TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN EN LA GESTIÓN DE REDES

Ailin Virgen Padrón Guerra[1]

[1]Empresa de Tecnologías de la Información de Biocubafarma ETI, Calle 18 e/ 43 y 47, Playa La Habana
[1]e-mail: ailinvpg@gmail.com

RESUMEN

La gestión de redes y servicios en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) requiere de un conjunto de actividades, métodos, procedimientos y herramientas para garantizar el correcto funcionamiento de un sistema en red. En este contexto, las herramientas informáticas y las técnicas de visualización de información son esenciales para facilitar el trabajo de monitorización y mantenimiento de los administradores de red en sus tareas diarias. Este artículo ofrece una revisión sistemática de la literatura sobre los conceptos, tipos, herramientas y técnicas de visualización de información aplicadas a la gestión de redes y servicios. A través de un análisis histórico, se discute la evolución y la importancia de estas técnicas como instrumento de apoyo al proceso de gestión de redes y servicios. Por último, se presentan casos de uso prácticos y se exploran tendencias futuras, como la integración de inteligencia artificial y analítica avanzada, que prometen transformar la forma en que se visualiza y gestiona la información en redes. Este trabajo busca proporcionar una visión integral y actualizada del tema, sirviendo como referencia para profesionales e investigadores en el campo de las TIC.

PALABRAS CLAVES: Gestión de redes, visualización de información.

INFORMATION VISUALIZATION IN NETWORK MANAGEMENT

ABSTRACT

The management of networks and services in the Information and Communication Technologies (ICT) field requires activities, methods, procedures, and tools to ensure the proper functioning of a networked system. In this context, computer tools and information visualization techniques are essential to facilitate network administrators' monitoring and maintenance tasks in their daily tasks. This work systematically reviews the literature on information visualization concepts, types, tools, and techniques applied to network and service management. A historical analysis discusses the evolution and importance of these techniques as a tool to support the network and service management process. Finally, we present practical use cases and explore future trends, such as integrating artificial intelligence and advanced analytics, which promise to transform how information is visualized and managed in networks. This work seeks to provide a comprehensive and up-to-date view of the subject, serving as a reference for professionals and researchers in the ICT field.

INDEX TERMS: Network management, information visualization.

1. INTRODUCCIÓN

La gestión de redes y servicios se lleva a cabo mediante el empleo de un conjunto de herramientas que ayudan a los administradores a realizar las diversas tareas necesarias en cada etapa del proceso de gestión. Estas herramientas permiten, por ejemplo, recuperar información de gestión de dispositivos remotos, analizar la información recopilada y tomar decisiones para arreglar u optimizar la red y los servicios. Se ha convertido además en un pilar fundamental para garantizar la operatividad y seguridad de los sistemas. Con el crecimiento exponencial del tráfico de datos, la complejidad de las infraestructuras de red y la diversificación de los servicios, los administradores enfrentan desafíos sin precedentes en la monitorización, diagnóstico y mantenimiento de estos sistemas [1]. En este contexto, las herramientas de visualización de información han ganado importancia, permiten transformar grandes volúmenes de datos en representaciones gráficas intuitivas que facilitan la toma de decisiones y la identificación de anomalías [2].

En los últimos años, ha demostrado ser particularmente efectiva la integración de técnicas avanzadas de visualización con enfoques de analítica visual, para abordar problemas como la detección de intrusiones, la optimización del rendimiento de la red y la planificación de capacidades [3]. Sin embargo, la rápida evolución de las tecnologías de

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

red, como la implementación de redes 5G, la virtualización de funciones de red (NFV) y el uso creciente de inteligencia artificial (IA), ha generado nuevos retos que requieren soluciones innovadoras en el ámbito de la visualización de información [4].

Este artículo tiene como objetivo proporcionar una visión actualizada y comprehensiva de las técnicas y herramientas de visualización de información aplicadas a la gestión de redes y servicios. A través de una revisión bibliográfica sistemática, se analizan los avances recientes en el campo, se discuten casos de uso relevantes y se exploran las tendencias futuras que podrían redefinir la forma en que se gestionan las redes. Trabajos recientes, como los de Kim et al. [5] sobre visualización de tráfico en redes 5G, y los de Liu et al. [6] sobre el uso de IA para la visualización predictiva, destacan la importancia de adaptar estas técnicas a los nuevos paradigmas tecnológicos.

2. CONCEPTOS Y EVOLUCIÓN

El concepto de visualización de información abarca un amplio espectro de técnicas y herramientas, desde gráficos simples hasta sistemas avanzados de analítica visual. Se define como el proceso de transformar datos en representaciones gráficas o visuales que facilitan la comprensión, análisis y toma de decisiones. Esta técnica se utiliza en diversos campos, como la gestión de redes, la analítica de datos y la monitorización de sistemas, para representar patrones, tendencias y anomalías de manera intuitiva [7]. De igual forma se define como una técnica clave para transformar grandes volúmenes de datos en representaciones visuales, que permiten a los usuarios identificar patrones, anomalías y tendencias de manera eficiente [8]. La visualización de información en la gestión de redes ha experimentado una evolución significativa, impulsada por los avances tecnológicos y la creciente complejidad de las infraestructuras de red. Desde sus inicios, donde las redes eran relativamente simples y los volúmenes de datos manejables, hasta la era actual de redes altamente distribuidas y dinámicas, la visualización ha tenido que adaptarse para seguir siendo una herramienta efectiva en la monitorización, diagnóstico y optimización de redes.

En las décadas de 1980 y 1990, las redes eran principalmente locales (LAN) y los volúmenes de datos eran limitados. El Protocolo Simple de Gestión de Red (SNMP, por sus siglas en inglés) se convirtió en el estándar para la gestión de redes. SNMP permitía a los administradores de redes recopilar información sobre el estado de los dispositivos, como routers y switches, mediante consultas a agentes instalados en estos dispositivos [9]. Aunque el protocolo era eficaz para la recopilación de datos, las herramientas de visualización en esta época eran limitadas y se centraban en representaciones gráficas simples, como diagramas de topología de red y gráficos de tráfico básicos. Herramientas como MRTG (Multi Router Traffic Grapher) permitían visualizar el tráfico de red mediante gráficos temporales, lo que facilitaba la identificación de patrones de uso y posibles cuellos de botella [10]. Sin embargo, estas herramientas eran limitadas en su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos o para proporcionar insights profundos.

Con la expansión de Internet en la década de 1990 y principios de los 2000, las redes se volvieron más complejas y distribuidas. Esto llevó al desarrollo de protocolos más avanzados, como RMON (Remote Network Monitoring), que permitía la monitorización remota de segmentos de red. RMON proporcionaba una mayor granularidad en la recopilación de datos, lo que permitió a las herramientas de visualización ofrecer representaciones más detalladas del tráfico de red y el comportamiento de los dispositivos [11]. Esto generó la necesidad de técnicas de visualización más avanzadas que pudieran manejar mayores volúmenes de datos y proporcionar una visión más detallada del comportamiento de la red. Durante este período, surgieron herramientas como HP OpenView y IBM Tivoli que comenzaron a integrar capacidades de visualización más avanzadas, como mapas de red interactivos y dashboards personalizables [12]. A mediados de la década de 2000, el crecimiento exponencial del tráfico de datos y la adopción de tecnologías como el cloud computing y el Internet de las Cosas (IoT) plantearon nuevos desafíos para la gestión de redes. Protocolos como NetFlow y sFlow surgieron para proporcionar una visión más detallada del tráfico de red, permitiendo la recopilación de datos sobre flujos de tráfico en lugar de dispositivos individuales [13]. La visualización de información tuvo que evolucionar hacia técnicas más avanzadas, herramientas como SolarWinds NetFlow Traffic Analyzer y PRTG Network Monitor, ofrecieron representaciones gráficas del tráfico de red que incluyeron visualizaciones de flujos, mapas de calor y análisis de tendencias [14].

