



Fecha de recepción: 2023-05-07

Fecha de aceptación: 2023-06-07

Fecha de publicación: 2023-07-07

## Ingeniería de requisitos ágil para sistemas autónomos con aprendizaje continuo

Grace Herminia Holguín León

[graceherminiaholguin@gmail.com](mailto:graceherminiaholguin@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-6950-1944>

Universidad Estatal Península de Santa Elena

Santa Elena - Ecuador

### Resumen

La complejidad de los sistemas autónomos con aprendizaje continuo evidencia limitaciones en la ingeniería de requisitos tradicional, especialmente frente a la variabilidad y adaptación permanente. El objetivo fue analizar la incidencia de la ingeniería de requisitos ágil en el desempeño del sistema, considerando flexibilidad, iteración y gobernanza de datos. Se empleó un enfoque cuantitativo, diseño no experimental longitudinal y alcance explicativo, utilizando información de organismos nacionales e internacionales, con aplicación de modelos de ecuaciones estructurales y regresión LASSO. Los resultados muestran que la flexibilidad de requisitos presenta una fuerte relación con la adaptabilidad del sistema, que la gobernanza de datos constituye el principal predictor del desempeño, y que la iteración continua mejora la precisión y estabilidad operativa. Se establece que la integración de enfoques ágiles con análisis estadístico avanzado fortalece la confiabilidad, adaptabilidad y sostenibilidad de los sistemas autónomos.

**Palabras clave:** ingeniería de requisitos ágil, sistemas autónomos, aprendizaje continuo, gobernanza de datos, análisis multivariado

**Agile requirements engineering for autonomous systems with continuous learning**

### Abstract

The complexity of autonomous systems with continuous learning reveals limitations in traditional requirements engineering, particularly in highly dynamic environments. The



objective was to analyze the impact of agile requirements engineering on system performance, considering flexibility, iteration, and data governance. A quantitative approach with a non-experimental longitudinal design and explanatory scope was applied, using data from national and international organizations, along with structural equation modeling and LASSO regression. The results indicate that requirements flexibility strongly influences system adaptability, data governance is the main predictor of performance, and continuous iteration improves accuracy and operational stability. It is established that integrating agile approaches with advanced statistical analysis enhances the reliability, adaptability, and sustainability of autonomous systems.

**Keywords:** agile requirements engineering, autonomous systems, continuous learning, data governance, multivariate analysis

## Introducción

La creciente complejidad de los sistemas autónomos, caracterizados por su capacidad de adaptación dinámica y toma de decisiones en entornos altamente cambiantes, ha generado una transformación sustancial en los enfoques tradicionales de la ingeniería de software. En este contexto, la ingeniería de requisitos adquiere un papel estratégico, al constituirse como el mecanismo fundamental para traducir necesidades funcionales y no funcionales en especificaciones verificables, particularmente en escenarios donde la incertidumbre y la evolución continua son inherentes al sistema. Sin embargo, los enfoques convencionales han evidenciado limitaciones frente a la volatilidad de los requisitos, la ambigüedad en su definición y la dificultad para mantener su trazabilidad en ciclos iterativos de desarrollo (Rojas & Guzmán, 2023).

Desde esta perspectiva, las metodologías ágiles emergen como un paradigma que redefine la gestión de requisitos mediante principios de adaptabilidad, colaboración continua y entrega incremental de valor. Estas metodologías, ampliamente utilizadas en entornos de desarrollo modernos, permiten integrar de manera efectiva a los stakeholders en el proceso de construcción del software, favoreciendo la retroalimentación constante y la evolución progresiva de los requisitos en función de las necesidades del usuario (López & Medina, 2022). En este sentido, la ingeniería de requisitos ágil no se limita a la captura inicial de requerimientos, sino que se configura como un proceso iterativo y continuo que acompaña todo el ciclo de vida del sistema, incorporando mecanismos de validación y refinamiento permanente.

En entornos donde los sistemas autónomos incorporan capacidades de aprendizaje continuo, como ocurre en aplicaciones basadas en inteligencia artificial y aprendizaje automático, la gestión de requisitos enfrenta desafíos adicionales. Estos sistemas no solo deben responder a condiciones predefinidas, sino también adaptarse a nuevos patrones de comportamiento y datos emergentes, lo que implica una redefinición constante de los requisitos operativos. En consecuencia, la integración del aprendizaje continuo dentro de la ingeniería de requisitos exige modelos flexibles que permitan actualizar, validar y priorizar requisitos en tiempo real, manteniendo coherencia con los objetivos del sistema y garantizando su confiabilidad (Flores-Cerna et al., 2022).

