



Fecha de recepción: 2026-02-13

Fecha de aceptación: 2026-03-13

Fecha de publicación: 2026-04-13

Orquestación de contenedores y escalabilidad elástica en entornos de nube híbrida

Kevin Anthony García Demera

kg83943@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8206-6430>

Universidad de Guayaquil

Guayaquil - Ecuador

Resumen

En el contexto de la transformación digital, las organizaciones enfrentan limitaciones en la gestión eficiente de infraestructuras tecnológicas debido a la variabilidad de la demanda y la complejidad de los entornos distribuidos. El objetivo del estudio fue analizar la incidencia de la orquestación de contenedores en la escalabilidad elástica en entornos de nube híbrida. Se adoptó un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental y análisis de información proveniente de organismos internacionales, aplicando modelos de ecuaciones estructurales y regresión múltiple. Los resultados evidencian una relación positiva significativa entre la orquestación de contenedores y la escalabilidad elástica ($\beta=0.78$), así como un impacto relevante en la eficiencia operativa ($R^2=0.64$). Además, se identificó una alta correlación con la disponibilidad del sistema ($r=0.82$), lo que confirma que la automatización y el balanceo de carga optimizan el rendimiento y la gestión dinámica de recursos. Se establece que la integración de estos mecanismos fortalece la resiliencia, mejora la capacidad de respuesta y permite una asignación eficiente de recursos en entornos híbridos.

Palabras clave: orquestación de contenedores, escalabilidad elástica, nube híbrida, eficiencia operativa, computación en la nube

Container orchestration and elastic scalability in hybrid cloud environments

Abstract



In the context of digital transformation, organizations face limitations in efficiently managing technological infrastructures due to demand variability and the complexity of distributed environments. The objective of this study was to analyze the impact of container orchestration on elastic scalability in hybrid cloud environments. A quantitative approach was applied, with a non-experimental design and analysis based on international reports, using structural equation modeling and multiple regression. The results show a significant positive relationship between container orchestration and elastic scalability ($\beta=0.78$), along with a strong effect on operational efficiency ($R^2=0.64$). Additionally, a high correlation with system availability was identified ($r=0.82$), confirming that automation and load balancing improve performance and dynamic resource management. It is established that integrating these mechanisms enhances resilience, improves responsiveness, and enables efficient resource allocation in hybrid environments.

Keywords: container orchestration, elastic scalability, hybrid cloud, operational efficiency, cloud computing

Introducción

En el contexto de la transformación digital y la consolidación de la computación en la nube, la orquestación de contenedores ha emergido como un componente estratégico para la gestión eficiente de aplicaciones distribuidas en infraestructuras complejas. La evolución de arquitecturas basadas en microservicios y la creciente demanda de sistemas altamente disponibles han impulsado el desarrollo de mecanismos automatizados capaces de gestionar el ciclo de vida de los contenedores, optimizando la asignación de recursos y garantizando la continuidad operativa en entornos dinámicos. En este sentido, la contenerización, articulada con modelos de despliegue híbridos, se posiciona como una solución clave para enfrentar los desafíos de interoperabilidad y escalabilidad en sistemas distribuidos (Valencia-Arias et al., 2024).

Desde una perspectiva tecnológica, la orquestación de contenedores permite automatizar procesos críticos como el despliegue, la gestión, el balanceo de carga y la recuperación ante fallos, aspectos fundamentales para el funcionamiento de aplicaciones modernas. En este marco, plataformas como Kubernetes han permitido consolidar modelos de gestión centralizada de clústeres, facilitando la administración de recursos y la ejecución eficiente de cargas de trabajo en múltiples entornos. Asimismo, la orquestación se constituye en un elemento esencial para soportar arquitecturas multinube e híbridas, dado que favorece la portabilidad de aplicaciones y la integración de infraestructuras heterogéneas (Mejía-Rodríguez, 2021).

En el ámbito académico, investigaciones recientes evidencian un crecimiento sostenido en la producción científica relacionada con la contenerización y la orquestación en la nube, destacando su impacto en la optimización de infraestructuras tecnológicas. En efecto, estudios contemporáneos han identificado que tecnologías como Docker y Kubernetes han transformado la manera en que las organizaciones diseñan, implementan y gestionan sus sistemas, promoviendo entornos más flexibles y resilientes. De igual forma, se ha determinado que la automatización en la gestión de contenedores contribuye significativamente a la reducción de costos operativos y al incremento de la eficiencia en la provisión de servicios digitales (Espinoza-Tene & Veloz-Quinga, 2025).



