



Revista de Ciencias Sociales (Ve)  
ISSN: 1315-9518  
rcs\_luz@yahoo.com  
Universidad del Zulia  
República Bolivariana de Venezuela

## Gestión del tráfico de red en la calidad de servicio “QoS” WAN en Tambopata-Perú 2021

**Ormachea Mejía, Mario Jesús; Almidón Ortiz, Carlos Alcides; Vicente Ramos, Wagner Enoc; Pacheco Moscoso, Luis Enrique**

Gestión del tráfico de red en la calidad de servicio “QoS” WAN en Tambopata-Perú 2021

Revista de Ciencias Sociales (Ve), vol. XXVIII, núm. 2, 2022

Universidad del Zulia, República Bolivariana de Venezuela

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28070565020>

## Gestión del tráfico de red en la calidad de servicio “QoS” WAN en Tambopata-Perú 2021

Network traffic management in the quality of service "QoS" WAN in Tambopata-Peru 2021

*Mario Jesús Ormachea Mejía*  
*Universidad Nacional Amazónica de Madre De Dios, Perú*  
mormachea@unamad.edu.pe

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28070565020>

*Carlos Alcides Almidón Ortiz*  
*Universidad Nacional de Huancavelica, Perú*  
carlos.almidon@unh.edu.pe

*Wagner Enoc Vicente Ramos*  
*Universidad Continental, Perú*  
wvicente@continental.edu.pe

*Luis Enrique Pacheco Moscoso,*  
*Universidad Nacional de Huancavelica, Perú*  
luis.pacheco@unh.edu.pe

Recepción: 09 Noviembre 2021

Aprobación: 26 Enero 2022

### RESUMEN:

En el mundo actual todas las actividades que realiza el ser humano están basadas en las redes de datos. La investigación tiene como objetivo, definir la influencia de un modelo de gestión de tráfico de red en la calidad de servicio “QoS” WAN prestado por la “Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Tambopata: EPS EMAPAT S.A” de Tambopata-Perú en 2021. El enfoque es cuantitativo, con diseño experimental, con una población de 120 host (terminales), un muestreo no probabilístico a 16 host. Como resultado, el modelo mejora la gestión de la tasa de transferencia de 647,25 kbps a 4.592,19 kbps, representando un incremento del 609,49%; la gestión del retardo de paquetes disminuyó de 1.405,13ms a 87,44ms, evidenciando una reducción del 93,77%; la gestión de la variación del retardo de paquetes, disminuye de 60ms a 0,49ms, representando una disminución del 99,12%; finalmente, mejora la gestión de la pérdida de paquetes, disminuyendo de 9,88 a 1,50 paquetes perdidos promedio, constituyendo una reducción del 84,82%; se realizó las pruebas estadísticas con el estadígrafo T-student debido a que los datos provenían de una distribución normal, obteniéndose en conclusión, como decisión estadística que el modelo de gestión del tráfico de red mejora el “QoS” WAN.

**PALABRAS CLAVE:** Calidad de servicio, gestión de tráfico, pérdida de paquetes, retardo, tasa de transferencia.

### ABSTRACT:

In today's world, all human activities are based on data networks. The research aims to define the influence of a network traffic management model on the quality of service "QoS" WAN provided by the "Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Tambopata: EPS EMAPAT S.A" of Tambopata-Peru in 2021. The approach is quantitative, with experimental design, with a population of 120 hosts (terminals), a non-probabilistic sampling to 16 hosts. As a result, the model improves the transfer rate management from 647.25 kbps to 4,592.19 kbps, representing an increase of 609.49%; packet delay management decreased from 1.405.13ms to 87.44ms, showing a reduction of 93.77%; packet delay variation management decreased from 60ms to 0.49ms, representing a reduction of 99.12%; finally, packet loss management improved, decreasing from 9.88 to 1.50 average lost packets, representing a reduction of 84.82%; Statistical tests were performed with the T-student statistic because the data came from a normal distribution, obtaining in conclusion, as a statistical decision, that the network traffic management model improves WAN QoS.

**KEYWORDS:** Quality of service, traffic management, packet loss, delay, throughput rate.

## INTRODUCCIÓN

En el mundo actual todas las actividades que realiza el ser humano están basadas en las redes de datos, en este contexto se utiliza ampliamente la expresión Calidad de Servicio (Quality of Service QoS), “no sólo en el ámbito de las telecomunicaciones, del cual proviene, sino también en los servicios de banda ancha, inalámbricos y multimedios, que usan IP” (Valdez et al., 2018, p.280).

El QoS, o Calidad de Servicio, según Ostec (2015), se refiere al conjunto de mecanismos que certifican el desempeño de aplicaciones críticas, garantizando el ancho de banda suficiente para su correcta operación. Por lo tanto, su definición “se basa en que los accesos no deben ser tratados de forma igualitaria, posibilitando priorizar tráficos específicos” (párr.6).

En ese sentido, de acuerdo con Segura (2012); Ostec (2015); Chauca (2016); y, Valdez et al. (2018), QoS provee alguno de los siguientes beneficios:

- a. Control de los recursos, como ancho de banda, equipos, enlaces, entre otros.
- b. Permite a los administradores gestionar mejor los recursos de *internet*, realizando un uso más eficiente de los mismos, tener conocimiento del para qué está siendo utilizada la red y poder así dar mejor servicio al tráfico más importante de acuerdo al giro del negocio.
- c. Minimiza el impacto causado por el tráfico concurrente no relacionado al trabajo.
- d. Servicios a medida, como el control y la visibilidad de QoS que provee la capacidad que el ISP (*Internet Service Provider*) pueda ofrecer servicios diferenciados a medida y requerimiento de cada cliente.
- e. Coexistencia de aplicaciones de misión crítica, para asegurar el ancho de banda y retardos mínimos que es muy importante en aplicaciones multimedia y de voz, pero al mismo tiempo permite servicio justo a otras atenciones sin interferirse entre sí, garantizando que tengan siempre los recursos necesarios para su funcionamiento.
- f. Reducción de costos, a través del uso eficiente del recurso de internet, postergando inversiones en la expansión de enlaces.

“Con QoS, el ancho de banda puede ser utilizado de manera más eficiente a través de redes LAN, WLAN y WAN” (Chauca, 2016, p.66). Así mismo, de acuerdo con el autor, QoS suministra una red mejorada y confiable al efectuar las siguientes acciones: Soportar ancho de banda dedicado para usuarios, así como aplicaciones críticas; vigilar el *jitter* y retardo (requerimiento para aplicaciones de tiempo real); controlar, al igual que minimizar la congestión en la red; conformar “*shaping*” del tráfico de la red con la finalidad de tener un flujo fluido; así como establecer prioridades al tráfico de la red.

En el Perú, según Ramos (2019) el modelo de red con tecnología MPLS mejora la calidad de servicio en la red WAN de la Universidad Nacional de Huancavelica, logrando optimizar el tráfico de datos en la infraestructura de red basándose en la Calidad de Servicio QoS, comprobando que los resultados de latencia y *jitter* con la tecnología MPLS es considerablemente mucho menor que la de tecnología IP, y en cuanto a la velocidad de transferencia con la tecnología MPLS es mayor que la tecnología IP.

Dado lo anterior, la presente investigación está enfocada hacia la solución de los problemas de conectividad que tienen las empresas en estos tiempos, esto debido a que se asume automáticamente que para conectarse a *internet* y comenzar las actividades propias de la empresa solo es necesario contratar con el proveedor de servicio adecuado; posteriormente, cuando la empresa crece, va teniendo problemas de conectividad debido al crecimiento desordenado de la infraestructura de red y la falta de administración de los servicios, así como los recursos, es relevante gestionar el tráfico de la red en QoS.

Por lo tanto, se pretende que esta investigación sirva como base para diseños futuros de infraestructuras de redes que contemplen un adecuado modelo de gestión de tráfico de red, el mismo que permita una transmisión de datos de calidad teniendo en consideración parámetros como el *Jitter*, latencia y pérdida de paquetes; para tal fin es importante administrar el ancho de banda del acceso a *internet*, así como el ancho de banda asignado a cada *host* (equipo de cómputo) perteneciente al sistema de red.

Por lo cual, se propuso determinar la influencia de la Gestión del Tráfico de Red en la Calidad de Servicio “QoS” WAN de una entidad prestadora de servicios de agua potable, la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Tambopata “EPS EMAPAT S.A”.

## 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1. Gestión del tráfico de red

Según ManageEngine (2021), la gestión del tráfico de red consiste en el proceso de interceptar y analizar el tráfico de red, así como administrar el tráfico a recursos óptimos basados en prioridades. De esta forma, los elementos clave que se deben monitorear con la finalidad de optimizar la gestión de la red, incluyen el rendimiento de red, el tráfico y la seguridad. En ese sentido, la herramienta de control de tráfico de red aprovecha las técnicas de gestión, como el monitoreo del ancho de banda y del rendimiento de red; la observación de los patrones de tráfico, a fin de detectar y evitar cuellos de botella; así como el análisis de la seguridad de la red y la optimización, para garantizar un óptimo funcionamiento de la red. Asimismo, ayuda a maximizar el rendimiento y la seguridad de la red, al controlar las congestiones y amenazas de la red.

Basado en lo anterior, la gestión de tráfico de red, permite identificar los paquetes para luego ser redireccionados y priorizados teniendo en consideración la tasa de transferencia, *delay*, *jitter* y pérdida de paquetes. Al respecto, sostiene Riquelme (2020) que: “Son los operadores de telecomunicaciones los que tienen la capacidad de gestionar sus redes con el fin de asegurar la calidad en sus servicios y la seguridad” (párr.4); evidenciando que entre las técnicas de gestión del tráfico más populares se encuentran el filtrado de paquetes y la inspección profunda.

### 1.2. Técnicas de gestión de tráfico y de control de congestión

Las principales técnicas de gestión y control son: Gestión de recursos haciendo uso de caminos virtuales, control de admisión de conexiones, control de los parámetros de uso, rechazo selectivo de celdas y adaptación del tráfico (Stanllings, 2004); para el caso de los caminos virtuales, la gestión de tráfico de red tiene dos mecanismos; a nivel de redes WAN, se realiza la segmentación lógica a través de las VPN; y a nivel LAN, se realiza la segmentación a través de las VLAN.

También se implementa el traductor de direcciones de red (NAT), a través del cual el pool de direcciones IP públicas asignadas por el proveedor, permite multiplicar las direcciones de IP LAN en forma exponencial, permitiendo la multiplexación de la comunicación de cada una de ellas a través de canales lógicos por un solo canal físico; el control de admisión de conexiones y el control de parámetros de uso se realiza mediante los permisos y la priorización de ancho de banda para cada *host* dentro de la red. En las redes locales (LAN), “los terminales con capacidad de acceso a Internet reciben direcciones IP locales privadas y están vinculadas a Internet por medio de una dirección IP pública común. El router es la interfaz central entre el rango de direcciones” (IONOS, 2017, párr.3), pública y privada; entrando en juego allí la *Network Address Translation*, más conocida como NAT.

Finalmente, el rechazo selectivo de celdas y adaptación de tráfico es manejado dentro de las políticas de acceso a diferentes protocolos como son TCP (Protocolo de Control de Transmisión) o UDP (Protocolo de Datagramas de Usuarios) y puertos como 80, 443, 110, 25 y otros desde la LAN hacia la WAN y viceversa, así como el balanceo de carga en las interfaces WAN y la priorización de paquetes.

### 1.3. Gestión de red

La gestión de acuerdo con Marín-González y Pérez-González (2021), “es vital para funcionar de forma eficiente y generar estrategias para participar de la compartición de información y conocimiento” (p.163). En ese sentido, la gestión de red trata la planificación, organización, supervisión y el control de elementos de comunicaciones, con el fin de garantizar un adecuado nivel de servicio, y de acuerdo con un determinado costo. Los objetivos principales de esta gestión consisten en mejorar la disponibilidad y el rendimiento de los elementos del sistema, así como incrementar su efectividad (Martí, 1999).

### 1.4. Sistemas de gestión de red

Un sistema de gestión de red, es un conjunto de herramientas para monitorizar y controlar la red, de forma integrada. Consiste en la incorporación incremental de *hardware* y *software* implementado entre componentes de red existentes (Stanllings, 2004). En ese sentido, el *software* que se utiliza para llevar a cabo las tareas de gestión de red reside en los computadores, así como en los procesadores de comunicaciones (por ejemplo, conmutadores de red y encaminadores).

Asimismo, sostiene Stanllings (2004), que un sistema de gestión de red está diseñado para que la red entera aparezca como una arquitectura unificada, con direcciones y etiquetas asignadas a cada punto, así como a los atributos específicos de cada elemento y cada enlace conocidos por el sistema. Los elementos activos de la red proporcionan al centro de control de red una realimentación regular de información de estado.

### 1.5. Calidad de Servicio (QoS)

La Calidad de Servicio es el rendimiento de extremo a extremo de los servicios electrónicos tal como lo percibe el usuario final. Los principales parámetros que una red con calidad de servicio debe vigilar que no lleguen a degradar la comunicación son el *jitter*, el retardo y la pérdida de paquetes a fin de garantizar cierto nivel de calidad (Chauca, 2016), a continuación se describe las principales fórmulas relacionadas a la gestión del QoS, o factores que afectan la calidad de una red.

#### a. Ancho de banda mínimo

El factor más conocido de una red es el ancho de banda, que “es una medida de la capacidad disponible en un enlace de red, es decir, la capacidad de un enlace” (Marketing MercadoIT, 2017, párr.3); que generalmente, se mide en *bits* por segundo (bps). En ese sentido, el ancho de banda mínimo, se refiere a la mínima cantidad del ancho de banda requerida por el flujo de una aplicación; por lo cual, es necesario especificar el intervalo de tiempo para la medición del mismo, puesto que diferentes intervalos de medición pueden producir diferentes resultados (Chauca, 2016). Asimismo, de acuerdo con Padilla (2007), esta relacionado con la cantidad mínima de ancho de banda necesaria por el flujo de la aplicación.

“Aplicando la fórmula tiempo de transferencia = tamaño del archivo / ancho de banda ( $T = T_m / AB$ ), un administrador de red puede estimar varios de los importantes componentes del rendimiento de una red” (Cisco Systems, 2005, p.42). De lo antes mencionado, es posible despejar la fórmula con lo que se tiene la ecuación (1) del Ancho de Banda:

$$AB = \frac{T_m}{T} (1)$$

Donde. AB= Ancho de Banda “Megabits por segundo” (Mbps);  $T_m$ = Tamaño del Archivo (Mb); y,  $T$ = Tiempo de transferencia (s).

#### b. Retardo (Delay)

También conocido como latencia, “el retraso se refiere al tiempo que tarda un paquete en llegar del remitente al receptor” (Marketing MercadoIT, 2017, párr.4); por lo tanto, mientras más demora, más lenta

“parece” la red. La latencia generalmente se mide en milisegundos (ms). Según Padilla (2007), el retardo requerido puede ser especificado como el promedio de los mismos (retardo medio), o bien por el retardo del peor caso. Así, la demora que un paquete experimenta tiene tres componentes: Retardo de propagación, de transmisión, y de procesamiento de retardos que experimenta un paquete. Con la finalidad de obtener un parámetro que ayude a determinar el tiempo que los paquetes tardan en su transmisión, se ha realizado la siguiente ecuación (2) (Vega et al., 2019):

$$D_{prom} = \frac{L}{C} \quad (2)$$

Donde.  $D_{prom}$  = Retardo promedio (ms);  $L$  = Longitud del paquete (bits);  $C$  = Tasa de transmisión del paquete (bps).

### c. Variación de retardo (*Jitter*)

De acuerdo con Marketing MercadoIT (2017), se refiere a “una medida de la variación en el retraso entre paquetes” (párr.5). Por ejemplo, si un paquete tarda 30 ms en llegar del punto A al punto B (eso es retraso), y otro paquete tarda 40 ms en llegar del mismo punto A al punto B, entonces la fluctuación entre ellos es de 10 ms (es decir, 40 ms – 30 ms). Por lo tanto, el *jitter* especifica la máxima diferencia entre el más largo y el más corto retardo o retraso que un paquete experimenta. En cualquier caso, la variación de retardo no debería ser más larga que el retardo del peor caso, ni tampoco que el retardo de procesamiento (Padilla, 2007). Para calcular el valor del *jitter* o variación del retardo se consideró la siguiente ecuación (3), extraída desde el manual de la herramienta de inyección del tráfico D-ITG (Vega et al., 2019).

$$J_{prom} = \frac{\sum_{i=1}^n |D_i|}{n} \quad (3)$$

Donde.  $J_{prom}$  = Jitter promedio (ms);  $D_i$  = Retardo promedio (ms);  $y$ ,  $n$  = Número de retardos.

Por su parte, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT, 2003) hace referencia al rango de valores en milisegundos para los tipos de conexión, como por ejemplo para llamada de voz sobre IP, o *streaming* de audio o video, siendo aceptable un rango no mayor a 150 milisegundos, así como para aplicaciones de correo electrónico u otros 400 milisegundos, tal como se aprecia en el Cuadro 1.

CUADRO 1  
Valores de retardo de una comunicación

Rango (ms)	Descripción
0-150	Aceptable para las aplicaciones más comunes (llamada de voz, por ejemplo).
150-400	Aceptable para ciertas aplicaciones, se requiere cuidado para garantizar la satisfacción del usuario.
Sobre 400	Inaceptable para la mayoría de aplicaciones.

Elaboración propia, 2021 con base en Chauca (2016).

### d. Pérdida de paquetes (*Loss*)

“A medida que los paquetes “viajan” a través de una red, algunos de ellos pueden perderse, es decir, no llegar a su destino” (Marketing MercadoIT, 2017, párr.6). En ese sentido, la pérdida de paquetes es medida por el porcentaje de éstos que no llegan a su destino, lo cual es un gran problema en las redes porque los errores de transmisión pueden dañar los *bits* y retardar la transmisión. Esta pérdida puede producirse por errores en alguno de los equipos que proveen conectividad a la red o por sobrepasar la capacidad de algún *buffer*, algún equipo, o aplicación en momentos de congestión, para lo cual se aplica la ecuación (4) (Chauca, 2016).

$$T_p = \frac{P_s - P_r}{P_s} \cdot 100 \quad (4)$$

Donde.  $T_p$  = Tasa de pérdida de paquetes (%);  $P_s$  = Paquetes enviados;  $y$ ,  $P_r$  = Paquetes recibidos.

Como ya se mencionó anteriormente, con QoS, el ancho de banda puede ser utilizado de manera más eficiente a través de distintas redes como: LAN, WLAN y WAN; en el Cuadro 2, se muestran los requerimientos de calidad de servicio de las diferentes aplicaciones.



**CUADRO 2**  
Requerimientos de calidad de servicio de las aplicaciones

Aplicación	Fiabilidad	Retardo	<i>Jitter</i>	Ancho de banda
Correo electrónico	Alta *	Alto	Alto	Bajo
Transferencia de archivos	Alta *	Alto	Alto	Medio
Acceso <i>web</i>	Alta *	Medio	Alto	Medio
<i>Login</i> remoto	Alta *	Medio	Medio	Bajo
Audio bajo demanda	Medio	Alto	Medio	Medio
Video bajo demanda	Media	Alto	Medio	Alto
Telefonía	Media	Bajo	Bajo	Bajo
Video conferencia	Media	Bajo	Bajo	Alto

Elaboración propia, 2021 con base en Chauca (2016).

## 2. MODELO DE GESTIÓN DE TRÁFICO DE RED

El modelo de gestión de tráfico, se diseñó basado en la metodología *Top Down* de Cisco, el análisis de requerimientos fue evaluar el entorno de las redes de datos recopilando toda la información necesaria sobre el tráfico de datos desde la LAN hacia la WAN. Se aplicó instrumentos como el IPERF para la medición de la tasa de transferencia; prueba *Ping* para evaluar el retardo (*delay*) y la pérdida (*loss*); y finalmente, un *test* de velocidad para contar con el reporte de la variación del retardo (*jitter*); la aplicación de los instrumentos permitió ver que los valores de los parámetros antes mencionados están por debajo de lo esperado en una red de datos a través de medios guiados (par de cobre).

Posterior al recojo de información, la tabulación de los datos y la evaluación de los mismos, se constató las condiciones básicas de conexión física (*hardware*), segmentos de red (WAN, LAN y Circuito de Cámaras CAM), ancho de banda contratado y las políticas de acceso a *internet*, identificando problemas en la aplicación de las políticas de acceso a *internet* de los *host*, las mismas que en algunos casos formaban bucles que provocaban pérdida de paquetes, así también el tráfico que circula por la interface WAN (Ether1) del *Router Board Mikrotik*, además de políticas aplicadas por el proveedor de servicio de acceso a *internet*.

Las políticas contempladas en el contrato con el proveedor, consideran la penalización por tráfico concurrente por la dirección IP Pública reduciendo la tasa de transferencia de datos, además que los puertos *ethernet* del *Router* de Claro vienen funcionando a 100Mbps, pero en modo *half duplex*, lo cual hace que todas las peticiones realizadas por una sola interface queden en cola aumentando la percepción de lentitud del acceso a *internet*.

De igual manera, la fase de Diseño Lógico se orientó en hacer uso de todos los recursos disponibles para el acceso a *internet*, en esta fase, se consideró hacer uso ya no de solo una dirección IP pública, sino del total de las direcciones IP públicas (05 IP públicas), priorizando su uso en función a la importancia de los *host* y su relación al acceso a *internet*; considerando ese escenario, se hizo uso de dos *Router Board Mikrotik*, un *Mikrotik* asignado a la primera IP pública para los servidores, gerencias y áreas críticas (ver Figura I).

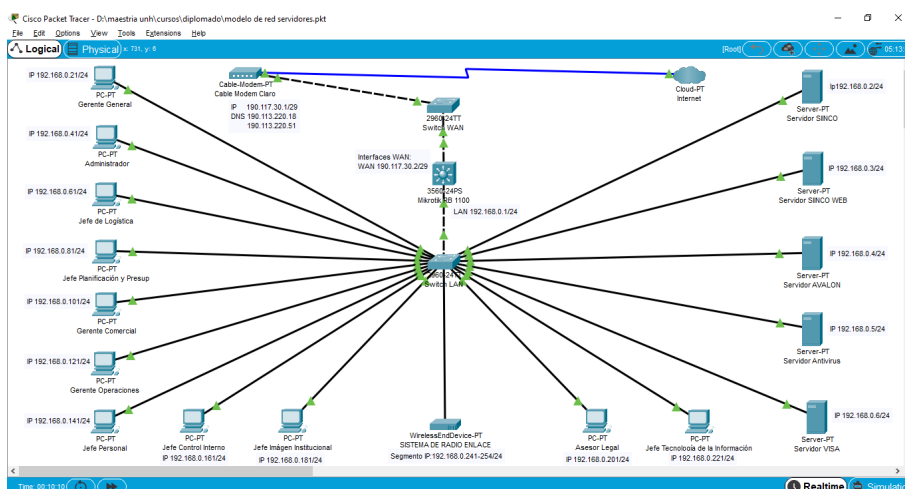


FIGURA I:  
Modelo de red para servidores y gerentes  
Elaboración propia, 2021.

El segundo Mikrotik, tiene asignadas las otras cuatro direcciones IP públicas para los usuarios con menor prioridad de acceso a internet, estas cuatro direcciones IP públicas trabajan en balanceo de carga con una configuración personalizada para compartir el mismo Gateway o Puerta de Enlace, este balanceo de carga debe considerar la priorización del tráfico de salida según la dirección de origen (SRC Address), esto para garantizar que no existan pérdida de paquetes cuando se requiere conectar a servidores que necesitan un enlace por la misma ruta como se puede observar en la Figura II; las otras configuraciones de balanceo de carga, por ejemplo “por dirección” (both addresses) o “por puertos” (both ports), no se adecuan a un entorno donde la conexión debe ser permanente por una misma ruta (IP pública).

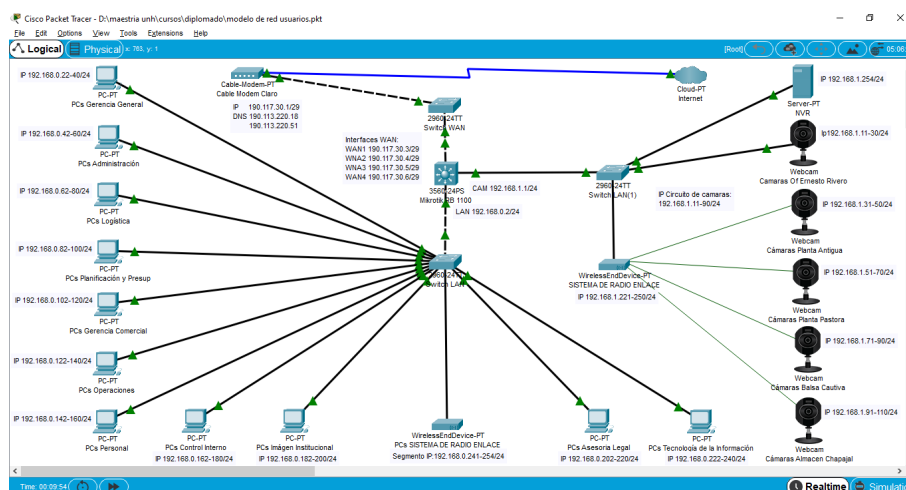


FIGURA II:  
Modelo de red para usuarios y circuito de cámaras  
Elaboración propia, 2021.

Así mismo, nótese en las Figuras I y II, que tanto el Switch LAN y el sistema de radio enlace del mismo segmento, son compartidos para todo el sistema de red, solo se hace el redireccionamiento a la puerta de enlace correspondiente según la prioridad de usuario ya definida anteriormente.

En cuanto a la validación del diseño lógico, se realizó mediante la configuración y pruebas de segmentación de red (ver Figura III); asignación de Gateway para las interfaces WAN (ver Figura IV); así como el balanceo de carga (ver Figura V).



```
/ip address
add address=190.116.37.107/29 comment=WAN1 interface=ether1
add address=190.116.37.108/29 comment=WAN2 interface=ether2
add address=190.116.37.109/29 comment=WAN3 interface=ether3
add address=192.168.1.1/24 comment=CAM interface=ether4
add address=192.168.0.2/24 comment=LAN interface=ether5
```

FIGURA III:  
Configuración y pruebas de segmentación de red  
Elaboración propia, 2021.

```
add check-gateway=ping comment=CON1 distance=1
gateway=190.116.37.105%ether1 routing-mark=CON1
add check-gateway=ping comment=CON2 distance=1
gateway=190.116.37.105%ether2 routing-mark=CON2
add check-gateway=ping comment=CON3 distance=1
gateway=190.116.37.105%ether3 routing-mark=CON3
```

FIGURA IV:  
Asignación de Gateway para las interfaces WAN  
Elaboración propia, 2021.

```
/ip firewall mangle
add action=mark-connection chain=prerouting comment="BALANCEADO 1"
dst-address-list=!local dst-address-type=!broadcast in-interface=ether5
new-connection-mark=BAL1 per-connection-classifier=both-addresses:3/0
add action=mark-routing chain=prerouting connection-mark=BAL1
new-routing-mark=CON1
add action=mark-connection chain=prerouting comment="BALANCEADO 2"
dst-address-list=!local dst-address-type=!broadcast in-interface=ether5
new-connection-mark=BAL2 per-connection-classifier=both-addresses:3/1
add action=mark-routing chain=prerouting connection-mark=BAL2
new-routing-mark=CON2
add action=mark-connection chain=prerouting comment="BALANCEADO 3"
dst-address-list=!local dst-address-type=!broadcast in-interface=ether5
new-connection-mark=BAL3 per-connection-classifier=both-addresses:3/2
add action=mark-routing chain=prerouting connection-mark=BAL3
new-routing-mark=CON3
```

FIGURA V:  
Balanceo de carga  
Elaboración propia, 2021.

### 3. HIPÓTESIS

H1: Un modelo de gestión de red influye significativamente en la gestión de la tasa de transferencia (*throughput*) WAN del acceso a *internet* en la EPS EMAPAT S.A. 2021.

H2: Un modelo de gestión de red influye significativamente en la gestión del retardo (*delay*) WAN del acceso a *internet* en la EPS EMAPAT S.A. 2021.

H3: Un modelo de gestión de red influye significativamente en la gestión de la variación del retardo (*jitter*) WAN del acceso a *internet* en la EPS EMAPAT S.A. 2021.

H4: Un modelo de gestión de red influye significativamente en la gestión de la pérdida (*loss*) WAN del acceso a *internet* en la EPS EMAPAT S.A. 2021.

En la Figura VI, se puede observar la relación entre la dimensión Gestión de tráfico de red y cada uno de los indicadores de la dimensión Calidad de Servicio “QoS” WAN, los cuales son: Gestión de tasa de transferencia, gestión del retardo, gestión de la variación del retardo, y gestión de la pérdida.

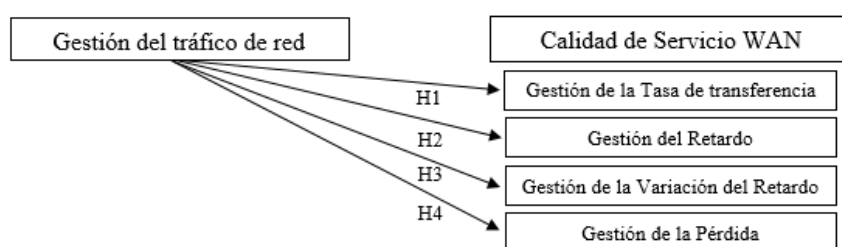


FIGURA VI:  
Relacion de variables  
Elaboración propia, 2021.

#### 4. METODOLOGÍA

El estudio fue realizado desde un enfoque cuantitativo, con diseño experimental, de tipo aplicada con nivel explicativo mediante el método deductivo. La población para la presente investigación tiene en consideración a todos los equipos de cómputo de la EPS EMAPAT S.A., que hacen un total de 120 equipos de cómputo, entre estaciones de trabajo y servidores de la empresa prestadora de servicios de agua potable; el muestreo fue no probabilístico o determinístico, obteniendo como muestra la totalidad de servidores (05), los equipos de cómputo de los gerentes de área y usuarios críticos (11), que hacen un total de 16 *host*.

Estos equipos fueron seleccionados teniendo en consideración que los servidores deben estar en línea 24/7/365, los gerentes de área y usuarios críticos, requieren estar conectados para realizar operaciones referentes al Core del negocio, el resto de los *host* no fueron considerados, puesto que no es importante que accedan a *internet*; pues los *host* de las secretarías, solo requieren enviar correo electrónico institucional, el mismo que no se ve afectado por problemas con QoS; mientras que los demás usuarios por el tipo de labor que realizan (atención al cliente), no deben contar con acceso a *internet* pues esto repercute negativamente en la atención a los usuarios.

Los instrumentos de recolección de datos utilizados, fueron 04 fichas de observación para la recolección de datos, los mismos que fueron validado por 3 expertos en el área; luego se realizó un *pre test* y un *post test*, con la finalidad de hacer el levantamiento de información referente a cada uno de los indicadores de la variable dependiente que son: Tasa de transferencia, retardo, variación del retardo y pérdida, antes y después de implementar el Modelo de Gestión de Tráfico de Red.

#### 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 5.1. Resultados descriptivos

La Tabla 1, muestra que inicialmente una tasa de transferencia de 647,25 kbps, luego de la aplicación del Modelo de gestión de tráfico de red, presenta una tasa de transferencia de 4.592,19 kbps, evidenciando un incremento de 3.944,94 kbps respecto a 1.317,69 ms con respecto al *pre test*, el cual representa una mejora del 609,49%.

TABLA 1  
Resultados descriptivos de la variable 1: Tasa de transferencia

HOST	Gestión de la Tasa de Transferencia	
	Tasa de Transferencia	
	Expresado en Kbps	
	SIN MODELO DE GESTIÓN DEL TRAFICO DE RED	CON MODELO DE GESTIÓN DEL TRAFICO DE RED
SERVIDOR SIINCO	652	4.820
SERVIDOR SIINCO	650	4.605
WEB		
SERVIDOR AVALON	651	4.820
SERVIDOR ANTIVIRUS	649	4.820
SERVIDOR VISA	586	3.315
PC Gerencia General	659	4.710
PC Administración	651	4.710
PC Logística	652	4.720
PC Planificación y Presupuesto	653	4.805
PC Gerencia Comercial	647	4.710
PC Operaciones	653	4.280
PC Personal	659	4.820
PC Control Interno	645	4.610
PC Imagen Institucional	649	4.400
PC Asesoría Legal	651	4.720
PC Tecnología de la Información	649	4.610
Promedio %	647,25	4.592,19

Elaboración propia, 2021.

Asimismo, la Tabla 2 muestra los resultados respecto al “Retardo” de envío y recepción de paquetes (*delay*) que, inicialmente se encontraba en 1.405,13 ms, luego de la aplicación del Modelo de gestión de tráfico de red, se encuentra en 87,44 ms, evidenciando una disminución de 1.317,69 ms con respecto al pre *test*, el cual representa una mejora del 93,77%.

TABLA 2  
Resultados descriptivos de la variable 2: Retardo

HOST	Gestión del Retardo ( <i>Delay</i> )	
	Retardo ( <i>Delay</i> )	
	Expresado en ms	
	SIN MODELO DE GESTIÓN DEL TRAFICO DE RED	CON MODELO DE GESTIÓN DEL TRAFICO DE RED
SERVIDOR SIINCO	1.500	88
SERVIDOR SIINCO WEB	1.450	87
SERVIDOR AVALON	1.200	89
SERVIDOR ANTIVIRUS	1.358	86
SERVIDOR VISA	1.465	91
PC Gerencia General	1.487	91
PC Administración	1.320	90
PC Logística	1.256	86
PC Planificación y Presupuesto	1.469	87
PC Gerencia Comercial	1.478	82
PC Operaciones	1.309	89
PC Personal	1.436	84
PC Control Interno	1.496	87
PC Imagen Institucional	1.480	87
PC Asesoría Legal	1.429	88
PC Tecnología de la Información	1.349	87
Promedio	1.405,13	87,44

Elaboración propia, 2021.

Por su parte, en la Tabla 3 se aprecian los resultados respecto a la “Variable del Retardo o *Jitter*”, que durante el *pre test* se encontraba en 60 ms, luego de implementar el Modelo de gestión de tráfico de red, el *post test* reflejo 0,49 ms, lo cual representa una disminución de 59,51 ms representando una mejora del 99,12%. Por lo cual, es factible implementar el monitoreo en tiempo real del circuito de cámaras, el mismo que ayuda a la alta dirección en la toma de decisiones, así como para las áreas operativas, pues podrán tomar acciones en tiempo real ante un eventual percance, sea en la producción de agua u otro.

TABLA 3  
Resultados descriptivos de la variable 3: Variación del retardo

HOST	Gestión de la Variación del Retardo ( <i>Jitter</i> )	
	Variación del Retardo ( <i>Jitter</i> )	
	Expresado en ms	
	SIN MODELO DE GESTIÓN DEL TRAFICO DE RED	CON MODELO DE GESTIÓN DEL TRAFICO DE RED
SERVIDOR SIINCO	68	0,40
SERVIDOR SIINCO	60	0,38
WEB		
SERVIDOR AVALON	65	0,50
SERVIDOR ANTIVIRUS	59	0,52
SERVIDOR VISA	50	0,42
PC Gerencia General	56	0,43
PC Administración	58	0,47
PC Logística	64	0,46
PC Planificación y Presupuesto	52	0,51
PC Gerencia Comercial	67	0,56
PC Operaciones	63	0,58
PC Personal	58	0,54
PC Control Interno	67	0,50
PC Imagen Institucional	52	0,69
PC Asesoría Legal	62	0,47
PC Tecnología de la Información	59	0,44
Promedio	60,00	0,49

Elaboración propia, 2021.

De igual manera, la Tabla 4 muestra los resultados respecto a la pérdida de paquetes, el pre *test* muestra una media de 9,88 paquetes perdidos, luego de la aplicación del Modelo de gestión del tráfico de red la media de pérdida bajo a 1,5 paquetes perdidos, se puede visualizar que se ha disminuido en 8,38 paquetes perdidos en promedio, lo cual significa una mejora del 84,82% en la gestión de pérdida de paquetes.

TABLA 4  
Resultados descriptivos de la variable 4: Pérdida

HOST	Gestión de la Pérdida ( <i>Loss</i> )	
	Pérdida ( <i>Loss</i> )	
	Expresado en número de paquetes	
	SIN MODELO DE GESTIÓN DEL TRAFICO DE RED	CON MODELO DE GESTIÓN DEL TRAFICO DE RED
SERVIDOR SIINCO	18	2
SERVIDOR SIINCO WEB	5	1
SERVIDOR AVALON	8	1
SERVIDOR ANTIVIRUS	9	2
SERVIDOR VISA	4	1
PC Gerencia General	6	2
PC Administración	9	2
PC Logística	8	1
PC Planificación y Presupuesto	8	1
PC Gerencia Comercial	13	2
PC Operaciones	8	2
PC Personal	13	0
PC Control Interno	17	3
PC Imagen Institucional	9	1
PC Asesoría Legal	12	2
PC Tecnología de la Información	11	1
Promedio	9,88	1,50

Elaboración propia, 2021.

## 5.2. Resultados Inferenciales

Con la finalidad de realizar las pruebas estadísticas, el estudio planteo las siguientes hipótesis:

### a. Hipótesis específica 1

**Hipótesis Nula:** El promedio de la tasa de transferencia WAN de la red actual es mayor que el promedio de la tasa de transferencia WAN con modelo de gestión de tráfico de red.  $H_0 = U_{ttwanra} > U_{ttwanmgr}$ .

**Hipótesis Alternativa:** El promedio de la tasa de transferencia WAN de la red actual es menor o igual que el promedio de la tasa de transferencia WAN con Modelo de gestión de servicios de red.  $H_1 = U_{ttwanra} \leq U_{ttwanmgr}$ .

Se considero el nivel de significancia  $\alpha=0.05$ . Asimismo, se realizó la prueba de normalidad con *Shapiro Wilk* ( $<30$  Host), dando como resultado que los datos no provienen de una distribución normal, por esta razón se eligió el estadístico *T-Student* para la decisión estadística, obteniendo como resultado lo evidenciado en la Tabla 5.



TABLA 5  
Prueba de muestras emparejadas: Gestión de la tasa de transferencia

	Diferencias emparejadas		Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar		Inferior	Superior			
Tasa de transferencia sin modelo - Tasa de transferencia con modelo	-3.944,938	358,452	89,613	-4.135,943	-3.753,932	-44,022	15	,000

Elaboración propia, 2021.

Dado que  $P_{valor} = 0,000$ ; y, por lo cual,  $P_{valor} < 0,05$  se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto: Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alterna  $H_1$ , lo que significa que el promedio de la tasa de transferencia WAN de la red actual es menor o igual que el promedio de la tasa de transferencia WAN con el Modelo de gestión de servicios de red.

#### b. Hipótesis específica 2

**Hipótesis Nula:** El promedio del retardo WAN de la red actual es menor que el promedio del retardo WAN con modelo de gestión de tráfico de red.  $H_0 = Urwanra < Urwanmgr$ .

**Hipótesis Alterna:** El promedio del retardo WAN de la red actual es mayor o igual que el promedio del retardo WAN con modelo de gestión de tráfico de red.  $H_1 = Urwanra \geq Urwanmgr$ .

Se considero el nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ . En ese sentido, se realizó la prueba de normalidad con *Shapiro Wilk* ( $< 30$  Host), dando como resultado que los datos no provienen de una distribución normal, por esta razón se eligió el estadístico *T-Student* para la decisión estadística, obteniendo los resultados evidenciados en la Tabla 6.

TABLA 6  
Prueba de muestras emparejadas: Gestión del retardo

	Diferencias emparejadas		Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar		Inferior	Superior			
Retardo sin modelo - Retardo con modelo	1.317,688	94,235	23,559	1.267,473	1.367,902	55,932	15	,000

Elaboración propia, 2021.

Por cuanto el resultado  $P_{valor} = 0,000$ ; y dado que  $P_{valor} < 0,05$ , entonces se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alterna  $H_1$ , lo cual indica que el promedio del retardo WAN de la red actual es mayor o igual que el promedio del retardo WAN con modelo de gestión de tráfico de red.

#### c. Hipótesis específica 3

**Hipótesis Nula:** El promedio de la variación del retardo WAN de la red actual es menor que el promedio del retardo WAN con modelo de gestión de tráfico de red.  $H_0 = Uvrwanra < Uvrwanmgr$ .

**Hipótesis Alternativa:** El promedio de la variación del retardo WAN de la red actual es mayor o igual que el promedio del retardo WAN con modelo de gestión de tráfico de red.  $H_1 = U_{vrwanra} \geq U_{vrwanmgr}$ .

Se considero el nivel de significancia  $\alpha=0.05$ . al respecto, se realizó la prueba de normalidad con *Shapiro Wilk* ( $<30$  Host), dando como resultado que los datos no provienen de una distribución normal, por esta razón se eligió el estadístico *T-Student* para la decisión estadística, obteniendo como resultado lo que se aprecia en la Tabla 7.

TABLA 7  
Prueba de muestras emparejadas: Gestión de la variación del retardo

	Diferencias emparejadas		Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar		Inferior	Superior			
Variación del retardo sin modelo - Variación del retardo con modelo	18,68750	23,18827	5,79707	6,33134	31,04366	3,224	15	,006

Elaboración propia, 2021.

Dado que el resultado arrojado fue  $P_{valor}=0.006$ , siendo  $P_{valor}<0.05$  se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ , lo cual evidencia que el promedio de la variación del retardo WAN de la red actual es mayor o igual que el promedio del retardo WAN con modelo de gestión de tráfico de red.

#### d. Hipótesis específica 4

**Hipótesis Nula:** El promedio de pérdida de paquetes WAN de la red actual es menor que el promedio de pérdida de paquetes WAN con modelo de gestión de tráfico de red.  $H_0 = U_{ppwanra} \geq U_{ppwanmgr}$ .

**Hipótesis Alternativa:** El promedio de pérdida de paquetes WAN de la red actual es mayor o igual que el promedio de pérdida de paquetes WAN con modelo de gestión de tráfico de red.  $H_1 = U_{ppwanra} < U_{ppwanmgr}$ .

Se considero el nivel de significancia  $\alpha=0.05$ . Así, se realizó la prueba de normalidad con *Shapiro Wilk* ( $<30$  Host), dando como resultado que los datos no provienen de una distribución normal, por esta razón se eligió el estadístico *T-Student* para la decisión estadística, obteniendo como resultado lo que se muestra en la Tabla 8.

TABLA 8  
Prueba de muestras emparejadas: Gestión de la pérdida de paquetes

	Diferencias emparejadas		Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar		Inferior	Superior			
Pérdida sin modelo - Pérdida con modelo	8,375	3,649	,912	6,430	10,320	9,180	15	,000

Elaboración propia, 2021.

En virtud que se obtuvo como resultado  $P_{valor}=0.000$  y que el mismo  $P_{valor}<0.05$ , se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se Rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alterna  $H_1$ , lo cual significa que el promedio de pérdida de paquetes WAN de la red actual es mayor o igual que el promedio de pérdida de paquetes WAN con modelo de gestión de tráfico de red.

De acuerdo con todos los resultados obtenidos, se tiene que según Ramos (2019) en su tesis: Modelo de red con tecnología MPLS para la mejora de la calidad de servicio en la red WAN de la Universidad Nacional de Huancavelica, obtiene como tasa de transferencia promedio 243,97 kbps luego de su *post test*, en comparación al resultado de la presente investigación, en la cual se obtiene una tasa de transferencia promedio de 4.592,19 kbps luego del *post test*, se puede afirmar que se obtiene 4.348,22 kbps más de tasa de transferencia promedio.

En el indicador Gestión del Retardo, Ramos (2019) obtiene como valor 69,73 ms luego del *post test*, en comparación al resultado de la presente investigación que evidencia una gestión del retardo promedio de 87,44 ms luego del *post test*, se puede aseverar que obtiene 17,71 ms menos de retardo promedio.

Con respecto a la Gestión de la Variación del Retardo, Ramos (2019) obtiene como valor 12,03 ms luego del *post test*, en comparación al resultado de la presente investigación, en la cual se aprecia una gestión del retardo promedio de 0,49 ms luego del *post test*, con lo cual se puede evidenciar que se obtiene 11,54 ms menos de variación de retardo promedio.

## CONCLUSIONES

Se concluye que, el despliegue de un Modelo de gestión de tráfico de red en las entidades públicas o privadas, basado en balanceo de carga y priorización de tráfico, maximiza el uso de los recursos de redes y acceso a Internet; así mismo, minimiza los gastos en la contratación de planes con mayor ancho de banda.

El diseño de un modelo de gestión de tráfico de red ayuda a mejorar significativamente la gestión de la tasa de transferencia de un *pre test* de 647,25 kbps a un *post test* de 4.592,19 kbps, incrementándose en 3.944,94 kbps, el cual representa una mejora del 609,49%, esto permitirá implementar más servicios como es posible, tales como VPN (Red Privada Virtual), VoIP, VLAN, sistemas de video vigilancia IP, video conferencias, entre otros facilitando el teletrabajo y mejorando la gestión del ancho de banda.

De igual manera, el diseño de un Modelo de gestión de tráfico de red ayuda a mejorar significativamente la gestión del retardo de paquetes (*Delay*), disminuyendo de 1.405,13 ms en el *pre test* a 87,44 ms luego del *post test*, reduciendo en 1.317,69 ms el *Delay*, el cual representa una mejora del 93,77%, permitiendo la estabilidad de la red y el uso de servicios como *streaming*, telefonía sobre IP y otros.

Asimismo, el diseño de un Modelo de gestión de tráfico de red ayuda a mejorar elocuentemente la gestión de la variación del retardo de paquetes (*Jitter*), disminuyendo de 60 ms en el pre *test* a 0,49 ms luego del *post test*, reduciendo en 59,51 ms el *Jitter*, representando una mejora del 99,12%, lo cual evita la lentitud en las conexiones a *internet* optimizando la fluidez de la transmisión de datos de las aplicaciones que hacen uso del mismo.

Finalmente, el diseño de un modelo de gestión de tráfico de red ayuda a mejorar significativamente la gestión de la pérdida de paquetes (*Loss*), disminuyendo de 9,88 paquetes perdidos en promedio en el pre *test* a 1,50 paquetes perdidos promedio luego del *post test*, reduciendo en 8,38 los mismos, lo cual representa una mejora del 84,82%, permitiendo la mejora de la percepción de velocidad de acceso a *internet* puesto que se evita el reenvío de paquetes. Los hallazgos encontrados evidencian una notable mejoría en la calidad de servicio “QoS” WAN de la empresa prestadora del servicio de agua potable en Tambopata-Perú, mediante la gestión de tráfico de red.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chauca, J. L. (2016). *Implementación de calidad de servicio en redes inalámbricas de Área local, para la optimización del servicio de telefonía IP en Smart Phones con cliente SIP* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11291>
- Cisco Systems (2005). *Academia de Networking de Cisco Systems. Fundamentos de seguridad de redes: Especialista en Firewall Cisco*. Cisco Systems Pearson Educacio#n
- IONOS (28 de agosto de 2017). NAT: La traducción de direcciones de red en el router. *IONOS*. <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/known-how/nat-asi-funciona-la-traduccion-de-direcciones-de-red/>
- ManageEngine (2021). Gestión del tráfico de red. *ManageEngine*. <https://www.manageengine.com/latam/netflow/herramienta-gestion-de-trafico-de-red.html>
- Marín-González, F., y Pérez-González, J. (2021). Gestión por procesos en redes de cooperación intersectoriales en la Península de Paraguaná, Venezuela. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII(1), 162-179. <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i1.35304>
- Marketing MercadoIT (7 de noviembre de 2019). Análisis de red y gestión del tráfico. *MercadoIT*. <https://www.mercadoit.com/blog/analisis-opinion-it/analisis-de-red-y-gestion-del-trafico/>
- Martí, A. (1999). *Gestión de red*. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Ostec (22 de marzo de 2015). QoS: ¿Qué es y cuáles son sus beneficios? *Ostec*. <https://ostec.blog/es/seguridad-perimetral/qos-y-sus-beneficios/>
- Padilla, J. J. (2007). *Contribución al soporte de Calidad del Servicio en Redes Móviles* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña]. [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/7042/01\\_padillaAguilar.pdf;sequence=1](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/7042/01_padillaAguilar.pdf;sequence=1)
- Ramos, W. D. (2019). *Modelo de red con tecnología MPLS para la mejora de la calidad de servicio en la red WAN de la Universidad Nacional de Huancavelica* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3002>
- Riquelme, R. (9 de junio de 2020). La gestión del tráfico de red es necesaria, pero debe regularse: expertos. *El Economista*. <https://www.eleconomista.com.mx/tecnologia/La-gestion-del-trafico-de-red-es-necesaria-pero-debe-regularse-expertos-20200609-0087.html>
- Segura, C. D. (2012). *Diseño e Implementación de una Metodología para la Medición de QoS/QoE en Servicios OTT Montados sobre una Plataforma LTE/IMS* [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111980>
- Stanllings, W. (2004). *Comunicaciones y redes de computadoras*. Pearson Educación S.A.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT (2003). *Serie G: Sistemas y Medios de Transmisión, Sistemas y Redes Digitales: Conexiones y circuitos telefónicos internacionales – Recomendaciones generales sobre la calidad de*

*transmisión para una conexión telefónica internacional completa*. UIT. <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.114-200305-I/es>

- Valdez, A. D., Miranda, C. A., Schlesinger, P. L., Chiozza, J. A., Miranda, C. V., y Grela, A. A. (2018). Calidad de servicio en redes de telecomunicaciones. *Extensionismo, Innovación y Transferecia Tecnológica - Claves para el Desarrollo*, 4, 278-293. <https://doi.org/10.30972/eitt.402894>
- Vega, G. E., Moreira, M. G., Baño, F. P., Torres, G. P., y Valverde, I. M. (2019). *QoS en redes de Voz sobre IP*. Centro de Investigación y Desarrollo Profesional.