Con la llegada de las redes definidas por software (SDN) y la virtualización de funciones de red (NFV) en la década de 2010, la gestión de redes se volvió más dinámica y programable. Protocolos como OpenFlow permitieron a los administradores de redes controlar el comportamiento de la red mediante software. Esto requirió técnicas de visualización que pudieran representar no solo la infraestructura física, sino también los flujos de tráfico virtualizados y las políticas de red [15]. Herramientas como OpenDaylight y VMware vRealize Network Insight, incorporaron visualizaciones avanzadas que permiten a los administradores de redes monitorear y gestionar entornos híbridos y

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

multi-nube [16] [17]. En los últimos años, la integración de la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (ML) en la gestión de redes ha llevado a la evolución de protocolos y técnicas de visualización. Protocolos como gNMI (gRPC Network Management Interface) y Telemetry permiten la recopilación de datos en tiempo real y a gran escala, lo que ha impulsado el desarrollo de técnicas de visualización predictiva [18]. Herramientas como Cisco DNA Center y Aruba NetInsight utilizan estos protocolos para proporcionar visualizaciones que no solo muestran el estado actual de la red, sino que también predicen posibles fallos y recomiendan acciones correctivas [19]. Mirando hacia el futuro, los protocolos de gestión de redes están evolucionando hacia la gestión autónoma, donde las redes pueden auto-configurarse, auto-optimizarse y auto-repararse con mínima intervención humana. Esto requerirá técnicas de visualización aún más avanzadas, como la realidad aumentada (AR) y la visualización inmersiva, que permiten a los administradores de redes interactuar con representaciones tridimensionales de la infraestructura de red [20]. Además, la integración de la visualización con tecnologías emergentes como el edge computing y las redes 5G promete revolucionar aún más este campo.

La evolución de la visualización de información en la gestión de redes resumida en la Fig. 1, ha estado marcada por la necesidad de adaptarse a los cambios tecnológicos y a la creciente complejidad de las infraestructuras de red. Desde las primeras herramientas de visualización básica hasta las técnicas avanzadas de analítica visual y visualización predictiva, esta disciplina ha demostrado ser un componente. A medida que las redes continúen evolucionando, la visualización de información seguirá desempeñando un papel crítico en su gestión, seguridad y optimización.

Década	Características	Estándares	Hito
1980	Visualización básica de redes y detección de fallos.	SNMP (Simple Network Management Protocol): Estándar para monitorización.	Introducción de herramientas como HP OpenView
1990	Visualización dinámica del tráfico de red en tiempo real.	RMON (Remote Monitoring): Extensión de SNMP para análisis de tráfico.	Desarrollo de MRTG (Multi Router Traffic Grapher)
2000	Visualización avanzada y gestión integral de redes distribuidas.	NetFlow: Protocolo para la recopilación de datos de flujo de tráfico.	Aparición de herramientas como Cisco Network Assistant y SolarWinds
2010	Visualización centralizada y programable en redes definidas por software.	OpenFlow: Protocolo para redes definidas por software (SDN).	Adopción de SDN y herramientas como OpenFlow y OpenDaylight
2020	Visualización en tiempo real y analítica avanzada para redes complejas (IoT, 5G, cloud-native).	Telemetry: Estándar para la recopilación de datos en tiempo real.	Uso de dashboards interactivos y herramientas como Grafana y Kibana

Figura 1: Evolución de la visualización de información asociada a la gestión de redes.

3. TÉCNICAS DE VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN

La visualización de información es una disciplina que combina técnicas gráficas y analíticas para transformar datos complejos en representaciones visuales que facilitan su interpretación y análisis. Existen varios tipos de visualización que pueden ser adaptados a cada entorno, la elección adecuada dependerá del tipo de información y del mensaje que se desea transmitir [21].

Visualización Estática

La visualización estática es una de las formas más tradicionales y efectivas de representar datos en la gestión de redes. Estas visualizaciones son imágenes fijas que presentan información de manera clara y concisa, lo que las hace ideales para comunicar información rápidamente [22].

Gráficos de barras: Los gráficos de barras representan cantidades de diferentes categorías mediante barras rectangulares, donde la longitud de cada barra es proporcional al valor que representa [23]. En la gestión de redes,

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

son útiles para comparar métricas como el uso de ancho de banda por dispositivo o el tráfico generado por diferentes aplicaciones, como muestra la Fig. 2.

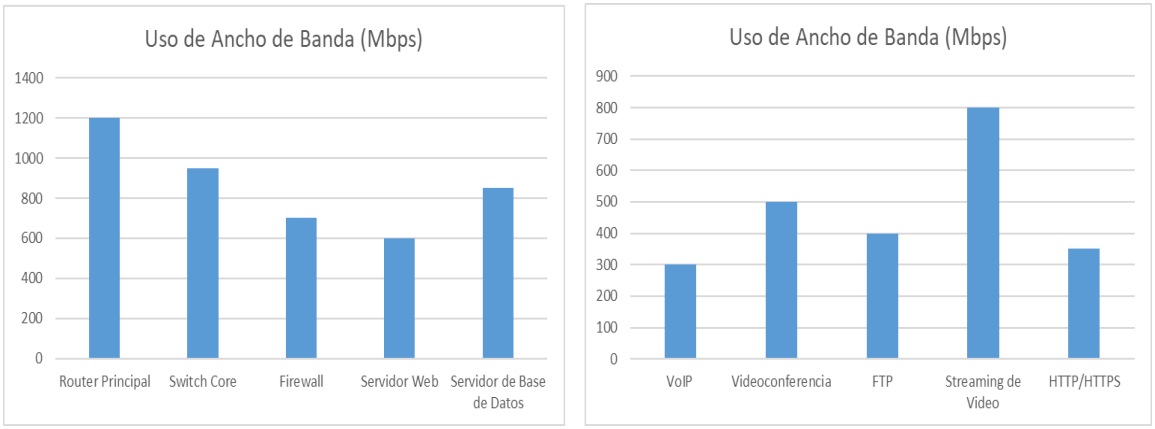

Figura 2: Comparación de Uso de Ancho de Banda de dispositivos y aplicaciones en un mismo periodo de tiempo.

Gráficos de líneas: Los gráficos de líneas muestran cómo cambian los datos a lo largo del tiempo, conectando puntos de datos individuales con una línea continua [24]. Esta técnica es ideal para observar tendencias o patrones en métricas como el uso de ancho de banda o la latencia, una muestra en la Fig. 3.

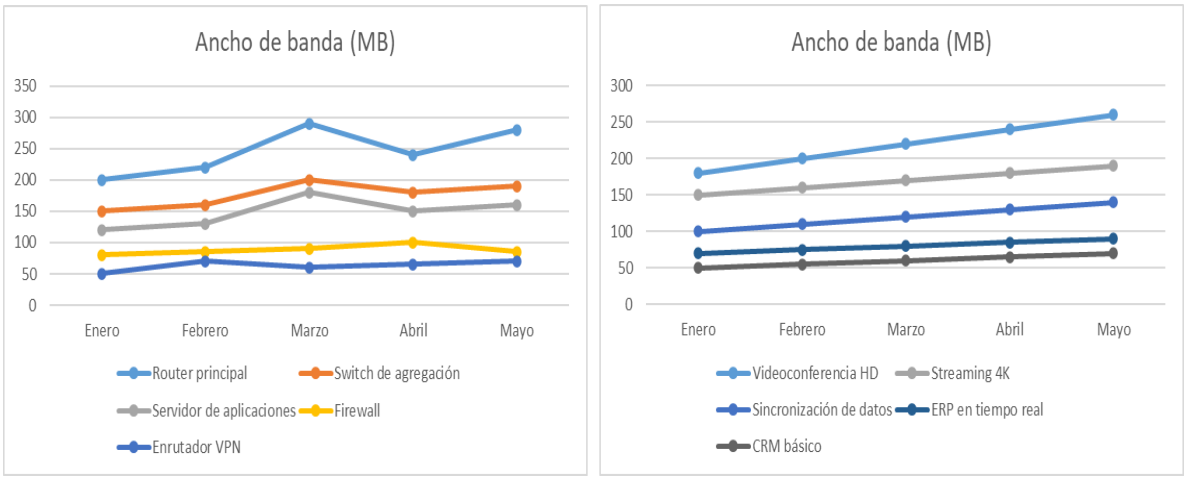

Figura 3: Patrones de uso de ancho de banda de dispositivos y servicios.

Diagramas de pastel: Los diagramas de pastel o circulares, representan proporciones o porcentajes dentro de un conjunto total, dividiendo un círculo en segmentos cuyo tamaño es proporcional a la cantidad que representan [25]. En la gestión de redes, son útiles para visualizar la distribución del tráfico entre diferentes protocolos o aplicaciones, como muestra la Fig. 4.

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

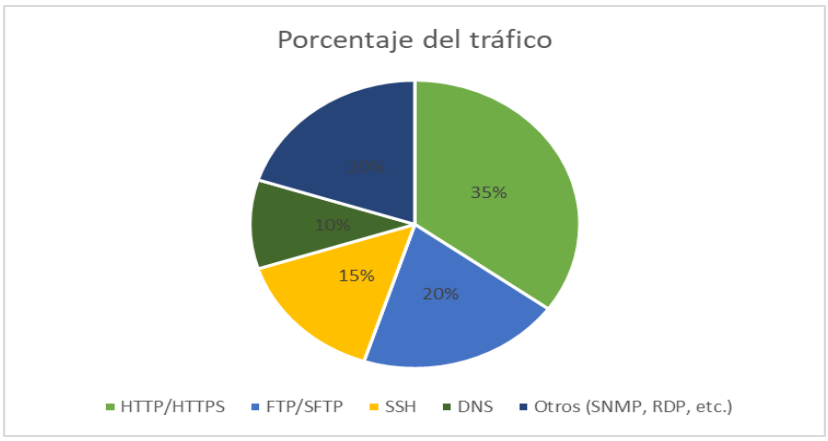

Figura 4: Porcentaje de tráfico de diferentes protocolos.

Histogramas: Los histogramas visualizan la distribución de un conjunto de datos dividiéndolos en intervalos. Cada barra en un histograma representa la frecuencia de los valores dentro de un rango específico [26]. En la gestión de redes, son útiles para analizar la distribución de métricas como la latencia o el tamaño de los paquetes, como se muestra en la Fig. 5.

Intervalo	Frecuencia
512	12
1024	18
1536	6
2048	6
2560	3
3072	2
3584	2
4096	2

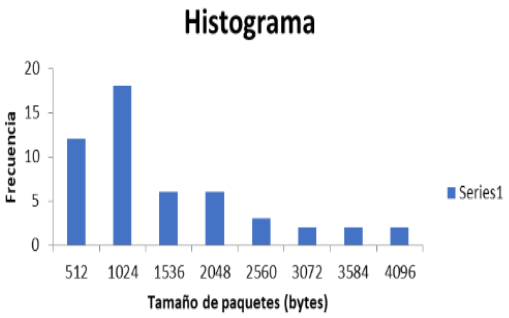

Figura 5: Frecuencia de tamaños de paquetes HTTP por intervalo de 512 bytes.

Visualización Interactiva

La visualización interactiva es una técnica avanzada que permite a los usuarios explorar y analizar datos de manera dinámica. A diferencia de las visualizaciones estáticas, las visualizaciones interactivas ofrecen la posibilidad de interactuar con los datos, filtrarlos, profundizar en detalles y personalizar la vista según las necesidades del usuario. En la gestión de redes, estas técnicas son especialmente útiles para monitorizar redes complejas, identificar problemas en tiempo real y tomar decisiones informadas [27].

Dashboards: Los dashboards (Tableros de control) son paneles de control interactivos que permiten a los usuarios monitorear y explorar datos en tiempo real, como se muestra en la Fig. 6. Estos tableros suelen incluir múltiples visualizaciones, como gráficos, tablas y mapas, que se actualizan automáticamente [28]. En la gestión de redes, los dashboards son esenciales para proporcionar una visión integral del estado de la red, permitiendo a los administradores identificar problemas rápidamente y tomar acciones correctivas.

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

Figura 6: Monitoreo de trazas y métricas de un servicio de hosting web.

Mapas interactivos: Los mapas interactivos, como muestra la Fig. 7, permiten explorar datos geoespaciales de forma dinámica. Los usuarios pueden ampliar la imagen, desplazarse e interactuar con los elementos del mapa para obtener información detallada [29]. En la gestión de redes, los mapas interactivos son útiles para visualizar la ubicación física de dispositivos, enlaces de red y problemas de conectividad.

Figura 7: Ubicación geográfica de los usuarios que acceden a un servicio web.

Gráficos interactivos: Los gráficos interactivos, como se muestra en la Fig. 8, permiten a los usuarios hacer clic, seleccionar o resaltar áreas de interés para obtener más detalles [28]. Estos gráficos son especialmente útiles para analizar grandes volúmenes de datos, ya que permiten a los usuarios explorar los datos de manera no lineal y personalizada.

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

Figura 8: Ejemplos de gráficos interactivos.

Visualización Geoespacial

La visualización geoespacial es una técnica que permite representar datos en un contexto geográfico, lo que resulta especialmente útil en la gestión de redes para analizar la distribución física de dispositivos, enlaces y tráfico. Estas visualizaciones no solo ayudan a identificar problemas de conectividad y rendimiento, sino que también facilitan la planificación y optimización de la infraestructura de red [30].

Mapas de calor: Los mapas de calor (Heatmaps) representan la densidad o intensidad de datos en una zona geográfica mediante el uso de colores [30]. En la gestión de redes, los mapas de calor son útiles para visualizar la distribución de variables como el tráfico de red, los errores de red o la actividad de los dispositivos. Un ejemplo de este tipo de diagrama se aprecia en la Fig. 9.

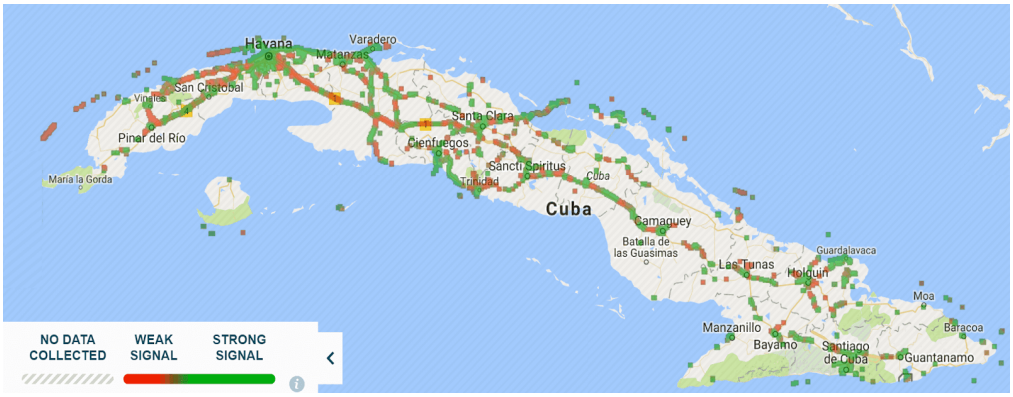

Figura 9: Mapa de cobertura móvil en Cuba.

Mapas de red: Los mapas de red muestran la infraestructura de redes de telecomunicaciones, con nodos que representan dispositivos de la red y enlaces que representan las conexiones entre ellos [30]. Estos mapas son esenciales para visualizar la topología de la red y entender las relaciones entre los dispositivos. Un ejemplo de este tipo de diagrama se aprecia en la Fig. 10.