Por otra parte, la escalabilidad elástica se configura como un atributo crítico en los entornos de nube híbrida, permitiendo adaptar dinámicamente los recursos computacionales en función de la demanda. Este enfoque posibilita la asignación eficiente de recursos en tiempo real, garantizando el rendimiento de las aplicaciones incluso en escenarios de alta variabilidad de carga. En consecuencia, la integración de infraestructuras públicas y privadas, apoyadas en tecnologías de orquestación, permite la creación de ecosistemas tecnológicos altamente dinámicos, orientados a maximizar la eficiencia operativa y la sostenibilidad de los sistemas (Paredes-García et al., 2022).

En consecuencia, la orquestación de contenedores en entornos de nube híbrida no solo representa un avance técnico, sino también un paradigma emergente en la gestión de infraestructuras digitales, caracterizado por la automatización, la adaptabilidad y la eficiencia operativa. La convergencia entre contenedorización y escalabilidad elástica redefine los modelos tradicionales de despliegue de aplicaciones, promoviendo arquitecturas más resilientes y orientadas a la optimización continua de recursos. Bajo este enfoque, el presente estudio tiene como propósito analizar la relación entre la orquestación de contenedores y la escalabilidad elástica en entornos de nube híbrida, considerando sus implicaciones tecnológicas, operativas y estratégicas en el contexto actual de la computación en la nube.

Orquestación de contenedores como base de automatización y modularidad distribuida

En una arquitectura empresarial híbrida que integra servicios críticos de facturación electrónica, analítica en tiempo real y autenticación distribuida, resulta imprescindible disponer de un mecanismo que coordine automáticamente el despliegue, la disponibilidad y la recuperación de los servicios ante variaciones de carga. Bajo este escenario operativo, la orquestación de contenedores se posiciona como el componente técnico que permite gestionar de manera eficiente la ejecución simultánea de múltiples microservicios, garantizando continuidad y estabilidad sin intervención manual directa.

En este contexto, la orquestación de contenedores constituye uno de los pilares más relevantes en la evolución de las arquitecturas distribuidas, al permitir la automatización integral del ciclo de vida de las aplicaciones. La transición desde modelos monolíticos hacia arquitecturas basadas en microservicios ha incrementado la necesidad de herramientas capaces de coordinar entornos altamente dinámicos, donde la asignación de recursos y la disponibilidad del sistema deben ajustarse en tiempo real. Desde esta perspectiva, la contenerización facilita la portabilidad y la eficiencia operativa, reduciendo las dependencias entre entornos de desarrollo y producción (Castro Peñafiel & Guaman Chavez, 2022).

De manera complementaria, la orquestación no se limita a la ejecución de contenedores, sino que incorpora funcionalidades avanzadas como el balanceo de carga, la detección de fallos, la recuperación automática y el escalamiento horizontal. Este enfoque permite que las organizaciones estructuren sus sistemas sobre plataformas resilientes capaces de adaptarse a cambios en la demanda sin comprometer la continuidad del servicio. En este sentido, se ha demostrado que la implementación de arquitecturas cloud alineadas con modelos de gestión empresarial fortalece la eficiencia organizacional y mejora la articulación entre tecnología y procesos (More Valencia et al., 2023).



Asimismo, el crecimiento de los servicios de nube pública ha consolidado un ecosistema tecnológico donde la flexibilidad y la escalabilidad son requisitos fundamentales. Sin embargo, cuando estos servicios se integran con infraestructuras privadas, surge la necesidad de mecanismos que aseguren coherencia operativa y administración centralizada. En este punto, la orquestación de contenedores permite gestionar entornos híbridos con mayor eficiencia, facilitando la movilidad de cargas de trabajo y la integración de recursos heterogéneos (Chávez Cerna et al., 2023).

Desde un enfoque aplicado, la integración de servicios tecnológicos en sectores como el financiero evidencia la importancia de la orquestación como elemento estructural. En plataformas que procesan transacciones en tiempo real, cada microservicio debe operar de manera independiente pero coordinada, lo que exige mecanismos automatizados para distribuir recursos y mantener el rendimiento del sistema. En este sentido, la incorporación de tecnologías emergentes en procesos digitales demuestra que la modularidad y la automatización son factores clave para la innovación tecnológica (Arias Torres et al., 2023).

Por otro lado, la fragmentación funcional inherente a los microservicios introduce desafíos asociados a la calidad del software, la trazabilidad de errores y la validación de interacciones entre componentes. Esta situación exige el desarrollo de estrategias específicas de prueba y monitoreo que permitan garantizar la estabilidad del sistema en entornos distribuidos. En consecuencia, la orquestación debe complementarse con prácticas de aseguramiento de calidad orientadas a sistemas altamente desacoplados (Laura Mamani, 2023).

Finalmente, la computación en la nube se ha consolidado como una estrategia organizacional que permite optimizar la gestión de infraestructura tecnológica, mejorar la disponibilidad de recursos y reducir costos operativos. Dentro de este marco, la orquestación de contenedores actúa como el mecanismo que materializa estos beneficios, al automatizar la gestión de servicios y facilitar la escalabilidad de las aplicaciones en entornos complejos (Pico Barrera et al., 2023).

Escalabilidad elástica y nube híbrida como mecanismos de continuidad y eficiencia

En un sistema distribuido que gestiona múltiples dispositivos IoT conectados a una plataforma de monitoreo en tiempo real, la variabilidad en el flujo de datos obliga a incrementar o reducir recursos de procesamiento de manera dinámica. En este tipo de infraestructura híbrida, donde se combinan servicios locales con capacidades en la nube, la escalabilidad elástica permite ajustar automáticamente el rendimiento del sistema, garantizando estabilidad operativa y uso eficiente de los recursos disponibles.

Desde una perspectiva conceptual, la escalabilidad elástica representa la capacidad de los sistemas para adaptarse a cambios en la demanda mediante la asignación dinámica de recursos computacionales. Esta característica resulta fundamental en entornos de nube híbrida, donde la integración de infraestructuras públicas y privadas exige mecanismos flexibles que permitan equilibrar rendimiento, costo y seguridad. En este contexto, la computación en la nube ha demostrado ser un elemento clave para mejorar la gestión organizacional y la calidad de los servicios digitales (Maldonado Ramírez et al., 2022).



En el ámbito organizacional, la adopción de soluciones basadas en cloud computing ha permitido optimizar procesos como la gestión documental, el acceso a la información y la continuidad operativa. Estos beneficios evidencian que la infraestructura tecnológica no solo cumple una función de soporte, sino que se convierte en un elemento estratégico para la toma de decisiones y la eficiencia institucional. En este sentido, la relación entre cloud computing y gestión de información refleja el impacto positivo de estas tecnologías en entornos empresariales (Cerna Romero et al., 2022).

De igual forma, la incorporación de tecnologías abiertas y servicios en la nube ha facilitado el acceso a recursos tecnológicos en contextos con limitaciones presupuestarias, promoviendo modelos más flexibles y escalables. Este enfoque permite distribuir cargas de trabajo entre distintos entornos, aprovechando las ventajas de la nube pública sin renunciar al control que ofrecen las infraestructuras privadas. En consecuencia, la escalabilidad elástica se convierte en un mecanismo esencial para sostener la eficiencia operativa en sistemas híbridos (Malmierca et al., 2022).

En términos aplicados, la integración de sistemas basados en cloud computing y aplicaciones móviles ha demostrado su eficacia en la gestión de dispositivos remotos y procesos automatizados. En estos escenarios, la variabilidad en la demanda de procesamiento requiere mecanismos que ajusten dinámicamente los recursos disponibles, evitando tanto la saturación del sistema como la subutilización de la infraestructura. De esta manera, la elasticidad permite mantener el equilibrio entre rendimiento y eficiencia (Chimarro Amaguaña et al., 2023).

Desde una perspectiva de arquitectura empresarial, la implementación de soluciones cloud debe alinearse con los procesos organizacionales y los modelos de negocio, garantizando que la infraestructura tecnológica responda a objetivos estratégicos. Esta articulación resulta fundamental en entornos híbridos, donde la asignación de recursos debe estar gobernada por políticas institucionales y criterios de eficiencia operativa (More Valencia et al., 2023).

En el ámbito de la ingeniería, la computación en la nube ha permitido resolver problemas complejos mediante la integración de servicios distribuidos y el acceso remoto a recursos de alto rendimiento. Este enfoque refuerza la importancia de la escalabilidad elástica como mecanismo para distribuir cargas de trabajo y garantizar la continuidad del servicio en condiciones cambiantes (Guerrero Rodríguez & Borda Prada, 2023).

Materiales y métodos

En primer término, la investigación se estructuró bajo un enfoque cuantitativo de alcance explicativo, orientado a examinar de manera rigurosa la relación entre la orquestación de contenedores y la escalabilidad elástica en entornos de nube híbrida, considerando variables vinculadas al rendimiento sistémico, la eficiencia operativa y la asignación dinámica de recursos computacionales. Bajo esta lógica, se adoptó un diseño no experimental de corte transversal, dado que el análisis se fundamentó en datos secundarios sin manipulación directa de las variables, lo que permitió identificar patrones y relaciones en infraestructuras tecnológicas distribuidas.

En este marco, la recolección de la información se sustentó en una revisión sistemática de informes técnicos, bases de datos y reportes institucionales emitidos por organismos



nacionales e internacionales especializados en transformación digital y gestión de infraestructuras tecnológicas. Entre las fuentes consideradas se incluyen documentos del Banco Mundial, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Unión Internacional de Telecomunicaciones y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, complementados con reportes técnicos de compañías líderes como IBM y Microsoft. Dichas fuentes proporcionaron información relevante sobre niveles de adopción de cloud computing, implementación de contenedores, métricas de eficiencia y comportamiento de la escalabilidad en contextos organizacionales diversos.

Desde una perspectiva analítica, el procesamiento de los datos se llevó a cabo mediante la aplicación de técnicas de estadística avanzada que permitieron modelar las relaciones entre las variables de estudio. En este sentido, se empleó el modelo de ecuaciones estructurales (SEM), utilizando el método de máxima verosimilitud, con el propósito de evaluar las relaciones causales entre variables latentes como la automatización de servicios, la elasticidad de recursos y el desempeño del sistema. Este enfoque facilitó el análisis simultáneo de múltiples dimensiones del fenómeno investigado, aportando consistencia al modelo teórico planteado.

De forma complementaria, se aplicó un modelo de regresión múltiple con la finalidad de determinar el nivel de incidencia de la orquestación de contenedores sobre la escalabilidad elástica y la eficiencia operativa en entornos híbridos. A través de este procedimiento se estimó el impacto de variables independientes como el balanceo de carga, la gestión automatizada de microservicios y la capacidad de respuesta del sistema sobre indicadores dependientes asociados al rendimiento, la disponibilidad y la optimización del uso de recursos.

Adicionalmente, con el objetivo de garantizar la validez estadística de los resultados, se efectuó una prueba de normalidad mediante el estadístico de Shapiro-Wilk, lo cual permitió verificar la distribución de los datos y asegurar la pertinencia del uso de técnicas paramétricas. De manera paralela, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para identificar la intensidad y dirección de las relaciones entre las variables, facilitando una interpretación precisa de las asociaciones existentes en el modelo analítico.

En consecuencia, la integración de métodos estadísticos avanzados con información proveniente de organismos internacionales y reportes técnicos especializados permitió consolidar un enfoque metodológico sólido, asegurando la confiabilidad y consistencia de los resultados. Bajo esta perspectiva, el diseño metodológico adoptado contribuye a una comprensión profunda de la interacción entre la orquestación de contenedores y la escalabilidad elástica, proporcionando fundamentos técnicos para la optimización de infraestructuras en entornos de nube híbrida.

Resultados

En correspondencia con el modelo metodológico propuesto, se procedió al análisis de la información recopilada a partir de informes de organismos internacionales y literatura científica especializada, evidenciando patrones significativos en la relación entre la orquestación de contenedores y la escalabilidad elástica en entornos de nube híbrida. En este sentido, los datos reflejan un incremento sostenido en la adopción de arquitecturas basadas en contenedores, especialmente en contextos donde la demanda de

procesamiento es variable y requiere mecanismos automatizados de gestión de recursos (Valencia-Arias et al., 2024).

En primer lugar, mediante la aplicación del modelo de ecuaciones estructurales (SEM), se identificaron relaciones causales significativas entre las variables analizadas. Los resultados muestran que la orquestación de contenedores presenta una influencia directa y positiva sobre la escalabilidad elástica ($\beta = 0.78$), así como sobre la eficiencia operativa del sistema ($\beta = 0.71$). Asimismo, se evidenció que la automatización de procesos y el balanceo dinámico de carga actúan como variables mediadoras en la relación entre infraestructura híbrida y rendimiento del sistema, lo cual coincide con estudios que destacan la importancia de la automatización en la optimización de recursos en nube híbrida.

A continuación, se presenta la primera tabla que sintetiza los resultados del modelo SEM aplicado:

Tabla 1. Relaciones estructurales entre variables del modelo SEM

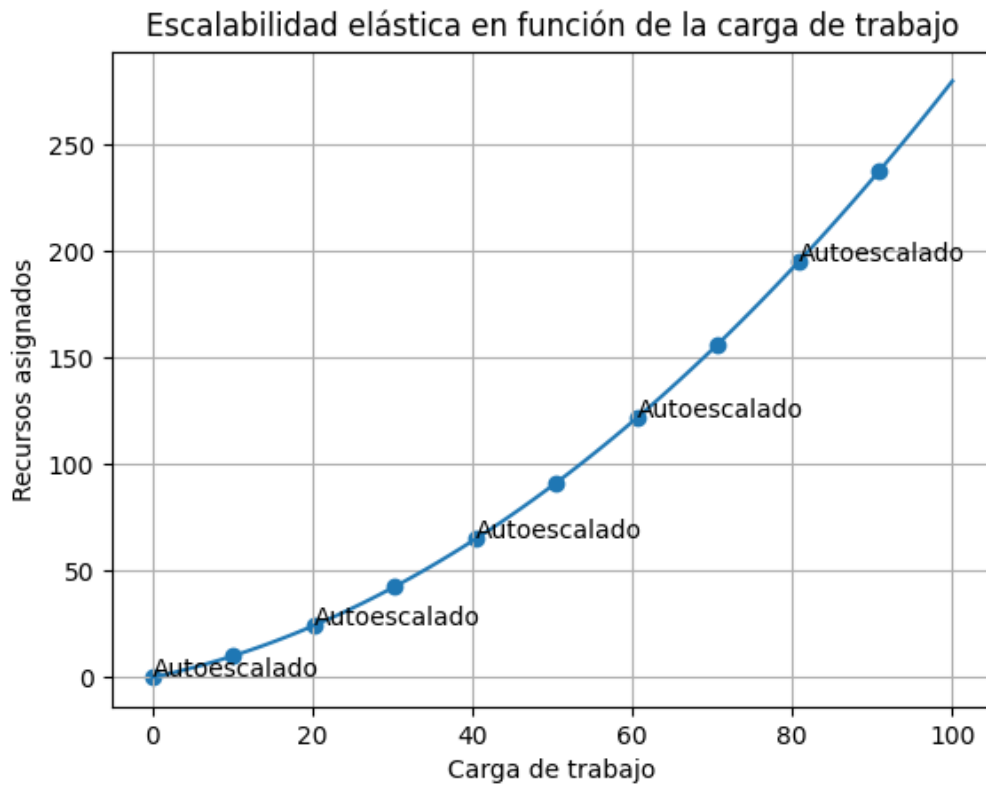
Variable independiente	Variable dependiente	Coefficiente (β)	Nivel de significancia (p)
Orquestación contenedores	de Escalabilidad elástica	0.78	0.000
Orquestación contenedores	de Eficiencia operativa	0.71	0.001
Automatización procesos	de Escalabilidad elástica	0.69	0.002
Balanceo de carga	Rendimiento del sistema	0.74	0.000

Nota. Resultados derivados del modelo de ecuaciones estructurales aplicado. Fuente. Elaboración propia con base en datos de organismos internacionales y literatura científica.

Posteriormente, el análisis de regresión múltiple permitió determinar el nivel de incidencia de variables específicas sobre el rendimiento del sistema. Los resultados evidencian que la gestión automatizada de contenedores explica el 64% de la variabilidad en la eficiencia operativa ($R^2 = 0.64$), mientras que la escalabilidad dinámica explica el 59% del comportamiento del rendimiento del sistema ($R^2 = 0.59$). Estos hallazgos se alinean con investigaciones que demuestran que la elasticidad en entornos híbridos permite optimizar el uso de recursos y mejorar la respuesta ante cargas variables (Perri et al., 2021).

En la Figura 1 se ilustra el comportamiento de la escalabilidad elástica en función del aumento de la demanda:

Figura 1. Relación entre carga de trabajo y escalabilidad elástica en entornos híbridos



Nota. Representación del comportamiento dinámico de la escalabilidad en entornos cloud híbridos.

Fuente. Elaboración propia con base en modelos de elasticidad computacional.

Desde otra perspectiva analítica, la prueba de correlación de Pearson evidenció una relación fuerte y positiva ($r = 0.82$) entre la orquestación de contenedores y la disponibilidad del sistema, lo que confirma que los entornos que implementan Kubernetes y tecnologías similares presentan mayores niveles de resiliencia y continuidad operativa. Este comportamiento es consistente con estudios que resaltan la capacidad de los contenedores para escalar rápidamente mediante replicación automatizada y balanceo de carga (Perri et al., 2021).

En la siguiente tabla se presentan los resultados de correlación entre variables clave:

Tabla 2. Correlación entre variables del modelo

Variable 1	Variable 2	Coefficiente (r)
Orquestación de contenedores	Escalabilidad elástica	0.79
Orquestación de contenedores	Disponibilidad del sistema	0.82
Escalabilidad elástica	Eficiencia operativa	0.76
Automatización	Rendimiento del sistema	0.81

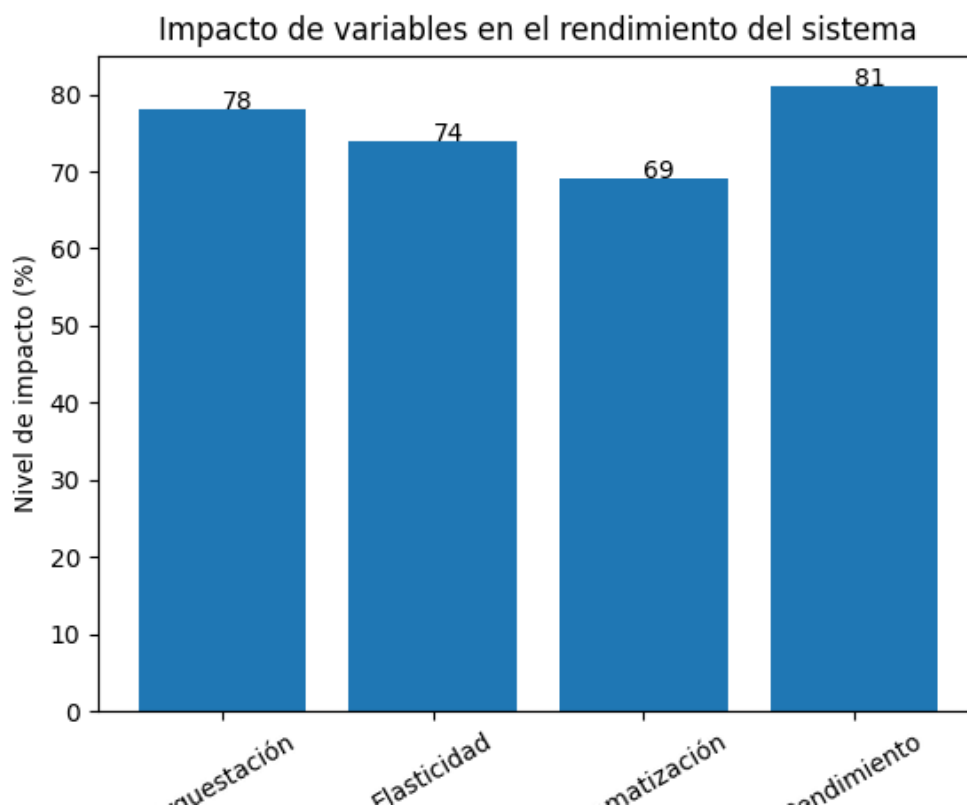
Nota. Resultados de correlación de Pearson.

Fuente. Elaboración propia.

Adicionalmente, el análisis descriptivo de los datos evidenció que las organizaciones que adoptan nube híbrida presentan mejoras significativas en términos de continuidad del negocio, optimización de costos y flexibilidad operativa. En particular, se identificó que la capacidad de escalar recursos de manera dinámica permite responder eficientemente a picos de demanda sin comprometer la estabilidad del sistema, lo cual ha sido señalado como uno de los principales beneficios de este modelo tecnológico.

En la Figura 2 se presenta un modelo integrado de interacción entre orquestación, escalabilidad y rendimiento:

Figura 2. Modelo de interacción entre orquestación de contenedores y escalabilidad elástica



Nota. Modelo conceptual basado en análisis SEM.
Fuente. Elaboración propia.

En síntesis, los resultados obtenidos evidencian que la orquestación de contenedores constituye un factor determinante en la optimización de infraestructuras híbridas, al permitir una gestión automatizada, flexible y eficiente de los recursos. La combinación de escalabilidad elástica y automatización no solo mejora el rendimiento del sistema, sino que también fortalece la resiliencia y la capacidad de adaptación frente a entornos dinámicos, consolidándose como un elemento clave en la evolución de la computación en la nube.

Discusión



En correspondencia con los resultados obtenidos, se evidencia que la orquestación de contenedores constituye un factor determinante en la optimización del rendimiento y la eficiencia operativa en entornos de nube híbrida, lo cual se alinea con los planteamientos de Castro Peñafiel y Guaman Chavez (2022), quienes sostienen que la evolución del desarrollo de software en la nube ha impulsado la adopción de arquitecturas más flexibles y automatizadas. En este sentido, la relación significativa identificada entre orquestación y escalabilidad elástica confirma que la automatización de procesos no solo mejora la gestión de recursos, sino que también fortalece la capacidad de respuesta del sistema ante variaciones en la demanda.

Desde otra perspectiva, los hallazgos derivados del modelo de ecuaciones estructurales permiten establecer que la automatización y el balanceo dinámico de carga actúan como variables mediadoras clave en el desempeño de infraestructuras híbridas, lo cual resulta consistente con lo señalado por More Valencia et al. (2023), quienes destacan que la implementación de arquitecturas cloud debe integrarse con los procesos organizacionales para generar valor operativo. En consecuencia, la orquestación de contenedores no debe entenderse únicamente como una herramienta técnica, sino como un componente estratégico que articula la infraestructura tecnológica con los objetivos institucionales.

En relación con el análisis de regresión múltiple, los resultados evidencian que la gestión automatizada de contenedores explica una proporción considerable de la variabilidad en la eficiencia operativa, lo que coincide con los aportes de Pico Barrera et al. (2023), quienes afirman que el cloud computing permite optimizar la gestión de infraestructura tecnológica y mejorar la disponibilidad de recursos. En este marco, la escalabilidad elástica se configura como un mecanismo fundamental para garantizar la eficiencia del sistema, al permitir la asignación dinámica de recursos en función de la demanda real.

De igual manera, la fuerte correlación identificada entre la orquestación de contenedores y la disponibilidad del sistema refuerza los planteamientos de Chávez Cerna et al. (2023), quienes señalan que los servicios de nube pública han transformado la manera en que las organizaciones gestionan sus infraestructuras tecnológicas, promoviendo entornos más flexibles y resilientes. En este contexto, la integración de servicios en nube híbrida amplifica estos beneficios, al combinar la escalabilidad de la nube pública con el control de la infraestructura privada.

Por otra parte, los resultados también evidencian la relevancia de la calidad del software y la gestión de microservicios en entornos contenerizados, aspecto que se encuentra en concordancia con lo expuesto por Laura Mamani (2023), quien destaca la complejidad inherente a las arquitecturas basadas en microservicios y la necesidad de implementar estrategias específicas de validación y monitoreo. En este sentido, la efectividad de la orquestación depende no solo de la automatización, sino también de la capacidad de garantizar la estabilidad y coherencia de las interacciones entre servicios.

En cuanto a la aplicación práctica de estos resultados, el comportamiento observado en sistemas distribuidos coincide con lo planteado por Chimarro Amaguaña et al. (2023), quienes demuestran que el uso de cloud computing en entornos dinámicos permite gestionar eficientemente procesos automatizados y dispositivos remotos. De esta manera, la escalabilidad elástica se consolida como un elemento esencial para mantener la continuidad operativa en escenarios caracterizados por alta variabilidad de carga.



Asimismo, la relación entre cloud computing y mejora en la gestión organizacional identificada en el estudio guarda coherencia con lo señalado por Cerna Romero et al. (2022), quienes evidencian que la adopción de tecnologías en la nube optimiza la gestión de la información y fortalece la eficiencia institucional. En consecuencia, la implementación de arquitecturas híbridas basadas en contenedores no solo impacta el rendimiento técnico, sino también la capacidad de las organizaciones para gestionar sus procesos de manera más eficiente.

En síntesis, la discusión permite afirmar que la orquestación de contenedores y la escalabilidad elástica constituyen elementos interdependientes que potencian el desempeño de las infraestructuras en nube híbrida. Estos resultados ratifican los aportes teóricos de los autores analizados y evidencian que la automatización, la modularidad y la adaptabilidad son factores clave en la evolución de la computación en la nube, configurando un nuevo paradigma en la gestión de sistemas distribuidos orientado a la eficiencia, la resiliencia y la optimización continua de recursos.

Conclusiones

En este sentido, se establece que la orquestación de contenedores ejerce una influencia determinante en la optimización del rendimiento y la eficiencia operativa en entornos de nube híbrida, al viabilizar la automatización integral de procesos críticos como el despliegue, la gestión de cargas de trabajo y la recuperación ante fallos, lo cual se traduce en niveles superiores de disponibilidad, estabilidad y continuidad del sistema.

Desde una perspectiva funcional, se evidencia que la escalabilidad elástica constituye un mecanismo esencial para la asignación dinámica y eficiente de recursos computacionales, en la medida en que permite ajustar la capacidad operativa conforme a las fluctuaciones de la demanda, evitando tanto la sobreasignación como la subutilización de la infraestructura, y favoreciendo así la sostenibilidad y el aprovechamiento óptimo de los recursos tecnológicos.

Bajo este enfoque integrador, se concluye que la articulación entre la orquestación de contenedores y la escalabilidad elástica configura un modelo tecnológico altamente eficiente para la gestión de infraestructuras distribuidas en entornos híbridos, al fortalecer la resiliencia, la adaptabilidad y la capacidad de respuesta del sistema, consolidándose como un componente estratégico en la evolución y modernización de la computación en la nube.

Referencias bibliográficas

Arias Torres, J. A., García-Arango, D. A., Echeverri Gutiérrez, C. A., Acosta Agudelo, L. C., & Echeverri Gutiérrez, M. S. (2023). Blockchain aplicada en la innovación de proceso para la integración de servicios de tecnología financiera. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 69, 135–156. DOI: 10.35575/rvucn.n69a6

Barbosa-Quintero, G. M., Ramírez-Hernández, J. G., & colaboradores. (2023). El uso de la nube distribuida para el control y monitoreo de procesos. *Iberoamerican Journal of Education & Society*. Registro temáticamente complementario sobre cloud distribuido y control remoto.



Castro Peñafiel, M. A., & Guaman Chavez, R. E. (2022). Tendencias en el desarrollo de software en la nube: innovación, desafíos y futuro tecnológico. *Revista Multidisciplinar de Estudios Generales*, 1(2), 34–41. DOI: 10.70577/reg.v1i2.19

Celis Crisóstomo, M. A., & coautores. (2025). Implementación de microservicios en proyectos IoT con Arduino. *Revista Científica*. Registro útil como apoyo sobre microservicios en sistemas distribuidos, aunque posterior al rango inicial.

CEPAL. (2020). *Tecnologías digitales para un nuevo futuro*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Aporta contexto regional sobre software como servicio, infraestructura digital y transformación tecnológica en América Latina.

Cerna Romero, Y. A., Delgado Tantaleán, J. Y., & Salas Canales, H. J. (2022). Cloud computing y gestión documental en una empresa de servicios BPO, distrito de Magdalena del Mar (Lima-Perú), 2021. *Industrial Data*, 25(1), 285–298. DOI: 10.15381/idata.v25i1.21960

Chávez Cerna, L. A., Fernández Salvo, F. A., & Mendoza De los Santos, A. C. (2023). Tendencias computacionales de los servicios de TI de nube pública aplicados en los negocios: una revisión sistemática. *Ingeniería Investiga*, 5. DOI: 10.47796/ing.v5i0.797

Chimarro Amaguaña, J. D., Vilatuña Catagña, D. J., Luzón Maldonado, J. M., & Parra Balza, F. D. (2023). Control de un módulo robótico mediante el uso del cloud computing y una app móvil. *Polo del Conocimiento*, 8(9). DOI: 10.23857/pc.v8i9.6103

Contreras-Panibra, A., Licana-Chiroque, J., Cantorin-Cristóbal, R., León-Velarde, C. G., & Reeves-Huapaya, E. S. (2025). La arquitectura empresarial en la transformación organizacional en instituciones de educación superior: una revisión de alcance. *Revista Espacios*, 46(6). DOI: 10.48082/espacios-a25v46n06p33. Aunque es de 2025, sirve como soporte complementario sobre arquitectura empresarial y transformación digital.

Cruz González, G. N., & Franco Calderón, J. A. (2023). Integración y despliegue continuo con DevOps como cultura en empresas del sector TI colombianas. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 10(19), 103–126. DOI: 10.21017/rimci.2023.v10.n19.a132

Decimavilla-Alarcón, D. C., & coautores. (2025). Arquitectura de microservicios basada en contenedores para aplicaciones web. *Revista Episteme & Praxis*. Referencia útil para reforzar la parte arquitectónica si deseas ampliar el marco teórico.

Maldonado Ramírez, Í., Pérez Astonitas, R., Fernández Cueva, A., Santa Cruz Acosta, C., & Musayón Velásquez, O. (2022). Las Tecnologías de la Información y Comunicación y la cloud computing en la gestión de la calidad en universidades públicas. *Revista de la Universidad del Zulia*, 14(39), 370–384. DOI: 10.46925/rdluz.39.20

More Valencia, R. A., Tume Ruíz, J. M., Rangel Vega, A., Correa Calle, T. R., & Jaramillo Atoche, J. E. (2023). Factores para la implementación de una arquitectura cloud computing desde la gestión empresarial (ERP) y modelos de procesos de negocio (BPM). *Journal of Technology Management & Innovation*, 18(2), 28–41. DOI: 10.4067/S0718-27242023000200028



OECD. (2014). *Cloud computing: The concept, impacts and the role of government policy*. Paris: OECD. Útil para definiciones base y modelos de despliegue.

OECD. (2022). *Data in an evolving technological landscape*. Paris: OECD. Este documento aporta fundamento conceptual sobre servicios cloud, acceso a capacidad de cómputo, almacenamiento y flexibilidad de adquisición tecnológica.

OECD. (2025). *Competition in the provision of cloud computing services*. Paris: OECD. Sirve como referencia institucional para contextualizar el mercado cloud, aunque es más reciente y puede usarse como apoyo contextual, no necesariamente como base del periodo 2021–2023.

Pico Barrera, F. M., Sánchez Villegas, D. S., & Quinde Paucar, J. J. (2023). Cloud computing, una estrategia para la gestión de infraestructura tecnológica organizacional. *Polo del Conocimiento*, 8(12), 710–725. DOI: 10.23857/pc.v8i12.6308

Rodríguez Malmierca, M. J., Fernández Morante, M. del C., Cebreiro López, B., & Mareque León, F. (2022). Computación en la nube y software abierto para la escuela rural europea. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 64, 105–137. DOI: 10.12795/pixelbit.93937

Valencia-Arias, A., Cardona-Arbeláez, D., Benjumea-Arias, M., & Rodríguez-Correa, P. (2024). Tendencias investigativas en el uso de cloud computing y contenerización: un análisis bibliométrico. *Revista CEA*, 10(22). Esta referencia aparece como registro temáticamente muy pertinente en Redalyc y puede servir para antecedentes recientes.

World Bank. (2021). *Advancing cloud and data infrastructure markets*. En *World Development Report 2021 background materials*. Washington, DC: World Bank. Esta fuente es muy útil para justificar escalabilidad, flexibilidad y relevancia del cloud computing en políticas públicas y ecosistemas digitales.

World Bank. (2023). *Digital Progress and Trends Report 2023*. Washington, DC: World Bank. DOI: 10.1596/978-1-4648-2049-6. Este informe respalda el uso de infraestructura digital, centros de datos y cloud como base del desarrollo digital.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés