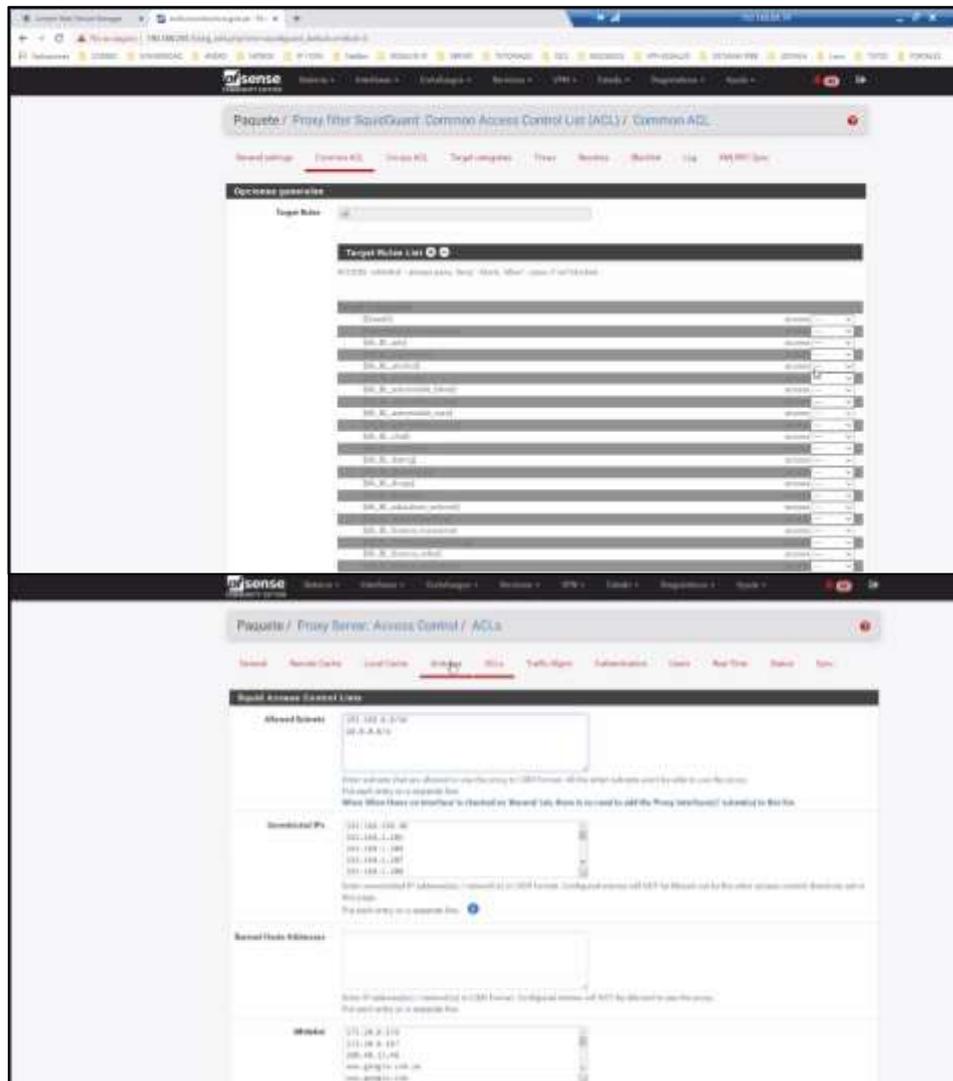


Figura 37: Configuración ACL para bloqueo
Fuente: Elaboración propia

Sistema de detección de intrusos (IDS)

En la implementación de la red se ha tenido en cuenta el sistema de detección de intrusos, con la finalidad de detectar aquellos accesos que no son autorizados a nuestra red.

A continuación, se muestra cómo funciona el sistema IDS, el cual nos permite identificar la IP que ha tratado de acceder y la descripción de la acción que ha realizado.

The screenshot displays the pfSense Community Edition interface for the Snort Alerts section. The top navigation bar includes 'Sistema', 'Interfases', 'Cortafuegos', 'Servicios', 'VPN', 'Estado', 'Diagnósticos', and 'Ayuda'. The main content area shows the 'Alerts' tab selected, with a 'Sync' button. Below this is the 'Alert Log View Settings' section, which includes a dropdown for 'Interface to Inspect' (set to WAN (em0)), an 'Auto-refresh view' checkbox, and a text input for 'Alert lines to display' (set to 1000). There are also 'Descargar' and 'Clear' buttons for the alert log actions. The 'Alert Log View Filter' section is currently empty. The main part of the interface is a table titled '654 Entries in Active Log' with the following columns: Fecha, Acción, Pri, Proto, Class, IP de origen, SPort, IP de destino, DPort, SID:SID, and Descripción. The table contains several entries, with one entry highlighted by a red box and a tooltip that reads 'Add this alert to the Suppress List and track by src IP'. The highlighted entry is: 2021-06-10 22:16:15, Priority 2, UDP, Potentially Bad Traffic, IP de origen 164.140.18.18, SPort 140:18, IP de destino 172.31.100.3, DPort 120:3, SID:SID 140:18, and Descripción (spp_sip) Content length mismatch.

Fecha	Acción	Pri	Proto	Class	IP de origen	SPort	IP de destino	DPort	SID:SID	Descripción
2021-06-10 22:48:25	⚠	3	TCP	Unknown Traffic	104.18.11.207	80	172.31.100.3	65446	120:3	(http_inspect) NO CONTENT-LENGTH OR TRANSFER-ENCODING IN HTTP RESPONSE
2021-06-10 22:16:15	⚠	2	UDP	Potentially Bad Traffic	164.140.18.18	140:18	172.31.100.3	140:18	140:18	(spp_sip) Content length mismatch
2021-06-10 22:08:23	⚠	3	TCP	Unknown Traffic	200.60.136.40	80	172.31.100.3	13641	120:3	(http_inspect) NO CONTENT-LENGTH OR TRANSFER-ENCODING IN HTTP RESPONSE
2021-06-10 22:02:47	⚠	3	TCP	Unknown Traffic	195.181.163.194	80	172.31.100.3	9162	120:3	(http_inspect) NO CONTENT-LENGTH OR TRANSFER-ENCODING IN HTTP RESPONSE
2021-06-10 21:45:40	⚠	3	TCP	Unknown Traffic	200.60.136.34	80	172.31.100.3	51574	120:3	(http_inspect) NO CONTENT-LENGTH OR TRANSFER-ENCODING IN HTTP RESPONSE
2021-06-10 21:45:04	⚠	3	TCP	Unknown Traffic	172.31.100.23	1414	172.217.192.94	443	120:3	(http_inspect) NO CONTENT-LENGTH OR TRANSFER-ENCODING IN HTTP RESPONSE

Figura 38: Sistema de detección de intrusos.

Fuente: Elaboración propia

Medición del tráfico de la red recién implementada

Para monitorear el tráfico de la nueva red Metro Ethernet implementada se hizo uso del software NTOPNG, esto nos permitirá determinar el nivel del tráfico por nuestras aplicaciones:

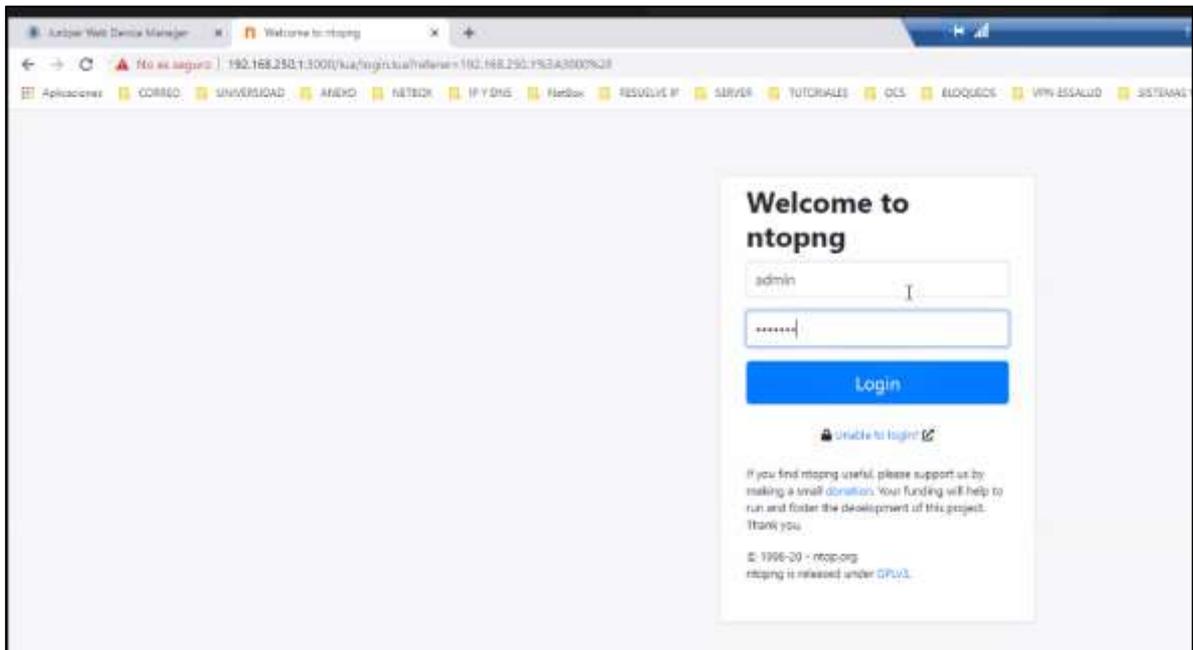


Figura 39: Acceso a NTOPNG

Fuente: Elaboración propia

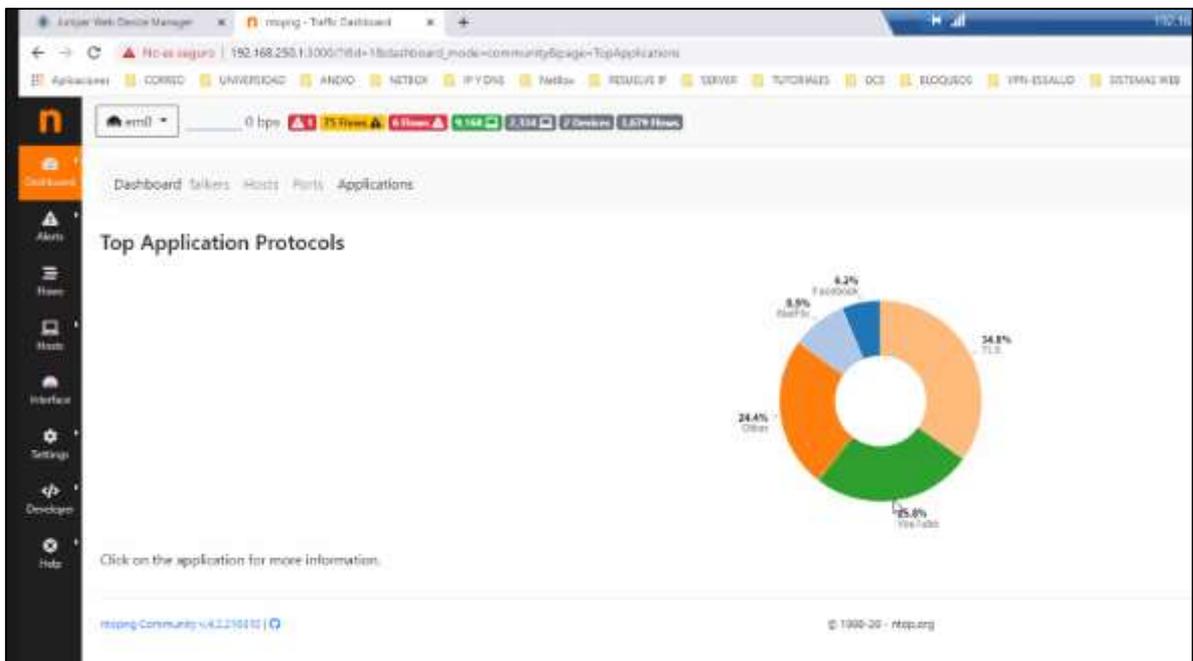


Figura 40: Porcentaje de acceso a las aplicaciones

Fuente: Elaboración propia

Proxy

En la implementación de la red se ha utilizado el proxy PFSENSE, el cual servirá como un intermediario de las diversas peticiones de recursos solicitadas por los distintos usuarios al servicio. Esto nos permitirá tener un manejo del acceso, puesto que podemos establecer qué usuarios pueden tener o no acceso al internet a través de las restricciones que se aplican a las direcciones IP. Además, podremos realizar un filtro del contenido, esto quiere decir que se permitirá establecer a qué sitios web específicos puede acceder el usuario.

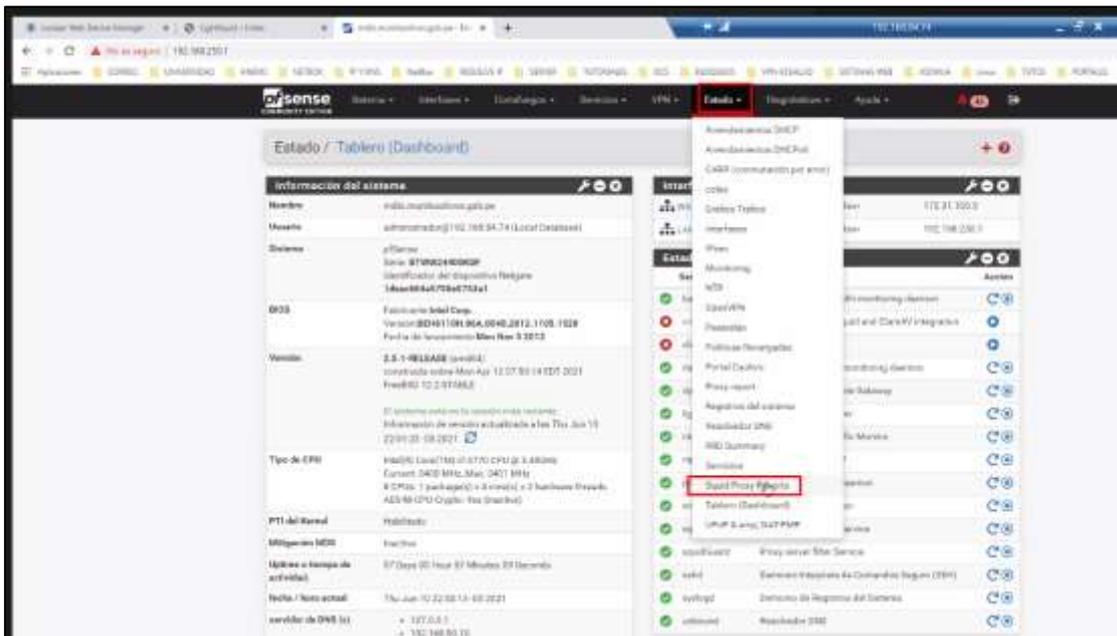


Figura 41: Reporte del proxy
Fuente: Elaboración propia

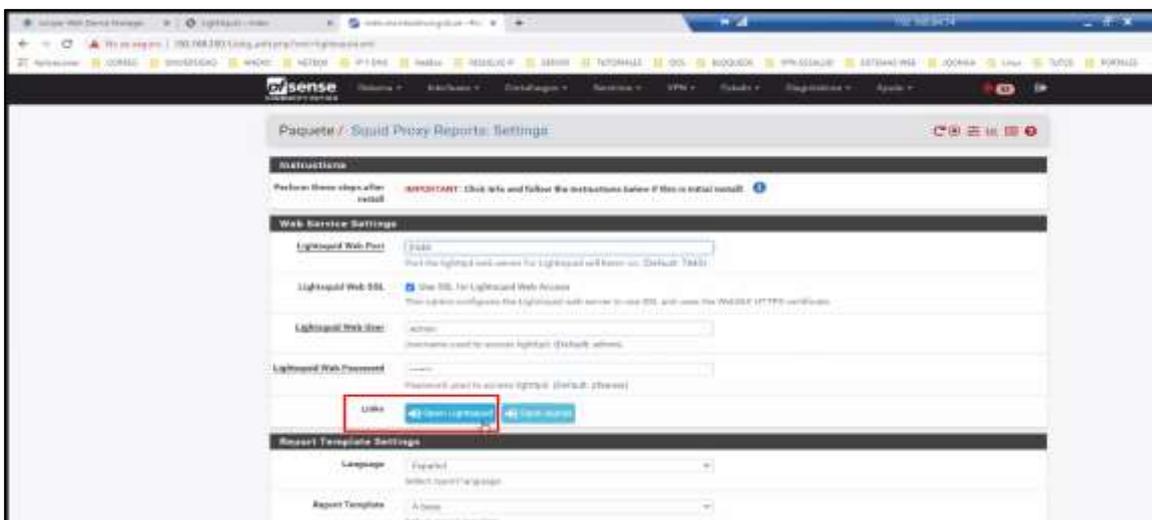


Figura 42: Acceso para informe
Fuente: Elaboración propia



Figura 43: Informe de acceso a usuarios
Fuente: Elaboración propia

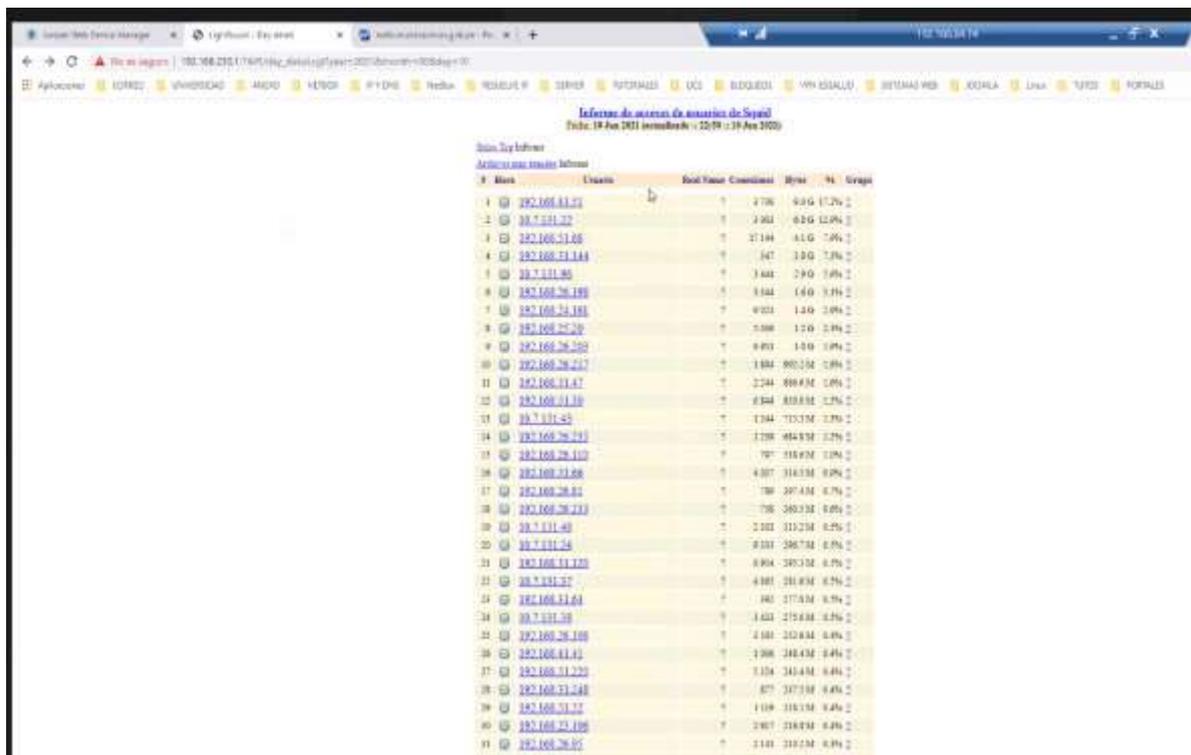


Figura 44: Informe de accesos según IP's
Fuente: Elaboración propia

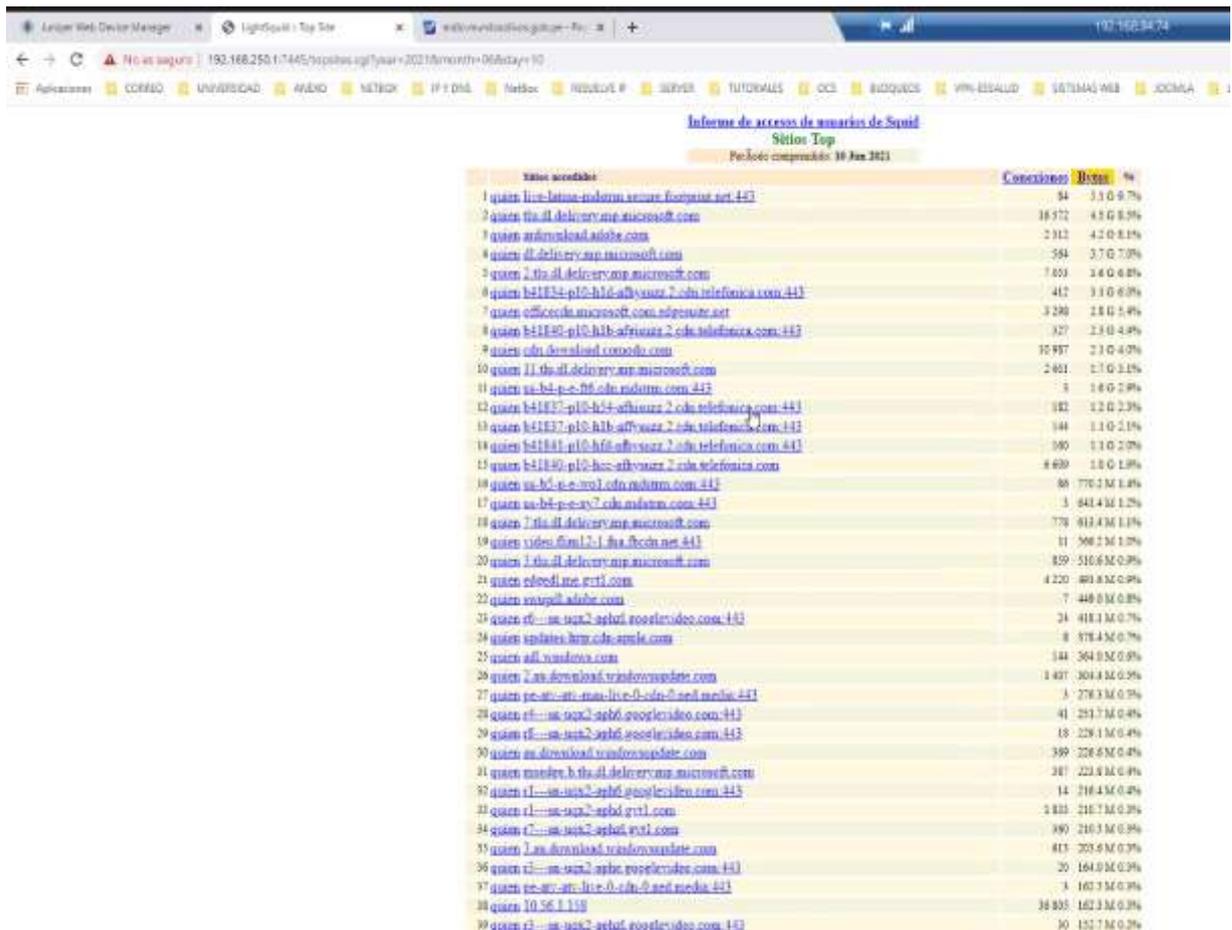


Figura 45: Informe de los sitios web a los que accedieron

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 3: Implementar el modelo de mejora según los estándares y normativas que aseguren la calidad del servicio.

Para llevar a cabo la implementación de la red se tuvo en cuenta la IEEE, la cual nos permite que la red Metro Ethernet cumpla con los estándares necesarios para proporcionar una buena calidad del servicio, tales como, la referencia de las distancias de un punto a otro, cómo debe estar realizado el cableado de la red.

Además, se realizó el uso distintos procedimientos, tales como, configuraciones NAT, implementación de protocolos POP, la configuración de los equipos y la implementación de firewall PFSENSE lo cual nos permite proporcionar una mayor seguridad y disponibilidad de nuestra red.

Objetivo específico 4: Analizar los resultados obtenidos y corroborar la calidad de servicios según los servicios ofertados.

Para poder determinar la calidad del servicio de la red Metro Ethernet implementada se realizó el estudio del tráfico de la red y la detección de los distintos tipos de tráfico que circulan en este con el objetivo de obtener información acerca de los servicios de red, para esto hicimos uso de iptraf, esta es una herramienta para la consola que permite el monitoreo del tráfico de redes en el sistema y de gran importancia para seleccionar problemas de ese tipo. Se puede ejecutar tanto en modo interactivo como en modo desatendido (batch). El proceso de comprobación del rendimiento es muy importante en la monitorización de una red, puesto que, todo administrados de red necesita conocer cuántos servidores de carga y conexiones de red es capaz de resistir en horas pico con un tráfico normal. Esto tiene por finalidad determinar el comportamiento de la red tanto en un momento específico, lo cual permitirá la toma de decisiones según el comportamiento encontrado. Para llevar a cabo la administración del rendimiento de nuestra red se han considerado 2 fases: monitoreo y análisis.

Monitoreo

El proceso de monitoreo de nuestra red, se basa en observar y recopilar la información acerca del comportamiento de la red:

a. Subida y bajada de datos

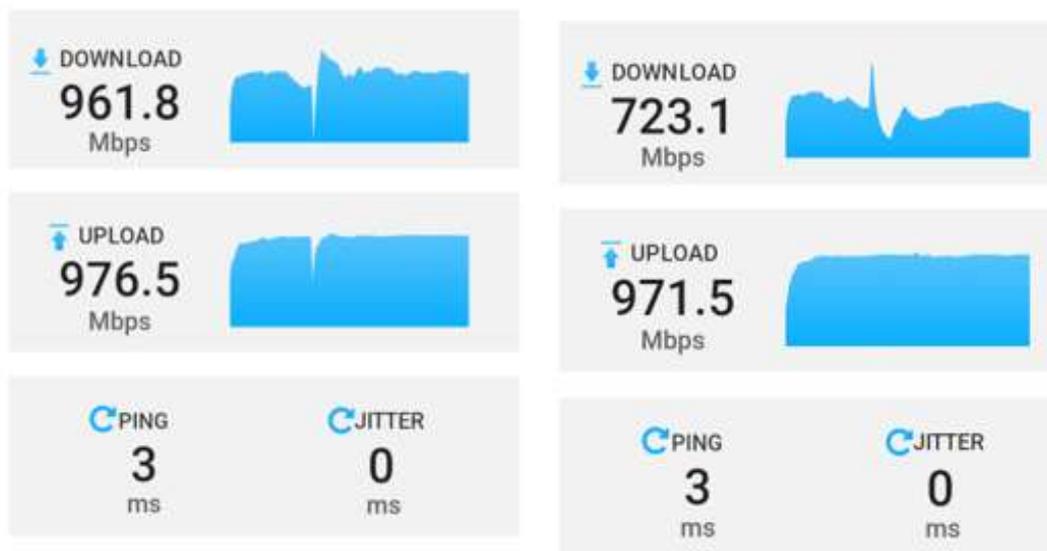


Figura 46: Test de rendimiento de la red actual
Fuente: Elaboración propia

Se observa en la información que tiene el core MX – 960 sobre los paquetes emitidos y recibidos, tal como se muestra a continuación:

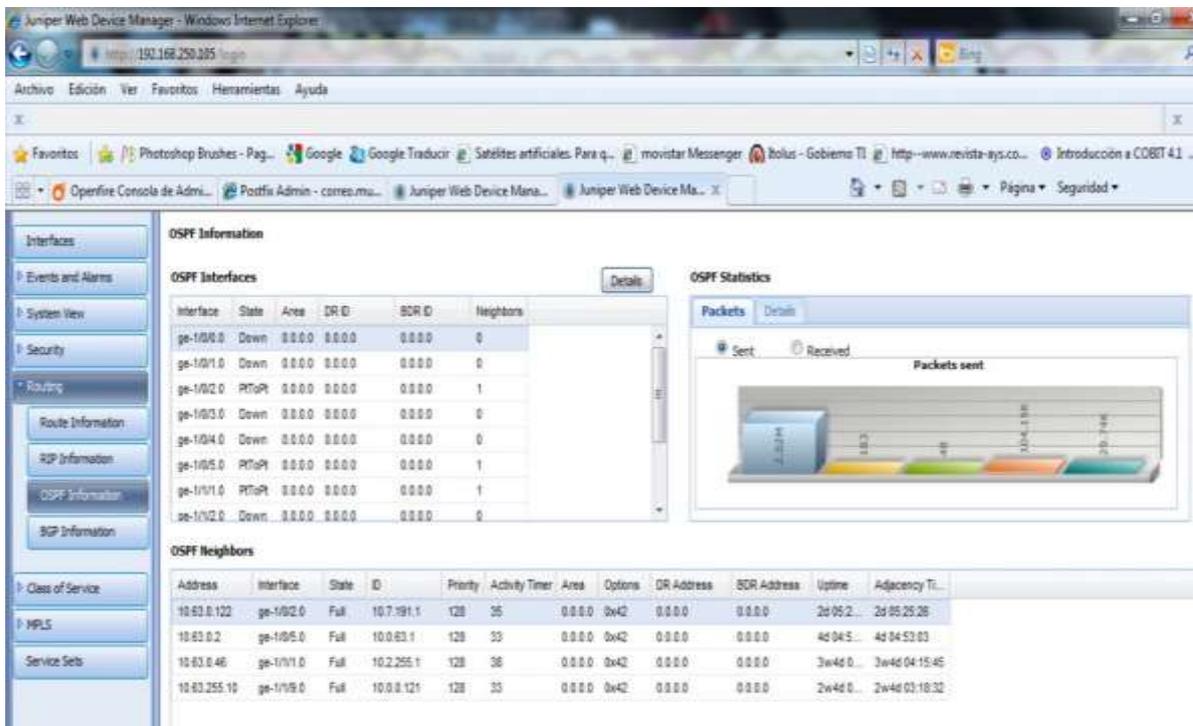


Figura 49: Información sobre el protocolo de enrutamiento OSPF
Fuente: Elaboración propia

3.4. Aporte práctico

Planeación y diseño de la red de mejora

En este proceso se cumplió los requerimientos de la red, los cuales se reflejan en el diseño a implementar, para este proceso se realizan las siguientes actividades:

a) Necesidades cuantitativas

Se establece la cantidad de nodos que se usará en la red, los IP's duplicados y la cantidad de dispositivos necesarios, tales como, 51 Switch y 46 Access Point.

b) Necesidades específicas y de índole tecnológico

- Calidad de servicio (QoS)
- Multicast
- Voz sobre IP
- Recepción de paquetes
- Seguridad
- Ancho de banda
- Alto rendimiento
- Bajo nivel de retardo
- Control de la congestión
- Buen rendimiento en una red extensa con varias conexiones.
- Baja redundancia de bits por cabecera.
- Baja redundancia de procesamiento por paquete dentro de la red y en el sistema final.
- La variación de la cantidad de latencia entre paquetes de datos (jitter).

c) Topología de la red METRO

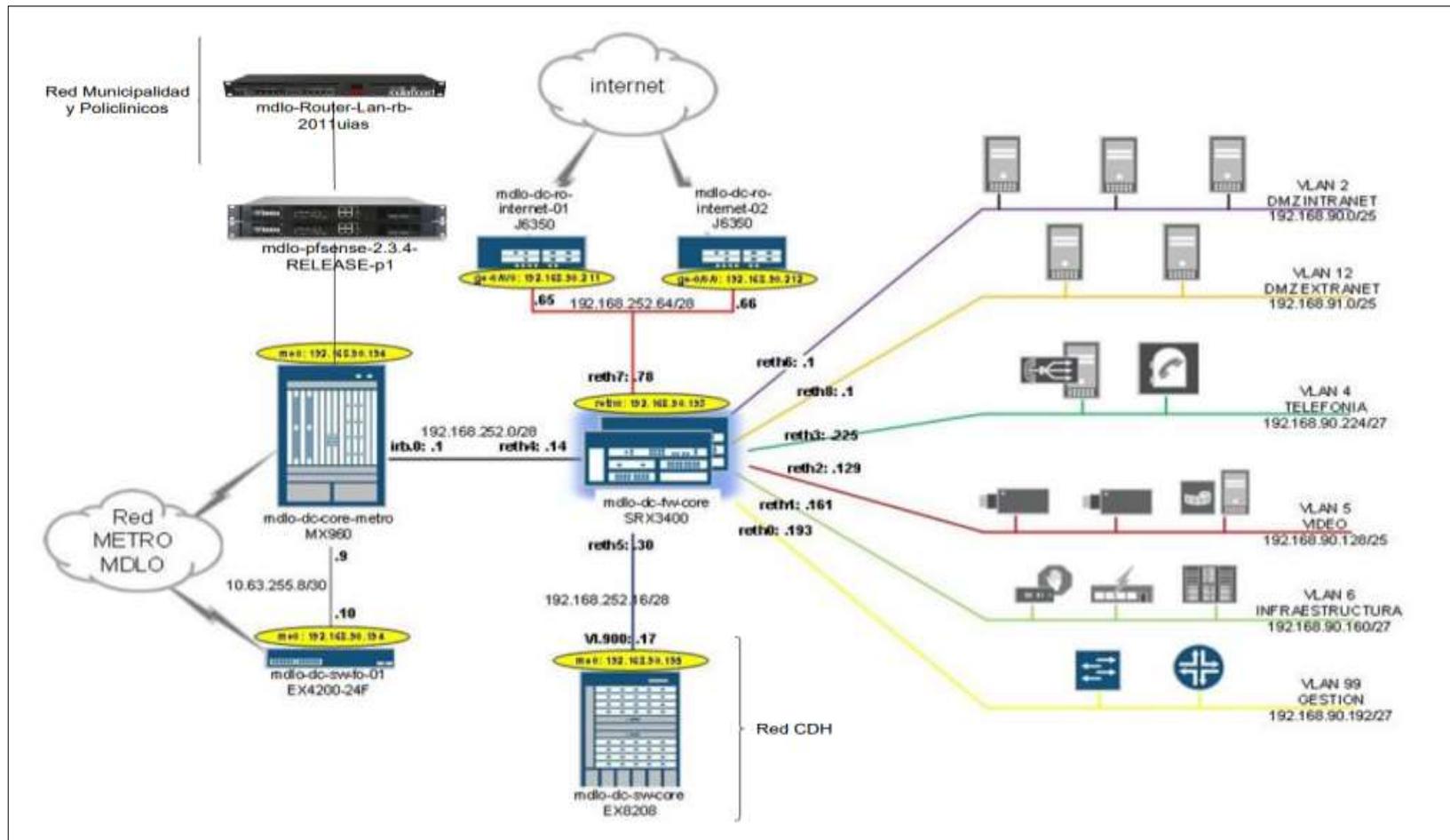


Figura 50: Topología de la red METRO
Fuente: Elaboración propia

d) Diagrama Físico de la RED METRO



Figura 511: Diagrama Físico de la RED METRO

Fuente: Elaboración propia

Table 22: Descripción de los POP's

HMLO (Hospital Municipal los olivos)	POP -01	MDLO (Municipalidad Distrital de los olivos)	POP -02
CIELO (Centro de Innovación y Emprendimiento de Los Olivos)	POP -03	POLICLINICO TREBOL	POP -04
POLICLINICO VILLASOL	POP -05	POLICLINICO PRO-LIMA	POP -06
DEMUNA MDLO	POP -07	VASO DE LECHE MDLO	POP -08

Fuente: Elaboración propia

e) Diagrama de Red Lógica Capa 2

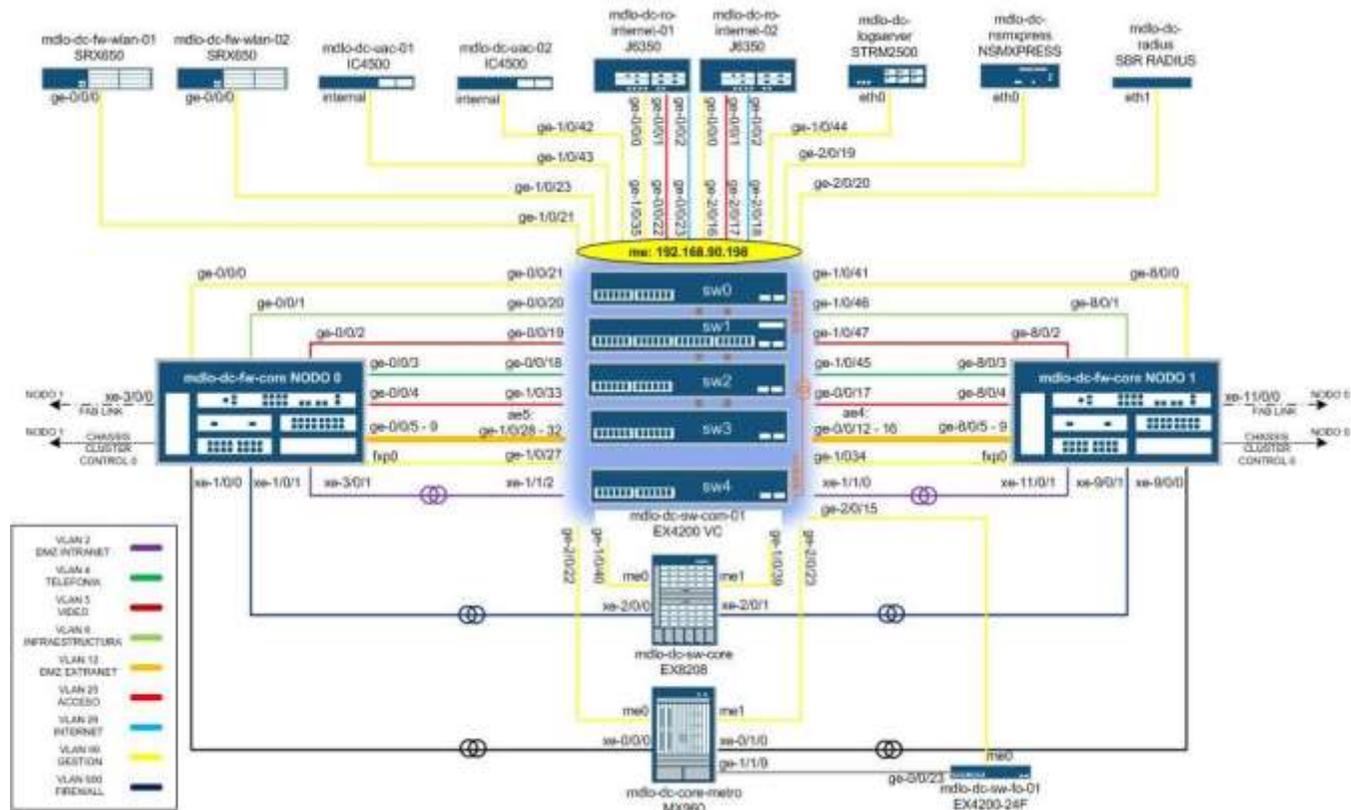


Figura 522: Diagrama de Red Lógica Capa 2
Fuente: Elaboración propia

a) Equipos utilizados en la infraestructura de red

En base al expediente realizado por la Municipalidad Distrital de los Olivos, y de acuerdo a las necesidades, la infraestructura seleccionada es la propuesta presentada de IBM con su distribución Juniper que consta de:

- 2 Routers J6350
- 1 Switch capa 3
- 1 Media Convert monomodo
- 1 Firewall
- 7 Access Point
- 6 Switch capa 2
- Fibra óptica monomodo
- Cable UTP RJ45

Asimismo, se ha tenido en cuenta la selección adecuada de los equipos para las capas de acceso, distribución y núcleo, de tal forma que cumpla con las necesidades técnicas de la red.

Table 23: Selección de equipos para las capas de acceso

ITEM	EQUIPOS	DESCRIPCIÓN
1	Switch TP-Link	Configuración por políticas de Calidad de Servicio asociando y marcando el tráfico a una determinada Clase de Servicio: por VLAN, por dirección MAC, por dirección IP origen y/o destino, por puertos TCP/UDP Configurar el Ancho de banda con garantía (mínimo) para la clase de servicio Configurar un límite de tráfico entrante en cada puerto

2	Switch JUNIPER	<p>- Los SWITCHES JUNIPER están usando VLAN Una red de área local virtual ,es un segmento lógico más pequeño dentro de una gran red física cableada.</p> <p>- VLAN basada en puertos, VLAN etiquetada o Tagged VLAN</p> <p>-VLAN: ventajas de las redes virtuales</p> <p>Flexibilidad: Si llega un nuevo participante a una LAN, el dispositivo debe estar conectado a un switch por cable. Si en una empresa un empleado cambia de equipo y, tiene que trabajar en una red diferente, tendría que cambiar de puesto de trabajo o cambiar el cableado. Con una VLAN, la configuración se realiza directamente en base a un software. El administrador dispone de la flexibilidad necesaria para asignar ese mismo ordenador a otra VLAN.</p> <p>Seguridad: Si queremos evitar que personas no autorizadas accedan a datos confidenciales, es una buena idea limitar la red a un grupo pequeño. Con una VLAN, el dominio de broadcast está limitado a unas pocas estaciones. De esta forma, la difusión o broadcast no puede llegar a personas a las que no esté dirigida la información.</p>
---	----------------	--

3	FIREWALL JUNIPER	<p>Paquetes del cortafuegos por segundo 30.000 PPS.</p> <p>Máx. de sesiones simultáneas de 8.000 a 16.000</p> <p>Permitir la generación VPN de tipo Site to Site</p> <p>NAT estático y dinámico.</p> <p>Configuración de parámetros referidos a timeout en la tabla de estados de conexiones sobre cualquier servicio TCP en forma individual y global y sobre los servicios configurados por el administrador.</p> <p>Protocolos de Aplicaciones(http, SMTP, FTP, RPC, POP3, TELNET, RSH, REXEC, RLOGIN, DNS, IMAP, FINGER, DHCP, TFTP, MIME, NNTP, BOOTP, CHARGEN, ECHO, DISCARD, RTSP, SNMP, SNMP trap v1, SYSLOG, SSH, SMB (NetBIOS), MS-RPC, VNC, IDENT, Gopher, NNTP, RUSERS, IRC, Gnutella, NTP, WHOIS, LDAP, NBNAME, SSL, NBDS, RADIUS)</p>
4	ROUTER JUNIPER	<ul style="list-style-type: none"> - NAT - ENRUTAMIENTO ESTATICO - DNAT - FIREWALL

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

Se concluye que:

- Realizado el diagnóstico situacional de la red actual respecto al tráfico de datos los resultados evidencian que cuenta con un tráfico de datos ineficiente puesto que la cantidad de paquetes enviados no son igual a los paquetes recibidos, indicando 1,13, 1.15, 1,32, 1.25, 1.18, 1.31 sino que estos se ven disminuidos, por tanto, podemos concluir que no existe una buena calidad de servicio en la red. Respecto al porcentaje de envíos fallidos se concluye que del total de paquetes enviados el 100%, el 11,7% de datos emitidos no han llegado de manera exitosa, lo cual genera que no exista una buena comunicación, respecto al porcentaje de envíos exitosos se concluye que del total de paquetes enviados el 100%, solo el 88,3% ha llegado al destino de forma satisfactoria lo cual nos indica que la red cuenta con problemas en la transmisión de los datos y respecto al tiempo de llegada de paquetes
- Se concluye expresando que la red Metro Ethernet implementada cumple con una alta disponibilidad, porque los equipos utilizados son altamente confiables con tecnología de alta disponibilidad utilizando mecanismos de protección del servicio en su totalidad. Gracias a su alta capacidad de recuperación y escalabilidad se realizó el traspaso de la red anterior sin inconvenientes. Esto nos permite asegurar la Calidad de servicio gracias a la implementación de VLANs, las cuales permite asegurar que el tráfico más sensible al retardo no sea afectado por alguna característica propia de la red.
- La satisfacción de la calidad de servicio en la implementación de mejora de la red Metro Ethernet está representada por el 88% de la muestra tomada, la cual indica que sus trabajadores consideran que el servicio ofrecido es de buena calidad y que solo un 12% considera aún que se debe mejorar la calidad para poder ofrecer un mejor servicio a la comunidad.
- De acuerdo a la comparación de los envíos fallidos que se han obtenido tanto en la red actual como en la red metro Ethernet, de esto podemos concluir

que la red Metro Ethernet permite una mejor comunicación de los usuarios con la red puesto que no tiene pérdida de paquetes al momento de realizar la interacción con la red (Tabla 5).

4.2.Recomendaciones.

- A pesar de que la calidad del servicio de la red Metro Ethernet implementada refleja buenos resultados respecto a la conexión de internet, también se le debe explicar al personal respecto al uso de los recursos que este proporciona de manera oportuna de forma que se aprovechado.
- Para implementar la calidad de servicio en la red con una gran cantidad de equipos y usuarios es necesario realizar un análisis exhaustivo y una planificación para establecer los requerimientos de la red y en qué medida puede esto dar garantía de un mejor servicio, además, es necesario saber cómo gestionar los recursos de la red.
- También se recomienda establecer un cronograma para un constante monitoreo de la red el cual permita mejorar la calidad del servicio, así como, establecer la evaluación de la infraestructura cada cierto tiempo que permita verificar que las necesidades se hayan cubierto o si estas se han incrementado.

REFERENCIAS.

Abdellaoui Et al. Diseño, implementación y evaluación de una red de acceso Fiber To The Home (FTTH) basada en una Red Óptica Pasiva Giga GPON (.
<https://doi.org/10.1016/j.array.2021.100058>

Alibaba Clouder. (2018). "Comprender cómo las ondas milimétricas impulsan el 5G La red"; disponible en
https://www.alibabacloud.com/blog/understanding-how-millimeter-waves-power-the-5g-network_593839

Caro A (2021). *Evaluación e implementación en tiempo real de sistemas y aplicaciones de comunicaciones inalámbricas en sistemas de transporte* ". Universidad de la Coruña.

Chan Et al (2021) "Evaluación del valor de las nuevas líneas de metro utilizando medidas de diversidad de rutas: el caso del sistema ferroviario de tránsito masivo de Hong Kong". *Journal of Transport Geography*. Volume 91, February 2021, 102945.
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102945>

CLANAR INTERNACIONAL (2006) *Redes inalámbricas*. Arequipa-Perú

Chauca Chicaiza, José Luis (2016). "*Implementación de una calidad de servicio en redes inalámbricas de un área local, para la optimización del servicio de telefonía IP en Smart Phones con cliente SIP*". Pág:151.
Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11291>

Daheo, Jungwood y Shangwon. (2015). *Gestión de redes en la era de la convergencia: centrarse en la evaluación de la calidad basada en aplicaciones del servicio de acceso a Internet*. Volumen 39, Número 8, páginas 705-716- Sopena

Dawit Hadush H.; Gebrehiwet Gebrekrstos L.; Berihu G. & Samrawit H. (2020).
Esquemas de mejora de la calidad de servicio (QoS) en redes ópticas.
Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03772>

Fathollah Bistouni, Mohsen Jahanshahi. (2019). *Selección de enlace de protección de anillo consciente de la confiabilidad en redes de malla de anillo Ethernet*, Volumen 191. Recuperado de:
<https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106575>.

Gómez et al. (2015) “Laboratorio virtual para el estudio de QoS en redes de próxima generación con acceso Metro Ethernet”. *Transacciones IEEE sobre educación* (Volume: 59, Issue: 3, Aug. 2016) p. 187 – 193 .
DOI: 10.1109/TE.2015.2498120

Guevara Julca J. (2002) . *Sistemas de comunicaciones orientadas a la descentralización de las entidades públicas del país*, Tesis de grado. UNMSM. Lima.
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3277/Guevara_jj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hawkins, Jhon (2016). “Ethernet. vs. Carrier Ethernet: La nueva party line de redes”; disponible en https://www.ciena.com.mx/insights/articles/Ethernet-vs-Carrier-Ethernet-The-New-Network-Party-Line-es_LA.html

Javier et al. (2018) “Evaluación de la calidad del servicio mediante técnicas de aprendizaje automático para el protocolo NETCONF”. Published in: 2018 Congreso Argentino de Ciencias de la Informática y Desarrollos de Investigación (CACIDI). Date of Conference: 28-30 Nov. 2018. DOI: 10.1109/CACIDI.2018.8584342

Jochen et al. () *IEEE Communications Surveys & Tutorials* (Volume: 20, Issue: 1, Firstquarter 2018) “Unicast QoS Routing Algorithms for SDN: A

Comprehensive Survey and Performance Evaluation”. Date of Publication: 07 September 2017 . p. 388 – 415 - DOI: 10.1109/COMST.2017.2749760

Laime, D, (2015). *Diseño de una red Metro Ethernet IP/MPLS para la provincia de Lima y Callao*. (Tesis de grado) Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. Perú. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3575>

Mahmoud Abbasi, Amin Shahraki, Md. Jalil Piran, Amir Taherkordi (2021). Aprendizaje de refuerzo profundo para el aprovisionamiento de QoS en la capa MAC: una encuesta. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2021.104234>

Mangol et al. (2019) “LAN inalámbrica para calidad de servicio ”. ComNets RWTH Aachen Univ. de tecnología” P. 5 . https://3g4g.co.uk/Other/WiLan/802_11e/02-EW.pdf

Martinez et al. (2020) “Un enfoque holístico novedoso para la evaluación del desempeño en Internet de las cosas”. First published: 02 August 2020. <https://doi.org/10.1002/dac.4454>

Midoglu, Kousias, Alay, Lutu y Riegler (2016) “Experimentación de pruebas de velocidad” a gran escala en redes de banda ancha móvil”. Computer Networks. Volume 184, 15 January 2021, 107629. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107629>

Murizah Kassim (2015) “Análisis de rendimiento del acuerdo de nivel de servicio sobre la calidad de servicio UPE-METRO Ethernet”. ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences. VOL. 10, NO. 2, FEBRUARY 2015. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7332255/authors#authors>

Pan et al. (2021) “Evaluación experimental de la red informática óptica automática Metro Edge para aplicaciones más allá de 5G y composición de servicios de red”. Journal of Lightwave Technology Vol. 39, Issue 10,

pp. 3004-3010 (2021).
<https://www.osapublishing.org/jlt/abstract.cfm?uri=jlt-39-10-3004>

Phillips, Fernández, Cañada y Ulrich. (2019). *Análisis sistemático de la calidad de servicio de IoT de banda estrecha. Narrowband-IoT (NB-IoT)*. .
Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/6/1636/htm>

Philippe Baecke, Lorenzo Bocca (2017). *El valor de los datos telemáticos de vehículos en los procesos de selección de riesgos de seguros, Sistemas de Soporte a la Decisión*, Volumen 98, Pag.: 69-79,
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2017.04.009>.

Qayyum et al. (2020) " *Análisis del rendimiento de la calidad del servicio de voz sobre IP en redes MPLS convergentes*" 2020 International Youth Conference on Radio Electronics, Conferencia 12-14 March 2020.
Conference Location: Moscow, Russia.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9059167/metrics#metrics>.

Ramos, E. (2019). *Modelo de red con tecnología MPLS para la mejora de la calidad de servicios en la red Wan de la Universidad Nacional de Huancavelica*: (Tesis de pre grado) Universidad de ciencias y Humanidades. Lima. Perú. Disponible en:
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3002>

Rihab Maaloul (2018) " *Energy-Aware Routing in Carrier Grade Ethernet Networks*".
Université de Sfax - University of Sfax. p. 3 - 6
<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01965278/>

Sánchez, E. (2019) " *evaluación de la capacidad de las líneas de comunicación aplicando la teoría de la información de Shannon en la red de datos de la universidad de Lambayeque*". (Tesis de grado) Universidad de Lambayeque. Perú

Savadi M. Rodriguez S., Vegas J, Tafur L. (2018). *Evaluación de latencia y tasa de error de bits para radio a través de Ethernet en redes de fibra óptica de front-haul*. Conmutación óptica y redes. Volumen 27, Pag. 88-92. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.osn.2017.09.002>.

Solozabal, Ruben Fajardo, Jose Oscar Blanco, Bego Liberal, Fidel (2017).; “Sistema de gestión orientado a la calidad de servicio (QoS) en la RAN habilitada para la nube 5G”. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4995/JITEL2017.2017.6587>

Takanori Kudo, Tomotaka Kimura, Yutaka Fukuchi, Kouji Hirata (2021). “Método de asignación de espectro y enrutamiento estático para el diseño de redes ópticas elásticas de baja potencia con entornos multifibra, conmutación óptica y redes”. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.osn.2021.100604>.

Vivek Chauhan, Akshay Gupta, Manoranjan Parida (2021), Desmitificando la calidad del servicio de Multimodal Transportation Hub (MMTH) a través de la medición de la satisfacción de los usuarios con el transporte público; Pag.: 47-60, Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.01.004>.

Yaya García, Luis Gabriel (2015). Metro Ethernet; disponible en https://www.academia.edu/20193796/Generalidades_Metro_Ethernet

Zhang et al. (2019) “Un estudio de accesibilidad configuracional de la red de carreteras y metro en Shanghai, China”. GeoJournal Library

Zhao Et al (2021) “Comparación cuantitativa del rendimiento de varios modeladores de tráfico en redes sensibles al tiempo”. *arXiv: 2103.13424*

ANEXOS.

Anexo 1.

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO RESOLUCIÓN N°0136-2021/FIAU-USS

Pimentel, 11 de marzo de 2021

VISTO:

El Acta de reunión N° 0903-2021, remitido mediante oficio N°0064-2021/FIAU-IS-USS de fecha 11 de marzo de 2021 del Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS, para la ejecución de la Tesis: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA CALIDAD DE SERVICIO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA EN UNA RED METRO ETHERNET DE UNA MUNICIPALIDAD DISTRITAL PERUANA", presentado por FRANCO RODRIGUEZ ANTHONY WALTER, del Programa de estudios de INGENIERÍA DE SISTEMAS, y;

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con la Ley Universitaria N° 30220 en su artículo 48° que a letra dice: "La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas.";

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 21° señala: "Los temas de trabajo de investigación, trabajo académico y tesis son aprobados por el Comité de Investigación y derivados a la facultad o Escuela de Posgrado, según corresponda, para la emisión de la resolución respectiva. El periodo de vigencia de los mismos será de dos años, a partir de su aprobación. En caso un tema perdiera vigencia, el Comité de Investigación evaluará la ampliación de la misma.

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 24° señala: La tesis es un estudio que debe denotar rigurosidad metodológica, originalidad, relevancia social, utilidad teórica y/o práctica en el ámbito de la escuela profesional. Para el grado de doctor se requiere una tesis de máxima rigurosidad académica y de carácter original. Es individual para la obtención de un grado; es individual o en pares para obtener un título profesional. Asimismo, en su artículo 25° señala: "El tema debe responder a alguna de las líneas de investigación institucionales de la USS S.A.C."

Que, acorde a documento de vistos, el Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS, se indica entre los acuerdos de la aprobación del tema de Tesis: "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA CALIDAD DE SERVICIO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA EN UNA RED METRO ETHERNET DE UNA MUNICIPALIDAD DISTRITAL PERUANA" de la línea de investigación de INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE, a cargo de FRANCO RODRIGUEZ ANTHONY WALTER en condición de estudiante, del Programa de estudios de INGENIERÍA DE SISTEMAS.

Estando a lo expuesto, y en uso de las atribuciones conferidas y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: APROBAR, el tema de Tesis "EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA CALIDAD DE SERVICIO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA EN UNA RED METRO ETHERNET DE UNA MUNICIPALIDAD DISTRITAL PERUANA", perteneciente a la línea de investigación de INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE, a cargo de FRANCO RODRIGUEZ ANTHONY WALTER, del Programa de estudios de INGENIERÍA DE SISTEMAS.

ARTÍCULO 2°: ESTABLECER, que la inscripción del Tema de la Tesis se realice a partir de emitida la presente resolución y tendrá una vigencia de dos (02) años.

ARTÍCULO 3°: DEJAR SIN EFECTO, toda Resolución emitida por la Facultad que se oponga a la presente Resolución.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Dr. Mario Fernando Ramos Moscol
Decano - Facultad de Ingeniería,
Arquitectura y Urbanismo
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.



MBA. María Noelia Stales Rivera
Secretaría Académica / Facultad de Ingeniería,
Arquitectura y Urbanismo
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

Cc: Interesado, Archivo

Anexo 2.

INSTRUMENTO

Cuestionario

PRESENTACIÓN

El siguiente instrumento forma parte del proceso de investigación, por lo cual se solicita su participación, realizando el llenado de cada una de las preguntas de manera objetiva y veraz. La información proporcionada es de carácter confidencial y reservado, y los resultados solo serán utilizados con fines académicos y de investigación científica

INSTRUCCIONES:

A continuación, se le presenta una lista de preguntas, agrupadas por dimensión, que se solicita se responda, marcando una sola alternativa con un aspa (“X”) en el recuadro correspondiente (SI o NO) según considere su alternativa, de acuerdo al siguiente ejemplo:

N°	PREGUNTA	SI	NO
01	¿Está satisfecho con la forma en que el actual sistema satisface los requerimientos funcionales?		
02	¿Puede realizar comparticiones de archivos con otro computador en la red de la institución? Sin usar USB, ni otro medio		
03	¿Existe internet inalámbrico en su área de trabajo?		
04	¿Existen impresoras disponibles en red para imprimir tus archivos?		
05	¿Se encuentra en buen estado las instalaciones del cableado en la institución?		
06	¿Los cables de red de su área de trabajo están cubiertos por canaletas?		
07	¿Para tener internet es necesario darle algún movimiento al cable?		
08	¿Cuenta con acceso estable a internet en su computador?		
09	¿Ha tenido algún inconveniente con el internet de su computador?		
10	¿Se han restringido algunas páginas inseguras de la web?		
11	¿Cuenta el municipio con el servicio de internet propio?		

Anexo 3

FICHA DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA RED PROPUESTA

Criterios de calidad	Especialistas								Promedios
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Flexibilidad									
Escalabilidad									
Protección									
Costo									
Total de puntos									
Promedio x especialista									

Anexo 4

CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

YO _____ declaro que he sido informado e invitado a participar de la investigación denominada **“EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA CALIDAD DE SERVICIO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DE UNA RED METRO ETHERNET EN UNA MUNICIPALIDAD DISTRITAL PERUANA”**, siendo este un proyecto de investigación científica que cuenta con el respaldo de la Universidad Señor de Sipán. Entiendo que este estudio busca Evaluar el desempeño de la calidad de servicio en la implementación de mejora de una red metro ethernet en una municipalidad distrital peruana y sé que mi participación consiste en responder la ficha de recolección de información. Para lo cual me han explicado que será confidencial y anónima, esto significa que las respuestas no podrán ser conocida por otras personas ni tampoco ser identificada en la fase de publicación de resultados.

Estoy en conocimiento que los datos no me serán entregados y que no habrá retribución por la participación en este estudio, teniendo beneficio para la sociedad, dada la investigación, sin expresión de causa ni consecuencia negativa para mí.

Por lo cual:

Si, **ACEPTO** voluntariamente participar en este estudio.

Firma del participante. _____

Fecha: _____

Anexo 5

TOPOLOGÍA DE LA PROPUESTA (APORTE PRÁCTICO)