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

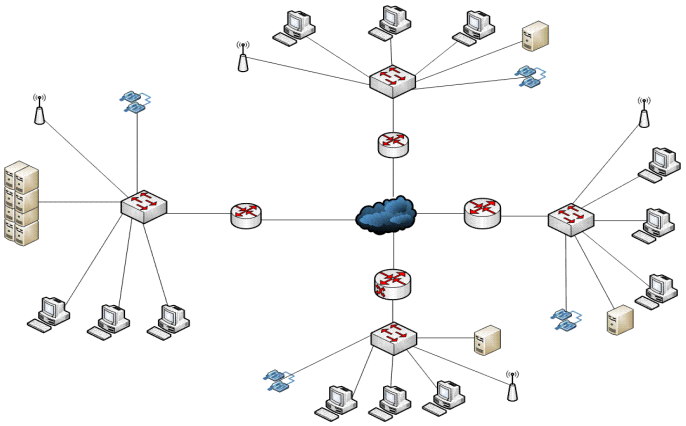

Figura 10: Mapa de la topología lógica de una red.

Mapas de ruta: Los mapas de ruta se utilizan para visualizar el recorrido de los datos a través de la red o las rutas de comunicación entre dispositivos [30]. Estos mapas son especialmente útiles para entender cómo los datos fluyen a través de la red y para identificar posibles problemas en las rutas de comunicación. Un ejemplo de este tipo de diagrama se aprecia en la Fig. 11.

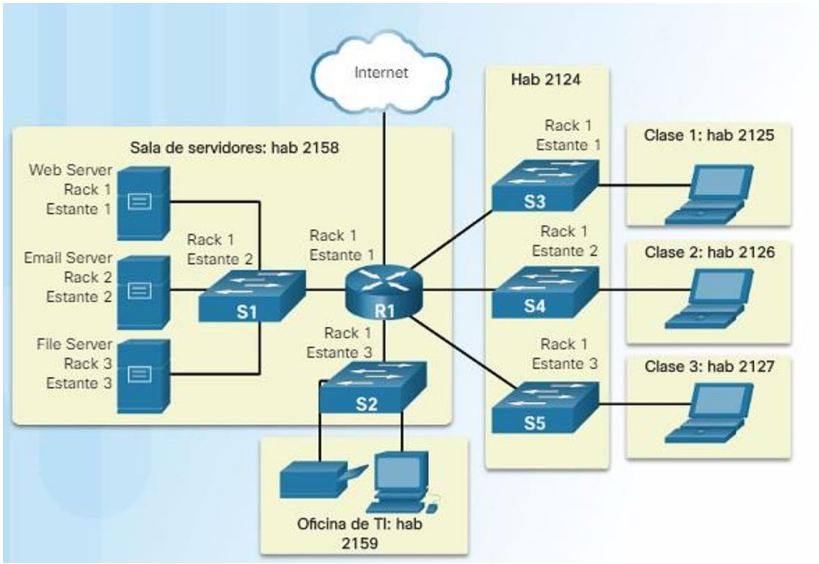

Figura 11: Mapa de la topología física de una red.

Visualización Temporal

La visualización temporal es una técnica que permite analizar cómo cambian los datos a lo largo del tiempo, lo que resulta esencial en la gestión de redes para monitorizar el comportamiento de la red, el tráfico de datos y el uso de recursos. Estas visualizaciones ayudan a identificar tendencias, patrones y anomalías, lo que facilita la toma de decisiones informadas y la planificación de acciones correctivas [31].

Gráficos de series temporales: Los gráficos de series temporales muestran cómo cambia una variable a lo largo del tiempo, conectando puntos de datos individuales con una línea continua. En la gestión de redes, estos gráficos son útiles para analizar métricas como el uso de ancho de banda, la latencia y la disponibilidad de la red. Un ejemplo de este tipo de diagrama se aprecia en la Fig. 12.

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

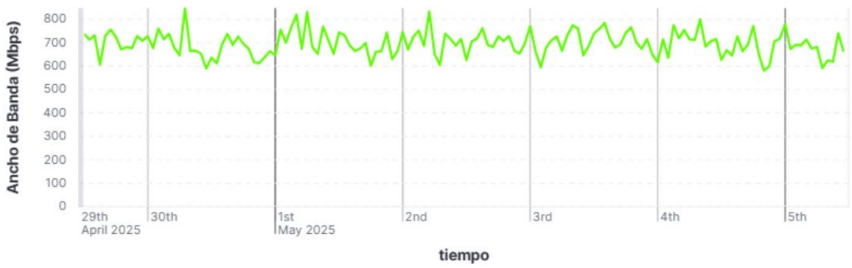

Figura 12: Ancho de banda consumido por un dispositivo en un periodo de 6 días.

Diagramas de Gantt: Los Diagramas de Gantt (Gantt Charts) son utilizados principalmente para la planificación y seguimiento de proyectos. Muestran las actividades a lo largo del tiempo, lo que permite visualizar la duración y el progreso de cada tarea [32]. En la gestión de redes, estos diagramas son útiles para planificar y monitorear proyectos de implementación o mantenimiento de la infraestructura de red. Un ejemplo de este tipo de diagrama se aprecia en la Fig. 13.

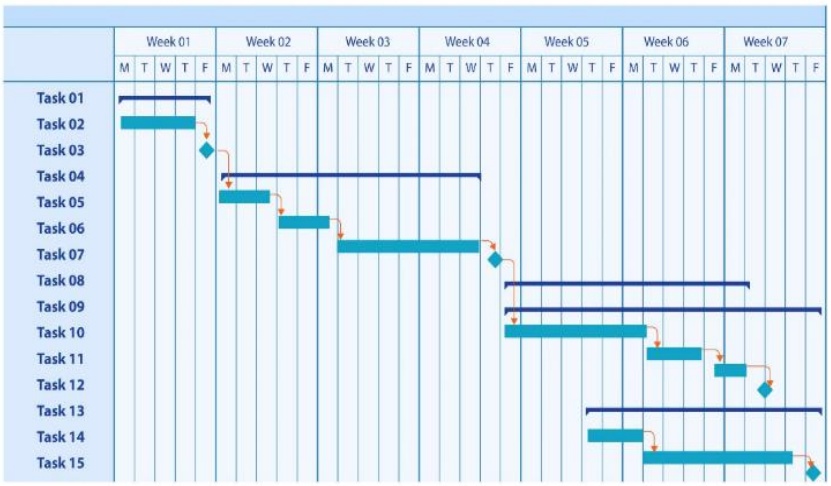

Figura 13: Ejemplo de Diagrama de Gantt para la planificación de un proyecto.

Diagrama de área: Los diagramas de área son similares a los gráficos de líneas, pero el área debajo de la línea está rellena con color. Esto los hace útiles para comparar varios elementos a lo largo del tiempo [24]. En la gestión de redes, los diagramas de área son útiles para visualizar y comparar el tráfico de diferentes aplicaciones o protocolos a lo largo del tiempo. Un ejemplo de este tipo de diagrama se aprecia en la Fig. 14.

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

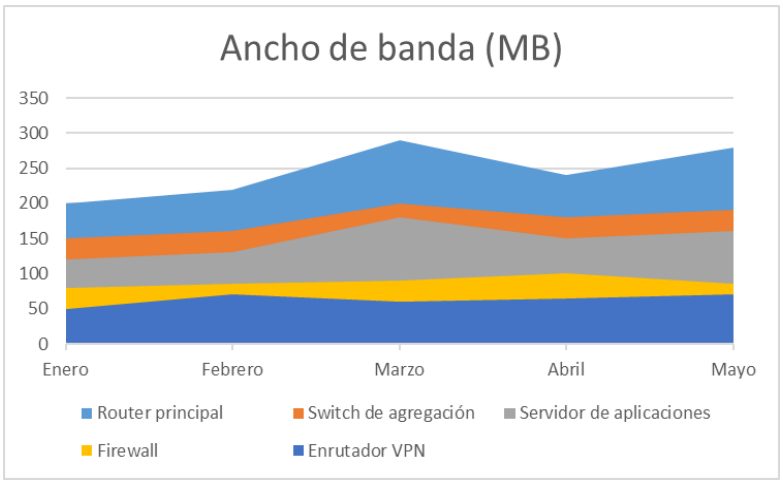

Figura 14: Ejemplo de diagrama de área del tráfico de diferentes dispositivos y servicios.

Visualización de Datos Multidimensionales

La visualización de datos multidimensionales es una técnica que permite analizar y representar relaciones complejas entre múltiples variables. En la gestión de redes, estas visualizaciones son esenciales para identificar patrones, correlaciones y anomalías en grandes volúmenes de datos [33].

Gráficos de dispersión: Los gráficos de dispersión (Scatter plots) se utilizan para representar la relación entre dos o más variables. Cada punto en el gráfico representa una observación, y su posición indica los valores de las variables. En la gestión de redes, estos gráficos son útiles para encontrar correlaciones o patrones entre métricas como el uso de ancho de banda, la latencia y el número de paquetes perdidos. Un ejemplo de este tipo de diagrama se aprecia en la Fig. 15.

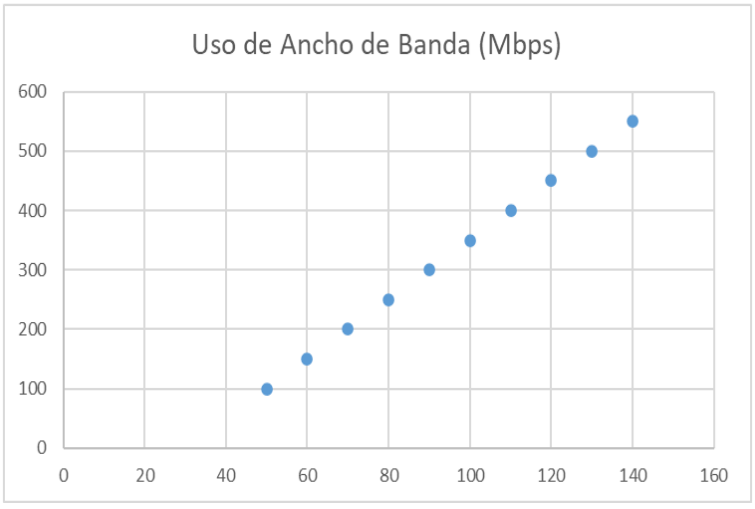

Figura 15: Relación entre las métricas recogidas en un intervalo de tiempo de las variables tiempo de respuesta en ms y ancho de banda en Mbps.

Matriz de correlación: La matriz de correlación muestra cómo se correlacionan varias variables entre sí. Es una herramienta útil en el análisis de grandes cantidades de datos para identificar patrones y relaciones. En la gestión de

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

redes, las matrices de correlación pueden ayudar a entender cómo diferentes métricas de red están relacionadas entre sí. Un ejemplo de este tipo de diagrama se aprecia en la Fig. 16.

Variables	Tiempo de Respuesta	Uso de Ancho de Banda	Dispositivos Conectado	Latencia	Tasa de Errores
Tiempo de Respuesta	1	0.85	0.72	0.9	0.65
Uso de Ancho de Banda	0.85	1	0.8	0.88	0.7
Dispositivos Conectados	0.72	0.8	1	0.75	0.6
Latencia	0.9	0.88	0.75	1	0.8
Tasa de Errores	0.65	0.7	0.6	0.8	1

Figura 16: Ejemplo de Matriz de correlación de métricas de red del centro de datos.

Diagramas de cajas: Los diagramas de cajas (Box plots) se utilizan para mostrar la distribución estadística de los datos, incluyendo la mediana, cuartiles y posibles valores atípicos. En la gestión de redes, estos diagramas son útiles para analizar la distribución de métricas como la latencia, el jitter o el tamaño de los paquetes. Un ejemplo se aprecia en la Fig. 17.

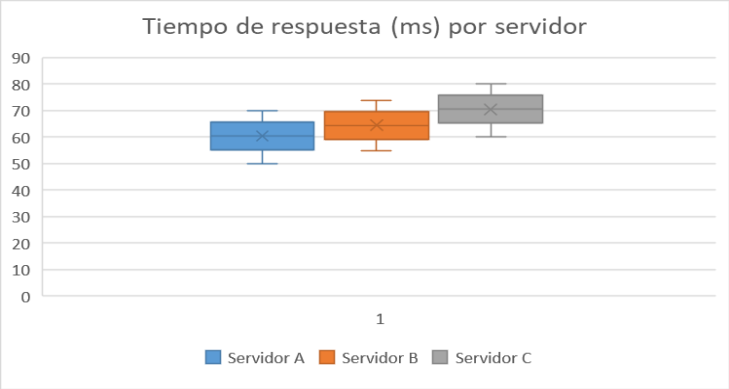

Figura 17: Distribución del tiempo de respuesta en servidores del centro de datos.

Visualización de Análisis Predictivo

La visualización de análisis predictivo combina técnicas de visualización con algoritmos de inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (ML) para predecir comportamientos futuros basados en datos históricos. En la gestión de redes, estas técnicas son esenciales para anticipar problemas, planificar capacidades y optimizar el rendimiento de la red [34].

Gráficos de tendencias: Los gráficos de tendencias representan cómo los datos pueden cambiar en el futuro basándose en la información histórica. Estos gráficos son útiles para prever el comportamiento de la red o el tráfico, lo que permite a los administradores de redes tomar decisiones proactivas.

Modelos predictivos: Los modelos predictivos utilizan algoritmos de IA y ML para predecir el comportamiento futuro de variables específicas, como el rendimiento de la red o el uso de ancho de banda. Los resultados de estos modelos se visualizan en gráficos dinámicos que permiten a los usuarios explorar y entender las predicciones.

Visualización de Incidentes y Alertas

La visualización de incidentes y alertas es una técnica esencial en la gestión de redes para identificar, monitorear y responder a problemas críticos en tiempo real. Estas visualizaciones permiten a los administradores de redes detectar rápidamente fallos, anomalías o eventos inesperados, lo que facilita una respuesta rápida y efectiva [35].

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

Alertas visuales: Las alertas visuales representan eventos o problemas críticos en la red mediante colores, iconos o indicadores de alerta. Estas alertas suelen integrarse en dashboards o tableros de control interactivos, lo que permite a los administradores de redes identificar rápidamente problemas y tomar acciones correctivas. Un ejemplo se aprecia en la Fig. 18.

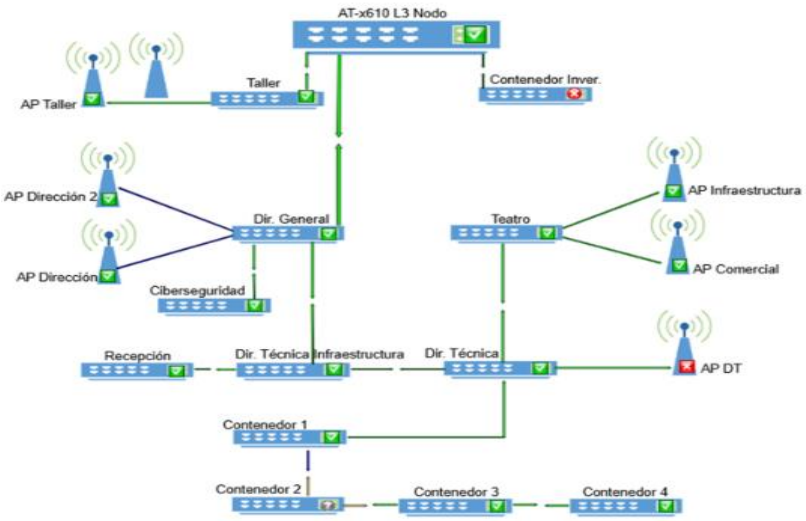

Figura 18 Ejemplo de alertas visuales en una red local

Mapas de incidentes: Los mapas de incidentes muestran ubicaciones geográficas donde ocurrieron fallos o incidencias. Estos mapas pueden incluir detalles sobre la gravedad o la naturaleza del problema, lo que permite identificar áreas problemáticas y tomar acciones correctivas basadas en la ubicación física de los dispositivos o enlaces afectados. Un ejemplo se aprecia en la Fig. 19.

Figura 19 Ejemplo de mapa de incidentes en dispositivos de interconexión de una red nacional.

Visualización de Agrupamiento

La visualización agrupamiento es una técnica que permite identificar patrones y relaciones en grandes volúmenes de datos al agrupar elementos similares. En la gestión de redes, estas técnicas son útiles para analizar el comportamiento de dispositivos, servicios o tráfico, lo que facilita la identificación de grupos con características similares y la detección de anomalías [36].

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

Diagramas de clusters: Los diagramas de clusters muestran cómo los datos se agrupan en diferentes categorías o clústeres, lo que ayuda a identificar grupos de nodos o servicios en la red que comparten características similares. Estos diagramas son útiles para analizar el comportamiento de dispositivos o tráfico en la red.

Mapas auto-organizados: Los mapas auto-organizados (Self-Organizing Maps, SOM) son una técnica de aprendizaje no supervisado que utiliza redes neuronales artificiales para agrupar datos. Estos mapas muestran cómo se organizan los datos en un espacio bidimensional, lo que permite identificar patrones y relaciones.

La visualización de información, en sus diversas formas y técnicas, se ha consolidado como una herramienta indispensable en la gestión de redes. Desde las visualizaciones estáticas hasta las técnicas más avanzadas, cada enfoque aporta un valor único para comprender, analizar y optimizar el comportamiento de las redes. Estas técnicas no solo permiten a los administradores de redes identificar problemas y tomar decisiones, sino que también facilitan la detección de patrones, tendencias y anomalías que podrían pasar desapercibidas en un análisis convencional.

La evolución de las redes, impulsada por tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), las redes 5G y la inteligencia artificial, ha incrementado la complejidad de los entornos de red. En este contexto, la visualización de información se ha adaptado para ofrecer soluciones más robustas y escalables, capaces de manejar grandes volúmenes de datos en tiempo real y proporcionar insights accionables. Sin embargo, para que estas técnicas sean efectivas, es fundamental integrarlas en un marco de gestión estructurado y bien definido. Aquí es donde entra en juego la Arquitectura de Gestión de Telecomunicaciones (TMN, por sus siglas en inglés) que se muestra en la Fig. 20, un marco de referencia ampliamente utilizado en la gestión de redes [37]. La TMN proporciona un enfoque jerárquico y organizado para la gestión de redes, lo que permite una integración efectiva de las técnicas de visualización en los procesos de monitorización, control y optimización.

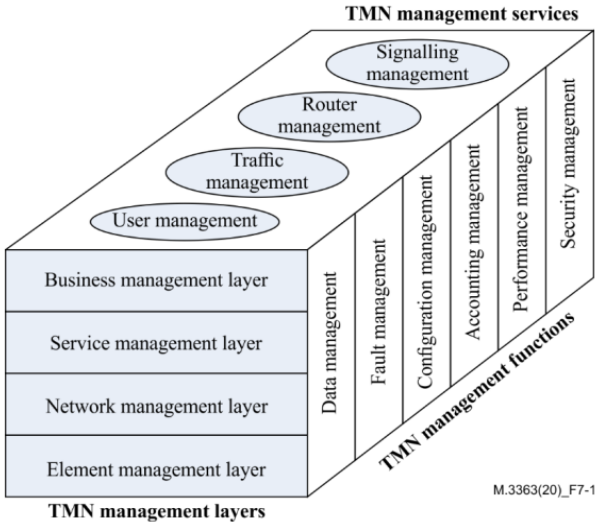

Figura 20 Arquitectura lógica mejorada del servicio de gestión de la TMN [37]

Sin embargo, no todas las visualizaciones son igualmente efectivas en todos los casos. Es esencial analizar cada situación para seleccionar la visualización que mejor comunique los datos y facilite su interpretación. Cada capa y área de la TMN tiene necesidades específicas, y las visualizaciones deben adaptarse a los datos que se desean transmitir y al público al que van dirigidas. Un análisis cuidadoso de cada situación garantiza que las visualizaciones no solo sean atractivas, sino también útiles y precisas. Poder visualizar datos y contar historias con ellos es clave para convertirlos en información que se puede utilizar para:

Monitoreo de la red: Representa cómo se visualizan los componentes de la red para asegurar que todo esté funcionando bien.

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

Análisis de Rendimiento en Tiempo Real: Facilita la capacidad de ver el rendimiento de la red en tiempo real y cómo impacta la toma de decisiones.

Detección y Respuesta ante Fallos: Permite identificar y resolver problemas rápidamente. Facilita la identificación de fallos y su corrección de manera eficiente.

Optimización Proactiva de la Red: La visualización de información ayuda a predecir y mejorar el rendimiento de la red antes de que ocurran problemas.

Monitoreo de Calidad de Servicio: Permite ver cómo se afectan los servicios de telecomunicaciones y asegurar una calidad constante.

4. HERRAMIENTAS Y TENDENCIAS FUTURAS

Con el surgimiento de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial (IA), la virtualización de funciones de red (NFV) y la computación en el borde (edge computing), las herramientas y técnicas de visualización están evolucionando rápidamente. Muchas de estas son mencionadas como líderes en el Cuadrante mágico de Gartner® de 2024™ para plataformas de observabilidad que muestra en la Fig. 21.

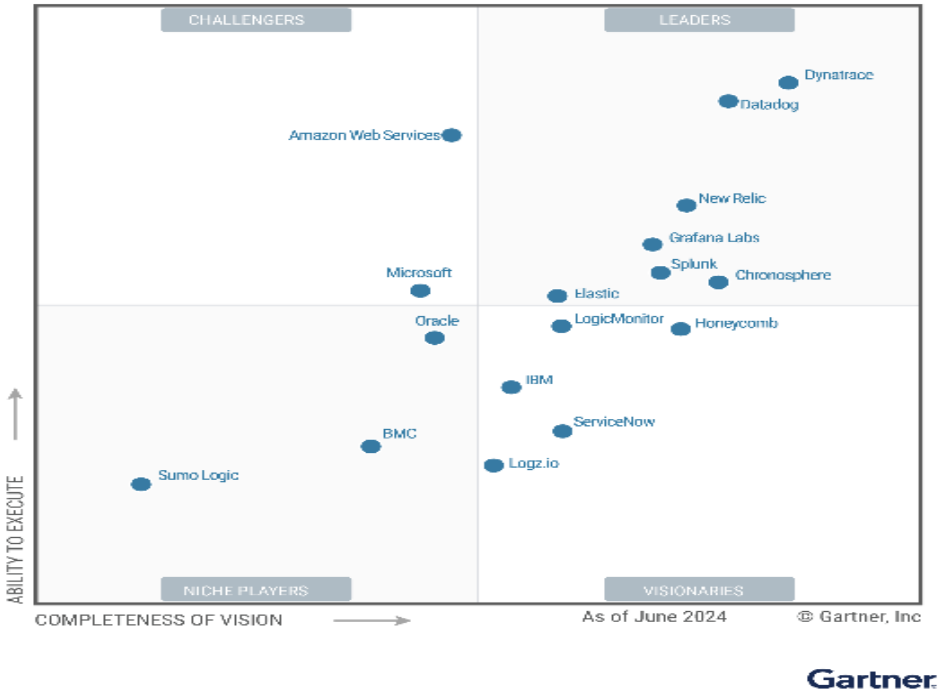

Figura 21 Cuadrante mágico de Gartner para plataformas de observabilidad [38]

Grafana: Es una plataforma de código abierto para la visualización y monitoreo de métricas. Es altamente personalizable y se integra con una amplia variedad de fuentes de datos, como bases de datos temporales (por ejemplo, Prometheus, InfluxDB) y APIs.

Kibana: Es una herramienta de visualización de datos diseñada para trabajar con Elasticsearch. Se utiliza principalmente para explorar, analizar y visualizar datos en forma de logs y métricas.

Tableu: Es una herramienta de visualización de datos empresarial que permite crear dashboards y reportes interactivos. Es ampliamente utilizado en entornos corporativos para análisis de datos complejos.

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

TELEMÁTICA
REVISTA DIGITAL de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
Revista Telemática. Vol. No. 23, 2024, p. 76- 93 ISSN 1729-3804

Power BI: Es una herramienta de análisis de datos desarrollada por Microsoft. Permite crear informes y dashboards interactivos con integración nativa en el ecosistema Microsoft.

Nagios: Es una herramienta de monitoreo de infraestructura de código abierto. Es ampliamente utilizado para supervisar servidores, redes y aplicaciones.

PRTG Network Monitor: Es una herramienta de monitoreo de red todo en uno, desarrollada por Paessler. Es conocida por su facilidad de uso y configuración rápida. Permite monitoreo de ancho de banda, tráfico, dispositivos y aplicaciones.

Zabbix: Es una herramienta de monitoreo de red de código abierto. Es altamente escalable y se utiliza para supervisar infraestructuras grandes y complejas.

Prometheus: Es un sistema de monitoreo y alerta de código abierto diseñado para aplicaciones e infraestructuras modernas.

Splunk: Es una plataforma de análisis de datos que permite buscar, monitorear y analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real. Permite análisis de logs y métricas, dashboards y alertas personalizables.

Todas estas herramientas de visualización avanzada y muchas más son opciones utilizables para realizar una gestión eficiente de la red en cada una de sus capas y áreas funcionales. A medida que evolucionan las redes estas herramientas deberán adaptarse y surgir nuevas que permitan la integración de tecnologías emergentes como la realidad aumentada (AR) y la computación cuántica en la visualización de redes. Ambas tecnologías están en etapas diferentes de madurez, pero tienen el potencial de transformar la industria de las telecomunicaciones y muchas otras áreas.

La AR es una tecnología que superpone información digital (como imágenes, texto o gráficos) sobre el mundo físico en tiempo real. A diferencia de la realidad virtual (VR), que crea un entorno completamente digital, la AR combina elementos virtuales con el entorno real. Utiliza dispositivos como smartphones, tablets, gafas AR o cascos especiales, mediante cámaras y sensores, el dispositivo captura el entorno físico y un software procesa la información y superpone elementos digitales sobre la imagen real. De esta forma un técnico de redes podría usar gafas AR para ver la topología de la red superpuesta sobre los dispositivos físicos, facilitando la identificación de problemas y la configuración de equipos [39].

La computación cuántica es un paradigma de computación que utiliza los principios de la mecánica cuántica para procesar información. A diferencia de las computadoras clásicas, que usan bits (0 o 1), las computadoras cuánticas usan qubits, que pueden estar en superposición (ser 0, 1 o ambos al mismo tiempo). Una de las ventajas de esto es que usa procesamiento paralelo y permite resolver problemas complejos mucho más rápido que las computadoras clásicas. Es ideal para problemas de optimización, como la planificación de rutas o la gestión de recursos. Acelera el entrenamiento de modelos de machine learning y mejora la resolución de problemas de clasificación y reconocimiento de patrones. La computación cuántica podría usarse para optimizar el enrutamiento de datos en redes complejas, reducir la latencia y mejorar la eficiencia energética [40].

5. CONCLUSIONES

La visualización de información en la gestión de redes ha evolucionado significativamente, transformándose en una herramienta indispensable para la toma de decisiones y la optimización de operaciones. A lo largo de esta investigación, se ha evidenciado cómo las técnicas y herramientas de visualización han pasado de ser simples gráficos a sistemas dinámicos e interactivos, capaces de integrar grandes volúmenes de datos en tiempo real. Herramientas como Grafana, Kibana, Tableau y Power BI han demostrado su eficacia al permitir a los administradores de redes monitorear, analizar y predecir comportamientos de manera más eficiente. Además, la incorporación de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, ha elevado el potencial de la visualización, permitiendo no solo representar datos, sino también identificar patrones, anomalías y tendencias de manera proactiva. Sin embargo, la correcta aplicación de estas herramientas depende de un análisis cuidadoso de las necesidades específicas de cada capa y área de la TMN. No todas las visualizaciones son adecuadas para todos los contextos; por ejemplo, un diagrama de cajas puede ser ideal para analizar la distribución de métricas de rendimiento, mientras que un mapa de topología es más útil para visualizar la estructura de la red. La elección de la herramienta y técnica adecuada debe basarse en el tipo de datos, el público objetivo y el propósito de la visualización. Esto subraya la

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

importancia de no solo adoptar tecnologías avanzadas, sino también de entender cómo y cuándo utilizarlas para maximizar su impacto.

En cuanto al futuro, las tendencias apuntan hacia una mayor integración de tecnologías como la realidad aumentada y la computación cuántica, las cuales prometen revolucionar la forma en que visualizamos y gestionamos las redes. La realidad aumentada, por ejemplo, podría permitir a los técnicos interactuar con representaciones tridimensionales de la red, mientras que la computación cuántica podría optimizar procesos complejos en tiempo récord. En conclusión, la visualización de información no es solo una herramienta de representación, sino un puente entre los datos y la acción, y su evolución continuará siendo clave para enfrentar los desafíos de las redes de telecomunicaciones del mañana.

RECONOCIMIENTOS

El autor desea agradecer a la profesora Dra. Ing. Caridad Emma Anias Calderon por todos sus conocimientos compartidos, y el resto de los compañeros aspirantes del programa de Maestría de Telecomunicaciones.

REFERENCIAS

[1] V. T. Guimarães, C. M. D. S. Freitas, R. Sadre, L. M. R. Tarouco and L. Z. Granville, "A Survey on Information Visualization for Network and Service Management," in IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 18, no. 1, pp. 285-323, Firstquarter 2016, doi: 10.1109/COMST.2015.2450538.
[2] M. Bănică and V. Croitoru, "Network Visualization for Optical Transport Networks," 2020 22nd International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), Bari, Italy, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICTON51198.2020.9203520.
[3] Aamir, A., Tamosiunaite, M., & Wörgötter, F. (2022). Caffe2Unity: Immersive Visualization and Interpretation of Deep Neural Networks. Electronics, 11(1), 83. https://doi.org/10.3390/electronics11010083
[4] W. Hu and Z. Zhang, "Computer-Aided Visualization Design of Graphic Information in New Media under the Background of 5G Era," 2020 2nd International Conference on Information Technology and Computer Application (ITCA), Guangzhou, China, 2020, pp. 33-36, doi: 10.1109/ITCA52113.2020.00014.
[5] E. Kim and Y. -i. Choi, "Session and Service Continuity Visualization Monitoring System for 5G Network," 2020 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), Jeju, Korea (South), 2020, pp. 995-1000, doi: 10.1109/ICTC49870.2020.9289255.
[6] Z. Liu, K. Zhang, Y. Zheng and L. Zheng, "Research on the Application of Visualization Methods in the Training Process of Neural Networks," 2024 4th International Symposium on AI (ISAI), Chengdu, China, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISAI63299.2024.00010.
[7] C. Ware, "Information Visualization: Perception for Design," 4th ed., Morgan Kaufmann, 2020.
[8] W. Cui, "Visual Analytics: A Comprehensive Overview," in IEEE Access, vol. 7, pp. 81555-81573, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2923736.
[9] J. Case et al., "A Simple Network Management Protocol (SNMP)," RFC 1157, May 1990. (Introducción y fundamentos de SNMP).
[10] T. Oetiker, "MRTG: Multi Router Traffic Grapher," Proceedings of the 12th Systems Administration Conference (LISA '98), 1998. (Herramientas tempranas de visualización de tráfico de red).
[11] S. Waldbusser, "Remote Network Monitoring Management Information Base," RFC 2819, May 2000. (Descripción del protocolo RMON).
[12] HP, "HP OpenView: Network Management Solutions," 2005. (Herramientas de gestión y visualización basadas en RMON).
[13] B. Claise, "Cisco Systems NetFlow Services Export Version 9," RFC 3954, October 2004. (Descripción del protocolo NetFlow).
[14] SolarWinds, "NetFlow Traffic Analyzer: Features and Capabilities," 2023. Disponible en: https://www.solarwinds.com/netflow-traffic-analyzer. (Herramientas de visualización basadas en NetFlow).
[15] N. McKeown et al., "OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks," ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol. 38, no. 2, pp. 69-74, 2008. (Introducción a OpenFlow y SDN).
[16] VMware, "vRealize Network Insight: Network Visibility and Analytics," 2023. Disponible en: https://www.vmware.com/products/vrealize-network-insight.html. (Visualización en redes definidas por software y virtualización).

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

[17] VMware, "vRealize Network Insight: Network Visibility and Analytics," 2023. Disponible en: https://www.vmware.com/products/vrealize-network-insight.html. (Visualización en redes definidas por software).
[18] A. Bierman et al., "Network Management Datastore Architecture (NMDA)," RFC 8342, March 2018. (Descripción de gNMI y Telemetry).
[19] Cisco, "Cisco DNA Center: AI-Driven Network Management," 2023. Disponible en: https://www.cisco.com/c/en/us/products/cloud-systems-management/dna-center/index.html. (Visualización predictiva basada en IA).
[20] J. Lee et al., "Emerging Trends in Network Visualization for 5G and IoT," IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 10, pp. 7890-7901, 2021. DOI: 10.1109/JIOT.2021.3056789. (Tendencias futuras en visualización de redes).
[21] J. J. Cuadrado-Gallego, Y. Demchenko, M. A. Losada and O. Ormandjieva, "Classification and Analysis of Techniques and Tools for Data Visualization Teaching," 2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Vienna, Austria, 2021, pp. 1593-1599, doi: 10.1109/EDUCON46332.2021.9453917.
[22] C. Xiong, J. Shapiro, J. Hullman and S. Franconeri, "Illusion of Causality in Visualized Data," in IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 26, no. 1, pp. 853-862, Jan. 2020, doi: 10.1109/TVCG.2019.2934399.
[23] Miro, "¿Qué es un gráfico de barras? - Tipos y ejemplos," 2024. [En línea]. Disponible: https://miro.com/es/graficos/que-es-grafico-barras/. [Accedido: 24-Mar.-2025].
[24] Excel para Todos, "Gráfico de líneas en Excel: Qué es, cómo crearlo y ejemplos," 2023. [En línea]. Disponible: https://excelparatodos.com/grafico-de-lineas/. [Accedido: 24-Mar.-2025].
[25] TuDashboard, "Gráfica de pastel: Qué es, cómo crearla y ejemplos prácticos," 2023. [En línea]. Disponible: https://tudashboard.com/grafica-de-pastel/. [Accedido: 24-Mar.-2025].
[26] GeeksforGeeks, "Histogram - Understanding and Creating Histograms", 2023. [En línea]. Disponible: https://www.geeksforgeeks.org/histogram/. [Accedido: 24-Mar.-2025].
[27] R. Toledo, "Interactive Graph Exploration for Comprehension of Static Analysis Results," 2021 IEEE/ACM 43rd International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings (ICSE-Companion), Madrid, ES, 2021, pp. 284-286, doi: 10.1109/ICSE-Companion52605.2021.00129.
[28] P. Yermalovich, "Dashboard Visualization Techniques in Information Security," 2020 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC), Montreal, QC, Canada, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/ISNCC49221.2020.9297291.
[29] BetterEvaluation, "Interactive mapping (Mapeo interactivo)", 2023. [En línea]. Disponible: https://www.betterevaluation.org/methods-approaches/methods/interactive-mapping. [Accedido: 24-Mar.-2025].
[30] K. K. Lwin, Y. Sekimoto, W. Takeuchi and K. Zettsu, "City Geospatial Dashboard: IoT and Big Data Analytics for Geospatial Solutions Provider in Disaster Management," 2019 International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM), Paris, France, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICT-DM47966.2019.9032921.
[31] Q. Chen, F. Sun, X. Xu, Z. Chen, J. Wang and N. Cao, "VizLinter: A Linter and Fixer Framework for Data Visualization," in IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 28, no. 1, pp. 206-216, Jan. 2022, doi: 10.1109/TVCG.2021.3114804.
[32] Celoxis, "Gantt Charts in Project Management: A Comprehensive Guide," 2023. [En línea]. Disponible: https://www.celoxis.com/article/gantt-charts-project-management. [Accedido: 24-Mar.-2025].
[33] J. Comba and D. Weiskopf, "The Past and Future of Visualization for Computing in Science and Engineering," in Computing in Science & Engineering, vol. 22, no. 3, pp. 94-99, 1 May-June 2020, doi: 10.1109/MCSE.2020.2986694.
[34] J. Grambau, A. Hitzges and B. Otto, "Reference Architecture framework for enhanced social media data analytics for Predictive Maintenance models," 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), Valbonne Sophia-Antipolis, France, 2019, pp. 1-8, doi: 10.1109/ICE.2019.8792678.
[35] B. Burr, S. Wang, G. Salmon and H. Soliman, "On the Detection of Persistent Attacks using Alert Graphs and Event Feature Embeddings," NOMS 2020 - 2020 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium, Budapest, Hungary, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/NOMS47738.2020.9110439.
[36] H. Sassa, T. Itoh and M. Yoshida, "3D Visualization of Network Including Nodes with Labels," 2019 23rd International Conference Information Visualisation (IV), Paris, France, 2019, pp. 19-24, doi: 10.1109/IV.2019.00013.

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele

[37] ITU-T, "M.3363: TMN interface requirements for the Qx, Q3 and X interfaces", Ed. 2.0, International Telecommunication Union, Jan. 2024.
[38] Visibility Platforms, "Observability Platforms: The Evolving Landscape of Gartner's Magic Quadrant," Visibility Platforms Blog, 2023. [En línea]. Disponible: https://www.visibilityplatforms.com/post/observability-platforms-the-evolving-landscape-of-gartner-s-magic-quadrant. [Accedido: 24-Mar.-2025].
[39] S. Zollmann, T. Langlotz, R. Grasset, W. H. Lo, S. Mori and H. Regenbrecht, "Visualization Techniques in Augmented Reality: A Taxonomy, Methods and Patterns," in IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 27, no. 9, pp. 3808-3825, 1 Sept. 2021, doi: 10.1109/TVCG.2020.2986247
[40] S. K. Sood and Pooja, "Quantum Computing Review: A Decade of Research," in IEEE Transactions on Engineering Management, vol. 71, pp. 6662-6676, 2024, doi: 10.1109/TEM.2023.3284689.

SOBRE LOS AUTORES

Ailin Virgen Padrón Guerra, Ing. Telecomunicaciones y Electrónica, especialista en servicios de Centro de datos de la división de Infraestructura de La empresa de tecnologías de la información de Biocubafarma (ETI), ailinvpg@gmail.com, ORCID: https://orcid.org/0009-0000-7634-6399

Esta revista provee acceso libre inmediato a su contenido bajo el principio de hacer disponible gratuitamente investigación al público. Los contenidos de la revista se distribuyen bajo una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License. Se permite la copia y distribución de sus manuscritos por cualquier medio, siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores y no se haga uso comercial de las obras.

Manuscrito recibido: 02-04-2025, aceptado: 06-05-2025
Sitio web:http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele