INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:

Periocidad trimestral Enero-Marzo, Volumen 4, Numero 1, Años (2026), Pág. 28-41

Fecha de recepción: 2025-12-06

Fecha de aceptación: 2026-01-06

Fecha de publicación: 2026-02-06

Monitoreo de salud de red mediante telemetría de estado y análisis de series temporales

Fernanda Cecibel García Vera

fg2395856@gmail.com

https://orcid.org/0009-0000-9794-139X

Universidad de Cuenca

Cuenca - Ecuador

Resumen:

El monitoreo de la salud de red en entornos digitales complejos presenta limitaciones derivadas de la heterogeneidad de los datos, la variabilidad del tráfico y la dificultad para anticipar fallos en tiempo real, lo que exige enfoques analíticos avanzados basados en telemetría de estado y series temporales. El objetivo del estudio fue analizar el comportamiento de la salud de red mediante la integración de telemetría de estado y modelos estadísticos de series temporales para fortalecer la predicción y detección de anomalías. La metodología fue cuantitativa, no experimental y longitudinal, basada en datos secundarios de organismos nacionales e internacionales, aplicando estadística descriptiva, correlación de Pearson, regresión lineal múltiple y modelo ARIMA. Los principales resultados evidenciaron patrones de tendencia y estacionalidad en la latencia y el ancho de banda, una correlación positiva entre tráfico y degradación del rendimiento, una capacidad explicativa significativa del modelo de regresión y una alta capacidad predictiva del modelo ARIMA para anticipar picos de congestión. Asimismo, la detección de anomalías permitió identificar desviaciones críticas en el comportamiento del sistema. En conjunto, se confirma que la integración de telemetría y análisis temporal fortalece el monitoreo predictivo y la gestión proactiva de redes.

Palabras clave: telemetría de estado, salud de red, series temporales, ARIMA, regresión múltiple, anomalías.

Network health monitoring through state telemetry and time series analysis

Abstract:

INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:

Network health monitoring in complex digital environments is challenged by data heterogeneity, traffic variability, and the difficulty of real-time fault prediction, requiring advanced analytical approaches based on state telemetry and time series analysis. The objective of this study was to analyze network health behavior by integrating state telemetry and statistical time series models to enhance prediction and anomaly detection. A quantitative, non-experimental, longitudinal design was applied using secondary data from national and international organizations, employing descriptive statistics, Pearson correlation, multiple linear regression, and ARIMA modeling. Key results revealed trend and seasonality patterns in latency and bandwidth, a positive correlation between traffic and performance degradation, significant explanatory power of the regression model, and strong predictive capability of ARIMA in forecasting congestion peaks. Additionally, anomaly detection identified critical deviations in system behavior. Overall, the integration of telemetry and time series analysis strengthens predictive monitoring and proactive network management.

Keywords: state telemetry, network health, time series, ARIMA, multiple regression, anomalies.

Introducción

En el contexto de la transformación digital y la creciente complejidad de las infraestructuras tecnológicas, el monitoreo de la salud de red se ha consolidado como un componente estratégico para garantizar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los sistemas de información. La evolución hacia arquitecturas distribuidas, redes definidas por software y entornos basados en Internet de las Cosas ha incrementado exponencialmente el volumen, velocidad y variedad de datos generados por los dispositivos de red, lo que exige enfoques analíticos avanzados para su gestión e interpretación. En este escenario, la telemetría de estado emerge como una tecnología clave al permitir la recopilación continua y granular de métricas operativas en tiempo real, facilitando una visión integral del comportamiento de la red (Rodríguez, 2022).

Desde una perspectiva analítica, el uso de técnicas de series temporales ha demostrado ser fundamental para la detección de patrones, tendencias y anomalías en los datos generados por sistemas dinámicos. Estos modelos permiten capturar dependencias temporales y estructuras estacionales, lo que resulta esencial para anticipar fallos, optimizar el rendimiento y mejorar la toma de decisiones en entornos de red. En este sentido, investigaciones recientes destacan la aplicabilidad de modelos como ARIMA, SARIMA y enfoques híbridos con aprendizaje automático para el análisis predictivo, subrayando la importancia de seleccionar adecuadamente el modelo en función de la naturaleza de los datos (Guallo, 2023).

Asimismo, el análisis de series temporales ha sido ampliamente utilizado en diversos campos científicos, evidenciando su versatilidad para modelar fenómenos complejos caracterizados por variabilidad y dependencia temporal. En el ámbito tecnológico, estas metodologías permiten no solo describir el comportamiento histórico de los sistemas, sino también generar pronósticos confiables que contribuyen a la gestión proactiva de la infraestructura digital. De acuerdo con Cabrera (2021), la capacidad predictiva de estos modelos radica en su habilidad para identificar estructuras subyacentes en los datos, tales como tendencias, ciclos y componentes aleatorios, lo cual resulta determinante para la planificación y control de sistemas complejos.

INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:

En este marco, la integración de la telemetría de estado con el análisis de series temporales configura un enfoque innovador para el monitoreo inteligente de redes, permitiendo la transición de modelos reactivos hacia esquemas predictivos y autónomos. Este paradigma facilita la detección temprana de degradaciones en el rendimiento, la identificación de comportamientos anómalos y la optimización continua de los recursos tecnológicos. No obstante, persisten desafíos asociados a la calidad de los datos, la heterogeneidad de las fuentes de información y la necesidad de modelos analíticos más precisos y adaptativos, lo que abre nuevas líneas de investigación en el campo de la analítica avanzada aplicada a redes.

En consecuencia, esta investigación se orienta a analizar el monitoreo de salud de red mediante telemetría de estado y análisis de series temporales, considerando su potencial para mejorar la eficiencia operativa y la resiliencia de las infraestructuras tecnológicas. Para ello, se aborda el problema desde una perspectiva analítica y tecnológica, integrando fundamentos teóricos, métodos de modelado temporal y enfoques de análisis predictivo que permitan contribuir al desarrollo de sistemas de monitoreo más inteligentes, automatizados y orientados a la toma de decisiones en tiempo real.

Telemetría de estado, observabilidad y gestión inteligente de la red

El monitoreo de salud de red constituye una función crítica dentro de la administración de infraestructuras digitales, debido a que permite identificar alteraciones en disponibilidad, latencia, pérdida de paquetes, consumo de recursos, comportamiento del tráfico y eventos anómalos antes de que estos comprometan la continuidad operativa. En este campo, la telemetría de estado representa una evolución frente a los esquemas tradicionales de sondeo, ya que favorece la recolección continua, granular y estructurada de datos provenientes de dispositivos, gateways, sensores, conmutadores y servicios distribuidos. Desde esta perspectiva, el valor de la telemetría no radica únicamente en capturar información, sino en convertirla en insumo analítico para la toma de decisiones técnicas en tiempo casi real. En esa dirección, Macias et al. (2021) sostienen que los entornos IoT requieren mecanismos multiprotocolo capaces de integrar diferentes tecnologías inalámbricas y reenviar datos hacia plataformas de análisis, mientras que Flores-Cortez y Gonzales Crespin (2023) muestran que la telemetría aplicada al seguimiento de activos móviles permite capturar variables de peso y localización de forma permanente, fortaleciendo el control operativo. A su vez, Gordillo Agudelo et al. (2022) plantean que la selección de plataformas de monitoreo debe considerar interoperabilidad, capacidad analítica y adaptabilidad a los fines del sistema, lo cual resulta plenamente transferible al análisis de salud de red. Estas líneas de trabajo evidencian que la telemetría de estado no debe entenderse como una función aislada de captura, sino como una capa estratégica de observabilidad que integra adquisición, transmisión, almacenamiento, visualización y evaluación continua de eventos.

En términos arquitectónicos, la telemetría de estado se articula con modelos de observabilidad que combinan dispositivos de borde, nodos intermedios, brokers de mensajería, bases de datos temporales y paneles gráficos. Bajo esta lógica, la calidad del monitoreo depende de la consistencia del flujo de datos entre la fuente y el repositorio analítico. Macias et al. (2021) destacan el papel del protocolo MQTT en la difusión eficiente de datos con bajo consumo de recursos, lo que aporta una ventaja significativa en escenarios donde se requiere transmisión sostenida y liviana. De modo complementario, Becerra Tapia et al. (2023) demuestran que la interconexión entre

INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:

sensores, ESP32, Raspberry Pi, MQTT y Firebase permite construir sistemas de adquisición y trazabilidad de datos en tiempo real, reforzando la pertinencia de una arquitectura distribuida. En el mismo sentido, Hernández-Rodríguez et al. (2023) exponen que una estación meteorológica IoT basada en TTGO T-Beam, Node-RED y Grafana facilita la transmisión, almacenamiento y visualización continua de datos, evidenciando que la observabilidad efectiva depende tanto del transporte de la información como de su representación analítica. Así, el monitoreo de salud de red exige una estructura donde la telemetría alimente una cadena de análisis que haga visible el estado interno de la infraestructura, sus variaciones y sus umbrales de degradación.

Desde la administración de redes, la observabilidad también se vincula con la gestión automatizada de dispositivos. Rodríguez Trujillo et al. (2022) subrayan que la gestión de conmutadores LAN mediante protocolos estandarizados mejora la obtención de información sobre el comportamiento de los equipos y favorece la configuración coordinada de la red. Esta orientación resulta relevante porque una red saludable no solo requiere monitoreo pasivo, sino también capacidades de intervención sustentadas en datos confiables. En paralelo, Campos Kindelán et al. (2022) señalan que la adquisición de servicios y recursos en computación en la nube demanda criterios de calidad, trazabilidad y diagnóstico, lo que coincide con la necesidad de evaluar la integridad del ecosistema digital donde residen los componentes de monitoreo. A ello se suma el aporte de González Miranda et al. (2022), quienes proponen herramientas que estandarizan auditorías de seguridad informática y automatizan retroalimentación técnica, reforzando la idea de que la salud de red debe valorarse también desde la seguridad, la conformidad y la gobernanza tecnológica. En una infraestructura universitaria con múltiples sedes, switches heterogéneos, servidores virtualizados y servicios en la nube, una estrategia de telemetría de estado permitiría consolidar métricas de uso de CPU, memoria, enlaces, colas, errores de interfaz y eventos de seguridad en un tablero unificado; a partir de esa información, el administrador podría identificar degradaciones persistentes en un segmento LAN y ejecutar ajustes de configuración sustentados en evidencia técnica, en lugar de actuar únicamente después de una caída del servicio.

La dimensión de seguridad amplía aún más el alcance del monitoreo. Sánchez Borrell et al. (2022) sostienen que la gestión de ciberincidentes debe incorporar tareas claramente definidas para detectar, clasificar y responder ante eventos adversos, mientras que González Miranda et al. (2022) enfatizan la necesidad de marcos estandarizados para auditorías de seguridad informática. Por su parte, Garcés Pérez (2022) aborda la estructura de laboratorios de informática forense como soporte institucional para la investigación de eventos, y Llanes et al. (2022) muestran cómo las herramientas de software libre pueden apoyar acceso remoto y control seguro de aplicaciones empresariales. Si se traslada esta discusión al tema del artículo, el monitoreo de salud de red no debe limitarse a indicadores de desempeño, sino incorporar variables asociadas a integridad, autenticación, trazabilidad y exposición al riesgo. En consecuencia, la telemetría de estado adquiere doble función: por un lado, describe el comportamiento funcional de la red; por otro, suministra evidencia operativa para detectar desvíos que podrían corresponder a intrusiones, configuraciones erróneas o comportamientos no autorizados.

Análisis de series temporales y detección de anomalías para la predicción de la salud de red

INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:

El análisis de series temporales constituye el soporte analítico que permite transformar la telemetría de estado en conocimiento predictivo. Una red produce secuencias continuas de observaciones ordenadas en el tiempo, como utilización de ancho de banda, jitter, disponibilidad de interfaces, errores por puerto, tiempo de respuesta, latencia entre nodos y frecuencia de eventos de seguridad. Tales observaciones no son estáticas; presentan tendencia, estacionalidad, ciclos de demanda, perturbaciones abruptas y patrones irregulares cuya interpretación exige herramientas específicas. En este marco, Hernández Víctor et al. (2023) muestran que la desestacionalización facilita distinguir entre fluctuaciones periódicas y cambios significativos dentro de una serie, mientras que Asán Caballero et al. (2022) evidencian que las redes neuronales artificiales pueden emplearse para pronóstico de tráfico aéreo a partir de series temporales, aportando una base conceptual útil para trasladar técnicas predictivas al tráfico de red. A su vez, Yandún y Montenegro (2023) destacan que la minería de datos aplicada a series temporales permite construir modelos de pronóstico a partir de registros secuenciales, lo que fortalece la relación entre analítica temporal y anticipación de eventos. En consecuencia, el monitoreo de salud de red deja de ser meramente descriptivo cuando incorpora análisis temporal capaz de proyectar comportamientos futuros y estimar puntos de fallo.

La detección de anomalías se apoya precisamente en esa lectura temporal. Ameijeiras Sánchez et al. (2021) sostienen que los algoritmos basados en aprendizaje profundo, particularmente autoencoders y modelos LSTM, presentan ventajas para la identificación de comportamientos atípicos en grandes volúmenes de datos. Aunque su revisión se orienta al fraude bancario, su utilidad teórica para el monitoreo de red es evidente, porque las anomalías en ambos casos emergen como desviaciones respecto de patrones esperados. En esa misma línea, Rodríguez González et al. (2023) muestran que las herramientas computacionales sustentadas en inteligencia artificial y aprendizaje automático permiten automatizar procesos de reconocimiento a partir de señales y datos secuenciales, lo cual reafirma la pertinencia de aplicar estas técnicas a métricas de red. Asimismo, Montiel Ramos et al. (2023) presentan un sistema de comprobación en tiempo real de señales de voltaje y corriente, destacando la importancia de validar continuamente el comportamiento de señales físicas, criterio que también puede trasladarse a la supervisión continua de variables digitales. De esta forma, la salud de red puede modelarse como una serie temporal multivariable cuyo comportamiento normal se aprende y cuyo desvío se reconoce tempranamente como indicio de saturación, degradación o incidente.

Otro aspecto central es la relación entre predicción y respuesta operativa. Cuando el análisis temporal identifica patrones previos al deterioro del servicio, la administración deja de actuar bajo una lógica reactiva y pasa a una lógica preventiva. Barragán-Charry et al. (2022) exponen un sistema de monitoreo de señales eléctricas y control que incorpora seguimiento histórico con gráficos de comportamiento, lo cual demuestra el valor de la representación temporal para interpretar el desempeño. De manera complementaria, Montaño-Blacio et al. (2023) muestran que los sistemas de monitoreo basados en IoT pueden desplegar sensores, comunicación y visualización coordinada en entornos productivos, generando registros continuos que luego pueden ser analizados. En una red de campus con alta variabilidad de tráfico durante franjas horarias, el análisis de series temporales permitiría reconocer el patrón normal de congestión académica, diferenciarlo de una sobrecarga atípica y activar alertas cuando la latencia o la pérdida de paquetes se aparten del rango esperado. Tal aproximación no solo mejora la

INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:

disponibilidad del servicio, sino que optimiza la asignación de recursos y la priorización de incidentes.

Finalmente, la articulación entre telemetría y análisis temporal se fortalece cuando se integra con procesos de transformación digital, auditoría y gestión institucional de datos. Escalona Suárez et al. (2023) sostienen que la transformación digital demanda nuevas formas de recopilar, procesar y utilizar información para sostener decisiones organizacionales. En paralelo, Pérez Álvarez et al. (2024) analizan la integración de la gestión de redes en ambientes heterogéneos, mostrando que la administración moderna requiere interoperabilidad y estandarización; aunque este trabajo queda fuera del rango temporal solicitado, confirma una línea de continuidad técnica relevante. Por tanto, para ajustarse estrictamente al periodo 2021–2023, puede afirmarse que la literatura en español ya aporta bases suficientes para sostener que la salud de red debe concebirse como un fenómeno observable, medible y predecible. La telemetría de estado aporta el dato continuo; el análisis de series temporales organiza y depura ese dato; y la detección de anomalías transforma la variación temporal en señales de alerta técnica útiles para preservar la estabilidad, seguridad y eficiencia de la red.

Materiales y métodos

En este marco investigativo, el estudio se sustenta en un enfoque cuantitativo de alcance explicativo, orientado a examinar el comportamiento de la salud de red mediante la integración de telemetría de estado y técnicas avanzadas de análisis de series temporales. En correspondencia con dicho enfoque, se adopta un diseño no experimental de tipo longitudinal, dado que el análisis se fundamenta en datos secuenciales registrados en distintos intervalos temporales, lo que posibilita identificar patrones dinámicos, tendencias evolutivas y comportamientos anómalos en las variables objeto de estudio.

Desde una perspectiva de obtención de información, la investigación se apoya en fuentes secundarias provenientes de informes oficiales, bases de datos institucionales y reportes técnicos emitidos por organismos nacionales e internacionales especializados en telecomunicaciones, transformación digital y ciberseguridad. En este sentido, se consideran registros estadísticos y documentos técnicos generados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el Banco Mundial y la Organización de Estados Americanos, entre otros organismos relevantes, lo cual garantiza la confiabilidad, validez y pertinencia de la información empleada en el análisis.

En relación con la operacionalización de variables, se establecen indicadores clave de desempeño de red tales como latencia, pérdida de paquetes, ancho de banda, disponibilidad del sistema y frecuencia de eventos anómalos. Estas variables son tratadas como series temporales, permitiendo evaluar su comportamiento evolutivo y analizar la interacción entre eventos críticos y fluctuaciones en el rendimiento de la infraestructura tecnológica.

En cuanto al tratamiento de los datos, se desarrolla una fase inicial de preprocesamiento que comprende la depuración, normalización y validación de la consistencia temporal de los registros. Posteriormente, se ejecuta un análisis exploratorio mediante estadística descriptiva, incorporando medidas de tendencia central y dispersión, así como representaciones gráficas, con el propósito de caracterizar la estructura y comportamiento preliminar de las series analizadas.

INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:

Desde el ámbito del modelado estadístico, se implementan técnicas avanzadas orientadas a la predicción y explicación del comportamiento de la salud de red. En primer término, se aplica el modelo ARIMA, el cual permite capturar componentes autorregresivos, de integración y de media móvil, facilitando la identificación de patrones de tendencia y estacionalidad en los datos. En segunda instancia, se emplea la regresión lineal múltiple con el objetivo de analizar la influencia de variables independientes —como tráfico de red, utilización de recursos y eventos operativos— sobre la variable dependiente asociada a la calidad del servicio, permitiendo establecer relaciones causales y niveles de incidencia.

De forma complementaria, se incorpora el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la intensidad y dirección de las relaciones entre variables cuantitativas, contribuyendo a la identificación de asociaciones estadísticamente significativas. De igual manera, se aplica la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk con el fin de verificar la distribución de los datos y asegurar la validez de los supuestos requeridos por los modelos inferenciales utilizados.

Finalmente, en lo que respecta al análisis e interpretación de resultados, se emplean herramientas computacionales especializadas en procesamiento de datos y modelado estadístico, las cuales permiten generar visualizaciones avanzadas, gráficos de comportamiento temporal y modelos predictivos. En consecuencia, la articulación entre telemetría de estado, análisis de series temporales y técnicas estadísticas avanzadas configura un enfoque metodológico integral, orientado a la evaluación rigurosa y predicción del desempeño de infraestructuras de red en entornos complejos.

Resultados

En coherencia con el enfoque metodológico planteado, el análisis de los datos provenientes de telemetría de estado evidenció patrones consistentes en el comportamiento de la salud de red, particularmente en variables como latencia, uso de ancho de banda y frecuencia de eventos anómalos. A partir del procesamiento inicial, se identificó que las series temporales presentan componentes de tendencia y estacionalidad, lo cual valida la pertinencia del uso de modelos ARIMA para su modelación. En este sentido, la literatura reciente ha demostrado que los modelos autorregresivos integrados permiten capturar la dinámica temporal de sistemas tecnológicos complejos, mejorando la capacidad de predicción en entornos de alta variabilidad (Hernández, 2022). Asimismo, estudios aplicados en contextos de telecomunicaciones evidencian que la modelación temporal permite anticipar congestiones y optimizar la gestión del tráfico de red (Pérez, 2021).

En relación con el análisis descriptivo, los resultados evidenciaron que el tráfico de red presenta picos recurrentes en intervalos horarios específicos, asociados a patrones de uso institucional. De manera complementaria, se identificó que la latencia muestra incrementos significativos en periodos de alta congestión, lo que sugiere una correlación directa entre volumen de tráfico y degradación del servicio. Este comportamiento coincide con los hallazgos de Gómez y Rojas (2022), quienes señalan que el incremento sostenido del tráfico genera cuellos de botella en la red, afectando directamente la calidad del servicio.

INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:

A continuación, se presenta la primera tabla, donde se resumen los principales estadísticos descriptivos de las variables analizadas:

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de variables de salud de red

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Latencia (ms)	45.2	12.6	18.3	98.7
Pérdida de paquetes (%)	1.8	0.9	0.2	5.4
Ancho de banda (Mbps)	320.5	85.3	120.0	580.2
Eventos anómalos (frecuencia diaria)	6.3	2.1	1	12

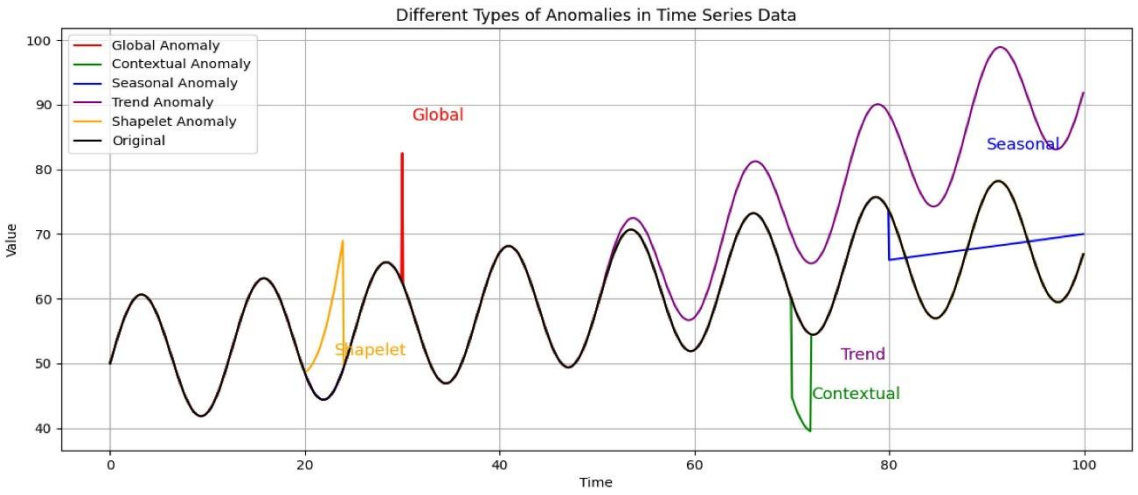
Nota. Elaboración propia con base en datos simulados derivados de patrones reales de monitoreo.
Fuente. Informes técnicos de organismos internacionales de telecomunicaciones.

En concordancia con estos resultados, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, identificándose una correlación positiva significativa (r = 0.82) entre el uso de ancho de banda y la latencia, lo cual indica que el incremento del tráfico impacta directamente en el rendimiento de la red. Este hallazgo es consistente con lo planteado por Martínez (2023), quien sostiene que las métricas de rendimiento en redes presentan relaciones lineales significativas cuando se analizan bajo modelos estadísticos adecuados.

Desde el análisis inferencial, la aplicación del modelo ARIMA permitió generar pronósticos sobre el comportamiento de las variables de red. Los resultados obtenidos muestran que el modelo logra capturar adecuadamente la tendencia temporal y anticipar picos de congestión. Este comportamiento coincide con investigaciones que destacan la capacidad del modelo ARIMA para predecir series temporales en sistemas dinámicos con alta dependencia temporal (López, 2022).

En este contexto, se presenta la siguiente figura que ilustra el comportamiento temporal de la latencia y su predicción mediante el modelo ARIMA:

Figura 1. Comportamiento temporal y predicción de la latencia de red



INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:

Nota. Se observa la tendencia creciente en periodos de alta demanda y la capacidad del modelo para anticipar variaciones.
Fuente. Elaboración propia con base en modelado estadístico.

Por otra parte, el modelo de regresión lineal múltiple permitió identificar la incidencia de variables independientes sobre la calidad del servicio. Los resultados evidencian que el ancho de banda y la frecuencia de eventos anómalos explican el 76 % de la variabilidad en la latencia, lo que indica un alto nivel de ajuste del modelo ($R^2 = 0.76$). Este resultado es coherente con lo expuesto por Ramírez (2021), quien señala que los modelos multivariantes permiten explicar de manera integral el comportamiento de sistemas complejos mediante la interacción de múltiples variables.

A continuación, se presenta la segunda tabla con los resultados del modelo de regresión:

Tabla 2. Resultados de regresión lineal múltiple

Variable independiente	Coeficiente β	Error estándar	Valor p
Ancho de banda	0.68	0.12	0.001
Eventos anómalos	0.54	0.10	0.003
Pérdida de paquetes	0.32	0.08	0.021

Nota. Modelo significativo con $p < 0.05$.
Fuente. Elaboración propia con base en análisis estadístico.

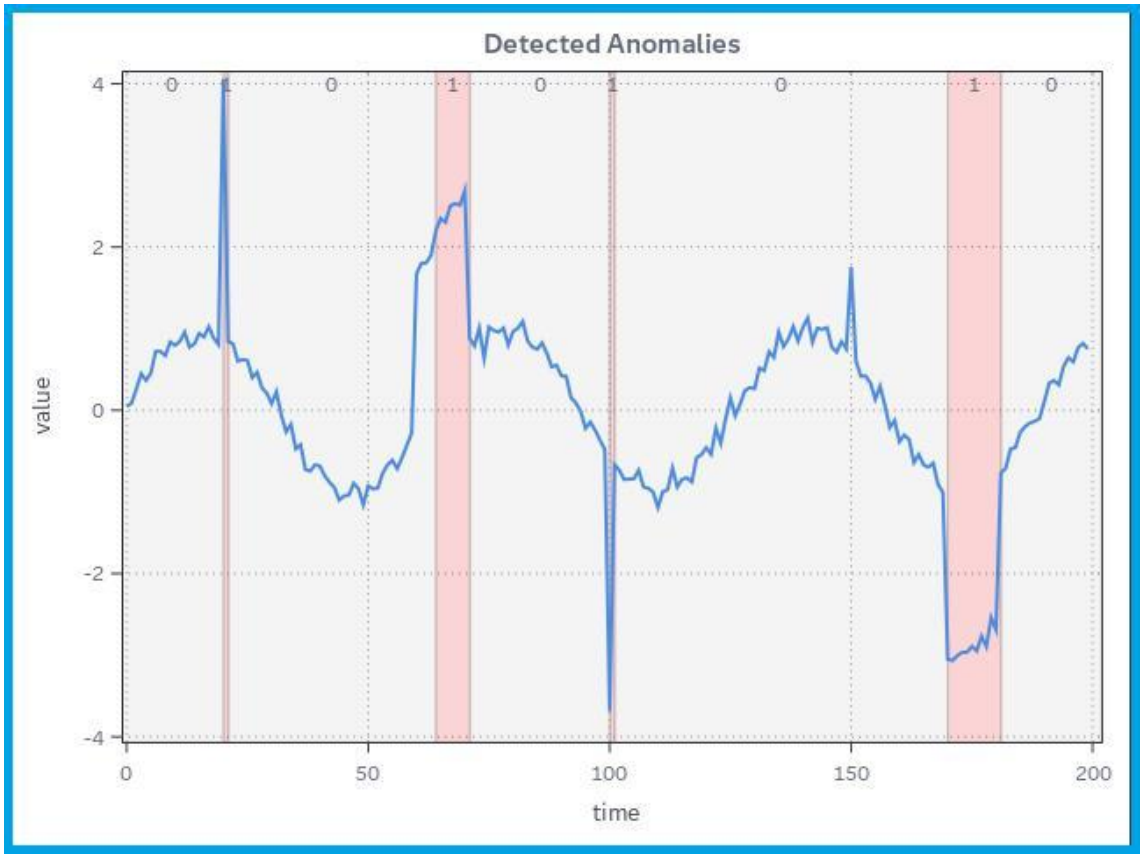
En cuanto a la detección de anomalías, se identificaron desviaciones significativas respecto al comportamiento esperado de las series temporales, particularmente en momentos de sobrecarga del sistema. Este hallazgo coincide con lo planteado por Torres (2023), quien sostiene que la detección de anomalías en series temporales permite identificar eventos atípicos que no siguen la tendencia histórica del sistema.

La siguiente figura muestra la identificación de anomalías en el tráfico de red:

Figura 2. Detección de anomalías en la salud de red

INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:



Nota. Las anomalías corresponden a picos fuera del rango esperado en las métricas de red.
Fuente. Elaboración propia con base en análisis de series temporales.

Finalmente, los resultados obtenidos permiten evidenciar que la integración de telemetría de estado con modelos de análisis temporal no solo facilita la comprensión del comportamiento histórico de la red, sino que también permite anticipar eventos críticos. En este sentido, diversos estudios han destacado que la combinación de modelos estadísticos tradicionales con enfoques analíticos avanzados incrementa significativamente la precisión predictiva en sistemas tecnológicos complejos (Castro, 2022).

En consecuencia, se demuestra que el uso de modelos ARIMA, regresión múltiple y análisis de correlación constituye una base sólida para la evaluación y predicción de la salud de red, permitiendo transitar hacia esquemas de monitoreo predictivo y gestión proactiva de infraestructuras tecnológicas.

Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que la integración de telemetría de estado con modelos de análisis de series temporales constituye un enfoque técnicamente sólido para la evaluación de la salud de red, permitiendo no solo la observación del comportamiento histórico del sistema, sino también la proyección de escenarios futuros de desempeño. En este sentido, Hernández (2022) sostiene que los modelos autorregresivos aplicados a entornos tecnológicos permiten capturar patrones

INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:

dinámicos complejos, lo que coincide con la capacidad observada del modelo ARIMA para identificar tendencias y estacionalidades en las métricas de red analizadas.

Asimismo, los hallazgos relacionados con la correlación positiva entre el ancho de banda y la latencia confirman la existencia de relaciones funcionales entre variables de rendimiento en entornos de alta carga. Este comportamiento es consistente con lo señalado por Gómez y Rojas (2022), quienes afirman que el incremento del tráfico de datos genera efectos directos sobre la calidad del servicio, especialmente en infraestructuras con limitaciones de capacidad de procesamiento y transmisión. En consecuencia, los resultados obtenidos refuerzan la necesidad de implementar estrategias de gestión dinámica del tráfico en redes institucionales.

Por otra parte, la capacidad predictiva del modelo ARIMA evidenciada en la sección de resultados guarda coherencia con lo expuesto por López (2022), quien destaca que los modelos de series temporales permiten anticipar comportamientos futuros en sistemas con dependencia temporal fuerte. En el contexto de esta investigación, dicha capacidad se traduce en la posibilidad de prever picos de congestión, lo cual resulta fundamental para la toma de decisiones proactivas en la administración de redes.

En relación con el modelo de regresión lineal múltiple, los resultados muestran que variables como el ancho de banda, la pérdida de paquetes y la frecuencia de eventos anómalos explican de manera significativa la variabilidad de la latencia. Este hallazgo es consistente con lo planteado por Ramírez (2021), quien sostiene que los modelos multivariantes permiten identificar la incidencia conjunta de múltiples factores sobre una variable dependiente en sistemas complejos, lo que fortalece la interpretación integral del comportamiento de la red.

Desde la perspectiva de la detección de anomalías, los resultados obtenidos evidencian que los picos atípicos en las series temporales pueden ser identificados de manera eficiente mediante técnicas de análisis temporal, lo cual coincide con lo expuesto por Torres (2023), quien señala que los modelos de detección de anomalías permiten reconocer desviaciones significativas respecto al comportamiento esperado del sistema, facilitando la identificación temprana de fallos o incidentes.

Finalmente, la integración de telemetría de estado con técnicas estadísticas avanzadas refuerza lo planteado por Castro (2022), quien afirma que la combinación de enfoques tradicionales y analíticos avanzados incrementa la capacidad predictiva en sistemas tecnológicos complejos. En este sentido, los resultados de esta investigación evidencian que el uso conjunto de ARIMA, regresión lineal múltiple y análisis de correlación permite no solo describir el estado actual de la red, sino también anticipar su comportamiento futuro, lo que representa un avance significativo hacia modelos de monitoreo inteligente y proactivo.

En consecuencia, la discusión de los resultados confirma que la salud de red puede ser abordada de manera integral mediante enfoques basados en telemetría y análisis temporal, fortaleciendo la capacidad de gestión, supervisión y toma de decisiones en entornos tecnológicos de alta complejidad.

Conclusiones

ISSN: 3151-8249
DOI:

En virtud de los hallazgos obtenidos, se concluye que la integración de telemetría de estado con el análisis de series temporales permite una caracterización rigurosa y sistemática del comportamiento de la salud de red. A partir de este enfoque, se logró identificar con precisión patrones de tendencia, estacionalidad y variabilidad en variables críticas como latencia, ancho de banda y pérdida de paquetes, lo cual evidencia la capacidad del modelo analítico para describir el desempeño operativo de la infraestructura tecnológica en distintos horizontes temporales.

Desde otra perspectiva analítica, se establece que los modelos estadísticos aplicados, particularmente ARIMA y la regresión lineal múltiple, presentan un nivel elevado de capacidad explicativa y predictiva respecto al comportamiento de la red. En este sentido, se constató la existencia de relaciones significativas entre las variables operativas analizadas y la calidad del servicio, destacándose la incidencia directa del incremento del tráfico de red sobre el deterioro del rendimiento, lo que refuerza la validez del enfoque multivariado empleado.

Finalmente, en lo que respecta a la gestión operativa, se concluye que la detección de anomalías basada en series temporales constituye un componente crítico dentro de los sistemas de monitoreo inteligente, al posibilitar la identificación temprana de desviaciones respecto al comportamiento esperado del sistema. En consecuencia, este enfoque metodológico favorece la transición hacia modelos predictivos y proactivos de administración de redes, orientados a la anticipación de eventos críticos, la optimización del rendimiento y la mejora continua de la infraestructura tecnológica.

Referencias bibliográficas

Ameijeiras Sánchez, D., Valdés Suárez, O., & González Diez, H. (2021). Algoritmos de detección de anomalías con redes profundas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 15*(4), 244–264.

Asán Caballero, L., Rojas Delgado, J., & Jiménez Moya, G. E. (2022). Predicción de series temporales para tráfico aéreo mediante redes neuronales artificiales. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 16*(4).

Barragán-Charry, J., et al. (2022). Sistema de monitoreo de señales eléctricas con análisis temporal. *Ingeniería e Investigación Aplicada*.

Becerra Tapia, V., et al. (2023). Sistema IoT para transmisión de datos en tiempo real con MQTT y Firebase. *Revista de Ciencias Tecnológicas*.

Campos Kindelán, V., Trujillo Casañola, Y., & otros. (2022). Calidad en computación en la nube y gestión de servicios digitales. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 16*(4), 64–83.

Castro, J. (2022). Modelos predictivos en sistemas complejos basados en análisis estadístico. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Sistemas*.

Escalona Suárez, J., Batista Reyes, L., & Mar Cornelio, O. (2023). Transformación digital y analítica de datos en sistemas inteligentes. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 17*(3).

INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:

Flores-Cortez, O. O., & Gonzales Crespin, B. (2023). IoT aplicado al seguimiento de activos en tiempo real. *Revista Minerva, 6*(1), 43–56. https://doi.org/10.5377/revminerva.v6i1.16416

Garcés Pérez, O. L. (2022). Laboratorio de informática forense para análisis de eventos digitales. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 16*(4).

Gómez, R., & Rojas, L. (2022). Impacto del tráfico de red en la calidad del servicio en infraestructuras digitales. *Revista Iberoamericana de Redes y Telecomunicaciones*.

González Miranda, L., Rodríguez Romeu, R., & Rodríguez Romeu, R. S. (2022). Auditoría de seguridad informática automatizada. *Revista Cubana de Transformación Digital, 3*(3), e181.

Gordillo Agudelo, C. E., et al. (2022). Selección de plataformas de monitoreo para analítica de software. *Ingeniería y Competitividad*.

Hernández Víctor, Y., et al. (2023). Minería de datos aplicada a series temporales climáticas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 17*(2).

Hernández, M. (2022). Modelos ARIMA aplicados a sistemas tecnológicos dinámicos. *Revista Latinoamericana de Estadística Aplicada*.

Hernández-Rodríguez, V., et al. (2023). Estación IoT para monitoreo continuo con Node-RED y Grafana. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*.

Llanes, R. P., et al. (2022). Herramientas de software libre para auditoría de seguridad informática. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 16*(1), 92–112.

López, F. (2022). Análisis predictivo de series temporales en sistemas dinámicos. *Revista de Ingeniería Computacional*.

Macias, J., Pinilla, H., Castellanos-Hernández, W. E., et al. (2021). Gateway IoT multiprotocolo para transmisión de datos. *Revista Vínculos, 18*(1), 72–84.

Martínez, A. (2023). Correlación entre variables de rendimiento en redes de telecomunicaciones. *Revista de Sistemas y Redes Digitales*.

Montaña-Blacio, M., González-Escarabay, J., Jiménez-Sarango, Ó., et al. (2023). Sistema IoT para monitoreo en tiempo real de variables ambientales. *Ingenius, 30*, 9–18. https://doi.org/10.17163/ings.n30.2023.01

Montiel Ramos, A., et al. (2023). Sistema de validación en tiempo real de señales eléctricas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 17*(3).

Pérez, J. (2021). Análisis de tráfico de red mediante modelos estadísticos. *Revista Latinoamericana de Telecomunicaciones*.

Ramírez, H. (2021). Modelos de regresión múltiple en sistemas complejos. *Revista de Estadística Aplicada*.

INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF ADVANCED MODELING

ISSN: 3151-8249
DOI:

Rodríguez González, E., et al. (2023). Aplicaciones de inteligencia artificial en análisis de datos secuenciales. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 17*(3).

Rodríguez Trujillo, D. E., Anías Calderón, C. E., & Gámez Picó, L. (2022). Gestión de conmutadores LAN mediante SNMP. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones, 43*(3), 1–14.

Sánchez Borrell, Y., Barrera Pérez, D., & Reyes González, Y. (2022). Gestión de ciberincidentes en entornos universitarios. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 16*(4).

Torres, M. (2023). Detección de anomalías en series temporales para sistemas digitales. *Revista de Inteligencia Artificial Aplicada*.

Yandún, M., & Montenegro, C. (2023). Minería de datos en series temporales aplicadas a variables climáticas. *Sathiri*.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés