

**Comparativa del rendimiento entre las tecnologías VxLAN y MPLS**

**Performance comparison between VxLAN and MPLS technologies**

**Comparação de desempenho entre tecnologias VxLAN e MPLS**

Milton Temistocles Andrade Salazar<sup>1</sup>  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo  
[mtandrade@espe.edu.ec](mailto:mtandrade@espe.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-4929-3233>



Luis Ángel Paredez Alcívar<sup>2</sup>  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo  
[laparedez@espe.edu.ec](mailto:laparedez@espe.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-5568-509X>



Julissa Janeth Rentería Narváez<sup>3</sup>  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo  
[jjrenteria@espe.edu.ec](mailto:jjrenteria@espe.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-6275-2839>



Javier Jesús Rodríguez Panezo<sup>4</sup>  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo  
[jjrodriguez14@espe.edu.ec](mailto:jjrodriguez14@espe.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-7730-5206>



 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/n2/267>

**Como citar:**

Andrade, M., Paredes, L., Rentería, J. & Rodríguez, J. (2023). Comparativa del rendimiento entre las tecnologías VxLAN y MPLS. *Código Científico Revista de Investigación*, 4(2), 969-980.

**Recibido:** 10/11/2023

**Aceptado:** 10/12/2023

**Publicado:** 31/12/2023

<sup>1</sup> Ingeniero en Computación y Ciencias de la Informática, Magister en Docencia Universitaria e Investigación Educativa, Docente del área de Ciencias Humanas de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo.

<sup>2</sup> Estudiante de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo

<sup>3</sup> Estudiante de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo

<sup>4</sup> Estudiante de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Santo Domingo

## Resumen

La Red de Área Local Virtual Extendida VxLAN permite crear redes en la capa 2 encima de la capa 3. El Cambio de Etiquetas Multiprotocolo MPLS transporta datos a través de redes privadas. La comparativa del rendimiento entre las tecnologías VxLAN y MPLS surgió con el fin de determinar mediante una investigación las características de tecnologías relativamente nuevas de modo que se pueda brindar un soporte investigativo a los administradores de red para que elijan la tecnología que mejor se acopla a sus diseños. Se utilizaron recursos y herramientas virtuales como el software emulador GNS3 VM, computadoras virtuales, enrutadores, switches, entre otros. Tras el diseño de topologías de red utilizando dichos materiales se realizaron configuraciones que bajo un método comparativo determine cuál tecnología es más útil. Como resultado se obtuvo que la tecnología MPLS brinda un mayor rendimiento, mejor utilización del ancho de banda y reducción en la congestión de la red.

**Palabras claves:** Comparativa, VxLAN, MPLS, Rendimiento entre tecnologías de red.

## Abstract

The VxLAN Extended Virtual Local Area Network allows networks to be created at layer 2 on top of layer 3. Multiprotocol Label Switching MPLS transports data over private networks. The performance comparison between VxLAN and MPLS technologies was undertaken to determine through research the characteristics of relatively new technologies so that research support can be provided to network administrators to choose the technology that best suits their designs. Virtual resources and tools such as GNS3 VM emulator software, virtual computers, routers, switches, among others, were used. After the design of network topologies using these materials, configurations were made to determine which technology is more useful under a comparative method. As a result, it was found that MPLS technology provides higher performance, better bandwidth utilization and reduced network congestion.

**Keywords:** Comparison, VxLAN, MPLS, Performance between network technologies.

## Resumo

VxLAN Extended Virtual Local Area Network permite a criação de redes de camada 2 no topo da camada 3. Multiprotocol Label Switching MPLS transporta dados através de redes privadas. A comparação de desempenho entre as tecnologias VxLAN e MPLS foi realizada para investigar as características de tecnologias relativamente novas a fim de fornecer suporte de pesquisa para que os administradores de rede escolham a tecnologia que melhor se adapte a seus projetos. Foram utilizados recursos e ferramentas virtuais, tais como o software emulador VM GNS3, computadores virtuais, roteadores, switches, entre outros. Após o projeto de topologias de rede utilizando estes materiais, as configurações foram feitas utilizando um método comparativo para determinar qual tecnologia é mais útil. Como resultado, descobriu-se que a tecnologia MPLS proporciona maior desempenho, melhor utilização da largura de banda e redução do congestionamento da rede.

**Palavras-chave:** Comparação, VxLAN, MPLS, Desempenho entre tecnologias de rede.

## **Introducción**

El crecimiento desmesurado de los puntos de conexión en el mundo es una de las problemáticas que a lo largo de las últimas décadas los ingenieros han tratado de resolver. Ante ello han nacido nuevas tecnologías que representan soluciones de conexión de diversa índole, pero que su implementación contempla una serie de condiciones ligadas en gran medida al consumo de recursos.

Las organizaciones empresariales o educativas cada vez necesitan más nodos o puntos de conexión diferenciadas por el departamento al que pertenecen. Es por ello que los administradores de red se ven en la obligación de crear redes LAN acorde a las exigencias empresariales. Al realizar dichas implementaciones es posible elegir distintos tipos de tecnologías, que entre las más actuales se encuentran Virtual Extensive LAN o Red de Área Local Virtual Extendida (VxLAN) y Multiprotocol Label Switching también conocido como Cambio de etiquetas Multiprotocolo (MPLS). La calidad, el rendimiento, los costos, la complejidad de implementación y el mantenimiento son varios de los parámetros a tomar en cuenta en dicha elección. De allí, surge la necesidad de responder ¿Cuáles serían los beneficios y la eficiencia que podría presentar VxLAN frente al protocolo MPLS, para que pueda ser utilizado en las empresas tecnológicas?

Según Tamura et al. (2004), en su artículo considera el caso del tráfico en tiempo real y no real que llega al Label Switching Router (LSR), así como la probabilidad de demora y pérdida de paquetes suponiendo que el segmento del remitente sólo es válido para el tráfico en tiempo real; además, presentan estrategias de asignación de ancho de banda y tamaños de búfer para satisfacer las demandas de tráfico en tiempo dichos tiempos antes ya mencionados, presentando pautas para la Calidad del Servicio (QoS) en redes MPLS.

El protocolo de tunelización VxLAN nos permite aislar las redes en torno a las máquinas virtuales, este crea redes en la capa 2 encima de la capa 3 lo que brinda mayor

rendimiento en el tráfico de redes. Según Mirdan et al.(2017, en su artículo dan a conocer valores de VxLAN que comprueban que tiene un menor rendimiento basándose a las siguientes características: en base a jitter trabaja con una tasa de 0.348 ms, en cuanto al rendimiento tiene 60.57 de vCPU , dejando como resultado que VxLAN cuenta con un menor rendimiento que otros protocolos de tunelización.

Uno de los retos que contemplan estas tecnologías es la relativa poca información que existe sobre ambas, ya que son nuevas cuyo estudio aún no ha alcanzado límites profundos tanto a nivel teórico como práctico. De este modo surge la necesidad de determinar mediante la investigación las características del rendimiento tanto de VxLAN y MPLS, brindar un soporte investigativo a los administradores de red para que con base a dichas características elijan la tecnología que mejor se acopla a sus diseños de red.

### **Metodología**

En el presente artículo se utilizó para la construcción de tipología los siguientes materiales: El software emulador GNS3 VM, útil para el análisis comparativo entre los dos protocolos de tunelización VxLan y MPLS, para ello, se emuló una red que está compuesta por los elementos que se muestran en la Figura 1

Otra de las tecnologías empleadas para el desarrollo del análisis comparativo entre los protocolos de tunelización es Winbox, herramienta utilizada para gestionar los enrutadores Mikrotik OS a través de una interfaz gráfica. Con esta herramienta se logró conectar y administrar los enrutadores, de modo que se hizo más fácil su configuración que utilizar únicamente la consola de comandos.

Entre los elementos que forman parte de la topología de red que se visualiza en la Figura 1 destacan: VPC o computadoras virtuales desde las cuales se comprobó la conectividad entre los clientes de red, enrutadores Mikrotik versión 7.4 que cuentan con la tecnología de VxLAN,

Switch de conexión básico, y para configurar mediante Winbox se utilizaron Cloud o nubes de GNS3 que automáticamente reconocen los enrutadores a los que están conectados.

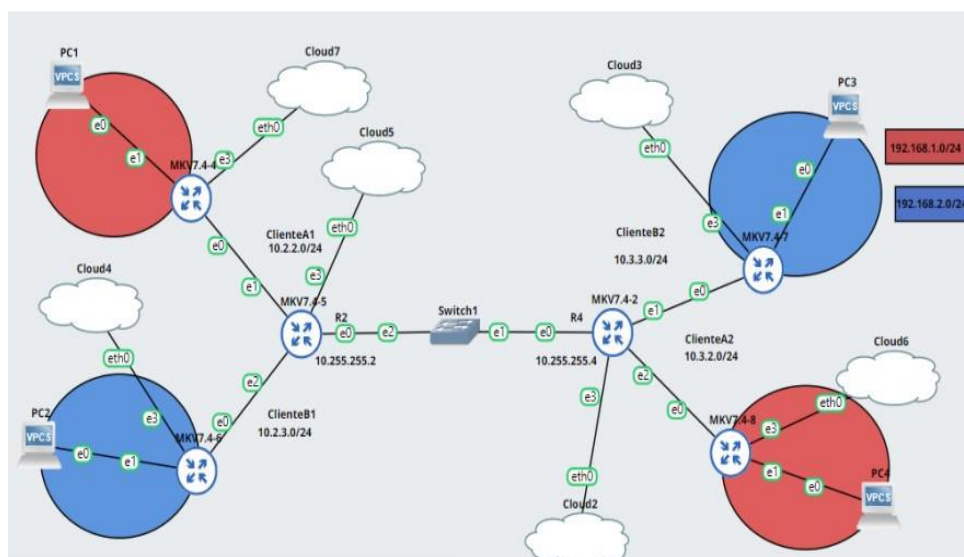


Figura 1: Topología de arquitectura del sistema.

La implementación de esta red requirió del uso de protocolos tales como OSPF, cuya función se basa en aprender información de enrutamiento sobre las subredes IP de los enrutadores vecinos, así como recalcular las rutas cuando se cambia la topología. Otro protocolo es LDP que permitió la distribución de etiquetas MPLS entre los diferentes equipos que conforman la red.

La investigación se rige bajo el método comparativo, en este caso se comparan el rendimiento de las tecnologías VxLAN y MPLS. Para ello se necesitó previamente configurar los escenarios de red para cada tecnología. La primera parte de la configuración (es decir empleando VxLAN) consistió en asignar las direcciones ip de las interfaces de los enrutadores, para ello haciendo uso de la herramienta Winbox, se establece conexión con los mismos y por medio de la interfaz gráfica que ofrece dicha herramienta se seleccionó la opción IP seguido de Address List, se agregaron para el caso del enrutador cliente 1 la dirección 10.2.2.2 para la interfaz de la Red de Área Extendida (WAN) y 10.2.2.1, observe la Figura 2.

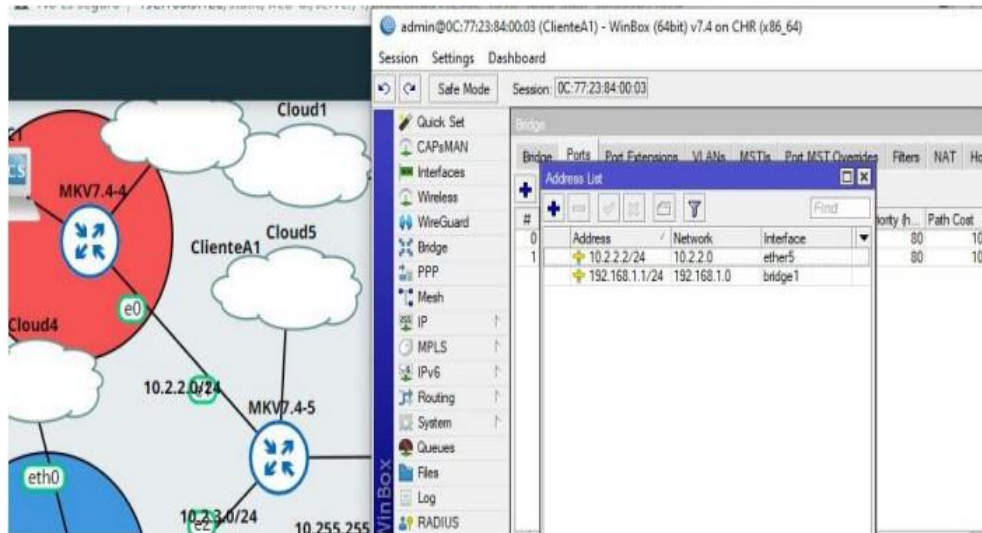


Figura 2: Direcciones ip de las interfaces del enrutador Cliente 1

Para el enrutador 2 se agregó para la interfaz de la WAN la dirección 10.255.255.2, y para la interfaz de la LAN la dirección 10.2.2.1. y 10.2.3.1. Como se visualiza en la Figura 3. De la misma manera se especificaron las direcciones ip para el enrutador 4.



Figura 3: Direcciones IP interfaces del enrutador 2

Se realizó la configuración del mecanismo de traducción de direcciones NAT en el Cliente 1, con el objetivo de poder traducir esa dirección ip privada a una dirección ip pública. De este modo se estableció la comunicación con los otros dispositivos de la red. Para que las

redes de los vecinos sean reconocidas entre sí. Se procedió a configurar el mecanismo de enrutamiento dinámico OSPF. De esta manera si existe más de una ruta posible para llegar a una subred, elije la mejor ruta en base a una métrica.

Luego se configuró VxLAN, la cual se basa principalmente en encapsular el tráfico de capa de enlace de una red de área local y transportarlo sobre una red IP hasta otra LAN física diferente, consiguiendo así que los hosts de ambas redes se puedan comunicar de igual manera que si se encontrasen en la misma red de área local. Posteriormente se procedió a configurar los puentes (bridge) entre el túnel de VxLAN y la Red LAN para que exista comunicación entre los mismos, para ello en la sección bridge se selecciona el botón de agregar bridge y se coloca un nombre que para este caso se le puso el nombre túnel, luego se agregaron los puertos de VxLAN y la interfaz ether de la LAN en los enrutadores, como se muestra en la Figura 4. Cabe mencionar que esta misma configuración se repitió con la tecnología MPLS empleando un protocolo de distribución de etiquetas (LDP).

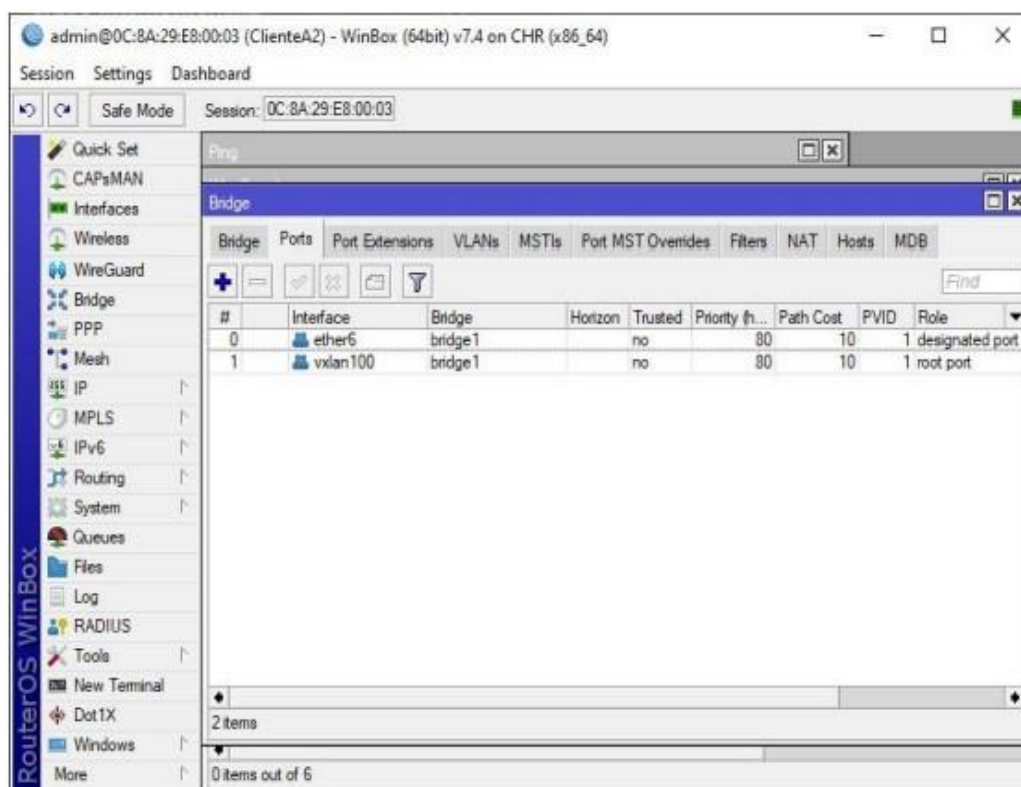


Figura 4: Configuración de Bridge de comunicación

## **Resultados**

Como resultado de la investigación se obtuvo que por un lado la tecnología VxLAN permite hacer uso de las funciones de capa 3 de la red subyacente. Según (Oracle, 2014) la red virtual al no ser visible para la red física se remueve el requerimiento de tener una infraestructura física extra, además disminuye la duplicación de direcciones MAC a las VM existentes en el mismo segmento de VxLAN, de esta manera la dirección MAC se puede superponer cuando las direcciones no se encuentran en el mismo segmento VxLAN. En una VxLAN debe ser única solamente la dirección MAC del enlace de datos que es parte del mismo segmento de VxLAN.

Respecto al formato de paquetes; De acuerdo con (Shenzhen Optico Communication Co., Ltd., 2020) el encabezado del paquete de VxLAN posee un segmento ID de 24 bits que sirve para representar 16 millones de segmentos virtuales únicos, y que de forma general es generado por un algoritmo pseudoaleatorio en el puerto UDP. De modo que esto asegura el equilibrio de carga basado en 5 tuplas y hace posible guardar el orden de los paquetes de datos entre máquinas virtuales (VM) de modo que se asigna a un grupo de puertos UDP único, el grupo MAC del paquete de datos. De la misma manera, la encapsulación VxLAN aumenta el tamaño del paquete de datos a un valor de 50 bytes.

En cuanto a los métodos de transmisión VxLAN, utiliza el Multicast en la red de transporte para de esta forma simular el broadcast, el unicast desconocido, y la inundación del Multicast en el segmento de la capa 2, es decir para el aprendizaje de la dirección MAC y el address resolution Protocol (ARP) y la detección del vecino en el protocolo del proceso de trabajo VxLAN (NDP/ND) y así sucesivamente son muy importantes. Cabe mencionar que VxLAN no soporta la fragmentación, necesita una red de transmisión que soporte las tramas grandes para soportar la expansión del tamaño del paquete de datos.



Por otro lado, MPLS se caracteriza por una entrega confiable de paquetes, ya que los paquetes que transportan tráfico en tiempo real, como la voz de IP (VoIP) o video, son fáciles de asignar a rutas de baja latencia en toda la red, lo cual resulta complejo con el enrutamiento convencional. Las rutas de red están predeterminadas, de modo que los paquetes viajan solo a lo largo de las rutas a las que se dirigen (Rahman et al, 2008). Esto hace posible un mejor rendimiento, una mejor utilización del ancho de banda, y una reducción en la congestión de la red.

Cabe mencionar que al ser un servicio que debe comprarse a un operador lo que hace que sea más costoso para enviar tráfico a través de internet público, también es difícil encontrar un proveedor de servicios MPLS que pueda ofrecer cobertura global. Cubrir la demanda con MPLS puede estar fuera del alcance, ya que los consumidores se centran más en contenido multimedia (videos, realidad virtual, realidad aumentada) lo cual hace uso de ancho de banda. La Tabla 1 resume los resultados obtenidos.

Tabla 1  
Comparativa entre VxLAN y MPLS

Características	VxLAN	MPLS
Definición	Red de área local virtual extensible	Conmutación de etiquetas multiprotocolo
Acoplamiento	Necesita conectividad IP entre los elementos del borde, además en este protocolo cuando existe un cambio en el núcleo no se muestra al borde.	Necesita acoplamiento estrecho entre los elementos del núcleo y del borde, y es muy mínimo el estado que comparte entre los nodos centrales y el borde.
Capacidad	Cuenta con un identificador de red con la capacidad de 24 bits que aproximadamente puede aislar hasta 16 millones de inquilinos.	La etiqueta trabaja como un identificador el cual si se usa en Ip pura o nivel 3 cuenta con cabecera MPLS de 4 bytes y sus campos son: label de 20 bits, Cos de 3 bits y finalmente Stack de 1 bit. Las etiquetas de tamaño fijo son 32 bytes.
Soporte de hardware	Requiere hardware para encapsular el borde de la red y sus núcleos no requieren ser reemplazados.	Se requiere de soporte hardware específico para soportar de extremo a extremo.
Encapsulación	Mientras se va encapsulando VxLAN, un encabezado VxLan, UDP, IP y MAC del exterior se van agregando en forma de secuencia al paquete original.	No encapsula la información al contrario la etiqueta, se debe encapsular un protocolo que crea un PDU y el MPLS lo toma y lo transmite sin alteraciones.
Servicios Ofrecidos	Facilidad de migración, abstracción, escalabilidad.	Escalabilidad, mayor rendimiento, flexibilidad, Quality of Service (QoS), Accesibilidad y Tos

Respecto al acoplamiento, los resultados a los que se llegaron sugieren que esta característica se encuentra mejor estructurada en la tecnología de MPLS puesto que el estado que se comparte entre los nodos de borde y de centro es inferior en comparación a VxLAN, además teniendo en cuenta que en esta última tecnología el cambio de estado no se comparte entre los nodos, convierte a MPLS en una mejor opción.

En lo que corresponde a la capacidad, VxLAN al tener un identificador de red con la capacidad de 24 bits que aproximadamente puede aislar hasta 16 millones de inquilinos, convierte a esta tecnología en una mejor opción si del albergar a más usuarios se refiere, esta característica ha hecho que VxLAN se pueda implementar en grandes redes empresariales y centros de datos, especialmente en redes virtuales.

Por otro lado, el soporte de hardware en VxLAN solo pretende encapsular únicamente los bordes de la red, pero los núcleos no requieren en lo mínimo ser reemplazados. En cambio,

la tecnología MPLS requiere de un soporte hardware específico que pueda soportar el extremo a extremo de la transmisión de los datos. Es por ello que las organizaciones de TI recomiendan utilizar VxLAN para el despliegue de los switches Nexus 9000 en modo ACI con el controlador de APIC para aprovechar el modelo de políticas de aplicación de ACI para capacidades tales como: overlay integrado, visibilidad de redes físicas y virtuales.

En lo que concierne a la encapsulación de VxLAN, esto lo realiza únicamente en el encabezado donde encapsula tramas MAC en un encabezado UDP en la capa 2. La comunicación se establece entre dos puntos de conexión de túnel virtual (VTEP) (Kinoshita et al, 2016). Esto hace que las máquinas virtuales solo puedan comunicarse entre sí cuando pertenecen al mismo segmento VxLAN. De esta manera un identificador de red virtual (VNID) de 24 bits identifica de manera única el segmento VxLAN (Naranjo et al,2017). Esto permite tener las mismas tramas MAC en varios segmentos VxLAN sin cruce de tráfico. La multidifusión en VxLAN se implementa como multidifusión de capa 3, en la cual los puntos de conexión se incorporan a grupos.

### **Conclusiones**

Según los resultados encontrados, la tecnología VxLAN permite hacer uso de las funciones de capa 3 de la red subyacente. Dado que esta red virtual no es visible para una red física, elimina la necesidad de una infraestructura física adicional. Si bien la tecnología MPLS es responsable de entregar paquetes confiables, dado que estos paquetes de datos se transportan en tiempo real, como Voz sobre IP (VoIP), esto permite un rendimiento más eficiente, una mejor utilización del ancho de banda y una transmisión de datos reducida congestión en la red.

El uso de protocolos de enrutamiento para conectar sus dominios de capa 2 también le permite equilibrar la carga de su tráfico para garantizar el mejor uso del ancho de banda disponible. Dado que el volumen del tráfico este-oeste a menudo fluye dentro de los centros de datos o entre ellos, es fundamental aumentar el rendimiento de la red para este tráfico.

MPLS predomina sobre las rutas de la red y reenvía el tráfico a través de ellas. Además, las etiquetas se utilizan para separar paquetes y asignar una mayor prioridad al tráfico de red importante, lo que simplifica el enrutamiento del tráfico y ofrece un rendimiento superior.

### Referencias bibliográficas

- Kinoshita, J., Maeda, K., Yabusaki, H., Akune, K., Noumi, M., & Komoda, N. (2016). Implementation and Evaluation of VXLAN Gateway-based Data Center Network Virtualization. *Studies in Informatics and Control*, 25.
- Naranjo, E. F., & Salazar Ch, G. D. (2017). Underlay and overlay networks: The approach to solve addressing and segmentation problems in the new networking era: VXLAN encapsulation with Cisco and open source networks. *2017 IEEE Second Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ETCM.2017.8247505>
- Oracle. (2014). Gestión de virtualización de red y recursos de red en Oracle Solaris 11.2. [https://docs.oracle.com/cd/E56339\\_01/pdf/E53790.pdf](https://docs.oracle.com/cd/E56339_01/pdf/E53790.pdf)
- Rahman, M. A., Kabir, A. H., Lutfullah, K. A. M., Hassan, M. Z., & Amin, M. R. (2008). Performance analysis and the study of the behavior of MPLS protocols. *2008 International Conference on Computer and Communication Engineering*, 226-229. <https://doi.org/10.1109/ICCCE.2008.4580601>
- Razo Achig, A. P. (2022). *Automatización de redes utilizadas para EOT: análisis conceptual del protocolo VXLAN para la virtualización de centro de datos para EOT*. (B.S. thesis). Quito: EPN, 2022.
- Shenzhen Optico Communication Co., Ltd. (2020, 9 diciembre). ¿Qué es NVGRE y VXLAN? - Conocimiento. <http://www.opticomfiber.com/info/what-is-nvgre-and-vxlan-52637581.html>
- Sudrajat, M. S. M., Perdana, D., & Negara, R. M. (2017). Performance Analysis of VXLAN and NVGRE Tunneling Protocol on Virtual Network. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 6(3), 295-300.
- Tamura, H., Nakazawa, S., Kawahara, K., & Oie, Y. (2004). Performance analysis for QoS provisioning in MPLS networks. *Telecommunication Systems*, 25(3), 209-230. Tapasco García, M. O. (2008). MPLS, el presente de las redes IP.