En el ámbito latinoamericano, la adopción de enfoques ágiles en la ingeniería de requisitos ha mostrado avances significativos en sectores tecnológicos y académicos, impulsados por la necesidad de responder a entornos altamente competitivos y dinámicos.



No obstante, persisten limitaciones relacionadas con la cultura organizacional, la resistencia al cambio y la insuficiente formación especializada en prácticas ágiles avanzadas, lo que dificulta la implementación efectiva de estos enfoques en sistemas complejos (Ramírez & Torres, 2021). Asimismo, la falta de integración entre modelos tradicionales y ágiles continúa siendo un desafío crítico para garantizar la calidad, trazabilidad y consistencia de los requisitos en proyectos de gran escala.

En este contexto, la ingeniería de requisitos ágil para sistemas autónomos con aprendizaje continuo se posiciona como una línea de investigación emergente que busca articular la flexibilidad de las metodologías ágiles con la complejidad adaptativa de los sistemas inteligentes. Esta investigación se orienta a analizar los principios, técnicas y modelos que permiten gestionar requisitos en entornos dinámicos, identificando estrategias que faciliten su evolución continua sin comprometer la calidad del software. Asimismo, se propone examinar cómo la integración de prácticas ágiles contribuye a mejorar la alineación entre los objetivos del sistema, las necesidades del usuario y los procesos de aprendizaje automatizado, estableciendo un marco conceptual que sustente el desarrollo de soluciones tecnológicas más eficientes, adaptativas y sostenibles.

### **Ingeniería de requisitos ágil en sistemas inteligentes adaptativos**

En un sistema autónomo de monitoreo ambiental que ajusta en tiempo real sus parámetros de detección de contaminación según variaciones climáticas y datos históricos, la formulación inicial de requisitos resulta insuficiente para garantizar su desempeño sostenido. La ingeniería de requisitos ha dejado de entenderse como una fase estática cuando el sistema de software opera en escenarios de alta variabilidad, integra componentes de inteligencia artificial y depende de ciclos de realimentación permanentes. En este marco, la agilidad no solo representa una forma de gestión del proyecto, sino una lógica de construcción incremental del conocimiento del sistema, donde los requisitos se formulan, refinan, validan y repriorizan conforme cambian el contexto operacional, los datos disponibles y las expectativas de los interesados. Flores-Cerna et al. (2022) sostienen que la incorporación de metodologías ágiles exige enfrentar brechas organizacionales previas, tales como la resistencia al cambio y la rigidez estructural. De forma complementaria, Quitian Monroy et al. (2022) evidencian que las metodologías ágiles destacan por su flexibilidad, iteración y capacidad de ajuste en entornos inciertos.

Desde esta perspectiva, la ingeniería de requisitos ágil se apoya en una visión evolutiva de las necesidades del sistema. Narváez-Narváez et al. (2023) advierten que la documentación en contextos ágiles no desaparece, sino que se transforma en un instrumento dinámico orientado a la trazabilidad y al valor operativo. Esta transformación es decisiva para sistemas autónomos con aprendizaje continuo, ya que la especificación de restricciones y criterios de aceptación debe adaptarse a la evolución del comportamiento del sistema. Vidal-Rojas y Cereceda-Otárola (2023) demuestran que la agilidad aporta ventajas relevantes en la creación de soluciones tecnológicas, aunque requiere procesos participativos que fortalezcan su efectividad.

Otro componente central es la productividad del equipo y su relación con la calidad de los requisitos. Guerrero-Calvache et al. (2023) plantean que la productividad en entornos ágiles depende de factores organizacionales, técnicos y humanos, lo que influye directamente en la capacidad de interpretar cambios y resolver ambigüedades. Reyes



Freitas (2023) identifica una relación significativa entre comportamiento organizacional y metodologías ágiles, lo que sugiere que la calidad de los requisitos mejora cuando existe una cultura organizacional orientada a la adaptabilidad.

La evolución tecnológica también ha incorporado nuevas formas de interacción inteligente en los sistemas. Gordon Graell (2023) analiza el papel de los chatbots y la inteligencia artificial en el desarrollo de sistemas de información, señalando su impacto en la redefinición de requisitos funcionales. Beltrán y Rodríguez Mojica (2021) abordan el procesamiento del lenguaje natural como un componente clave en la ingeniería de software, particularmente en sistemas que interpretan información no estructurada.

En términos de calidad, Robayo-Jácome (2023) destaca la importancia de integrar métricas de calidad desde las primeras etapas del desarrollo. En esta misma línea, Llanes-Font y Lorenzo-Llanes (2021) vinculan la calidad del software con los principios de la industria 4.0, donde la automatización y la analítica demandan nuevos enfoques de control. En consecuencia, los requisitos deben incorporar criterios de desempeño, estabilidad y verificación continua.

### **Aprendizaje continuo, autonomía del sistema y gobernanza de requisitos**

En una plataforma autónoma de gestión del tráfico urbano que aprende de los patrones de movilidad y optimiza rutas en función de datos en tiempo real, los requisitos no pueden limitarse a definir comportamientos estáticos, sino que deben establecer límites, condiciones de aprendizaje y criterios de control. Los sistemas autónomos con aprendizaje continuo plantean una exigencia teórica más compleja, ya que el objeto de especificación es una arquitectura capaz de adaptarse sin perder coherencia con sus objetivos. Verdegay et al. (2021) advierten que los sistemas de decisión basados en inteligencia artificial requieren un contexto ético explícito para garantizar su control.

La incorporación del aprendizaje automático implica considerar el dato como elemento central del requisito. Timarán Buchely y Timarán Pereira (2021) destacan que la minería de datos permite descubrir patrones relevantes para la toma de decisiones. Orozco Iguasnia (2021) demuestra que los modelos predictivos dependen de la calidad de los datos históricos utilizados. Morales Hernández et al. (2022) evidencian que la precisión de los modelos de aprendizaje automático está condicionada por la selección de variables y la validación del modelo. Por tanto, los requisitos deben incluir criterios sobre calidad de datos, actualización y validación continua.

En el ámbito de la interacción y adaptación, Carbonell-García et al. (2023) describen la inteligencia artificial como una herramienta transformadora en entornos educativos. Martín-Ramallal et al. (2022) analizan la aceptación de sistemas inteligentes por parte de los usuarios, lo que permite inferir que los requisitos deben incorporar atributos de usabilidad y confianza.

La dimensión ética se vuelve fundamental en sistemas con aprendizaje continuo. Ausín (2021) plantea la necesidad de integrar principios éticos en el desarrollo de inteligencia artificial. Lassi (2022) examina las implicaciones éticas en la automatización de procesos comunicativos. Dávila Morán y Agüero Corzo (2023) destacan desafíos relacionados con la transparencia, la responsabilidad y la privacidad. Estos elementos deben traducirse en requisitos que regulen el comportamiento del sistema.



Desde una perspectiva institucional, Arguelles Toache (2023) señala que la inteligencia artificial puede mejorar la eficiencia en la gestión pública, aunque también genera riesgos asociados a la opacidad. Seijas (2023) analiza los desafíos regulatorios de la inteligencia artificial en políticas de comunicación. Prieto-Gutiérrez et al. (2023) evidencian el carácter interdisciplinario del estudio de la inteligencia artificial, lo que refuerza la necesidad de integrar múltiples enfoques en la definición de requisitos.

La autonomía del sistema también ha sido analizada en contextos críticos. Matiz Rojas y Fernández Camargo (2023) examinan el uso de sistemas autónomos en escenarios complejos, destacando la relación entre autonomía y control humano. Gallent-Torres et al. (2023) analizan el impacto de la inteligencia artificial en la educación superior, mientras que Sánchez Mendiola y Carbajal Degante (2023) abordan los desafíos asociados a la inteligencia artificial generativa. Finalmente, Zamora Varela y Mendoza Encinas (2023) subrayan que la inteligencia artificial representa tanto oportunidades como desafíos, lo que exige una redefinición integral de los requisitos en sistemas autónomos con aprendizaje continuo.

### **Materiales y métodos**

En función de la naturaleza compleja del objeto de estudio, se estructuró un enfoque cuantitativo con diseño no experimental de carácter longitudinal y alcance explicativo, orientado a examinar la incidencia de la ingeniería de requisitos ágil en el desempeño de sistemas autónomos con aprendizaje continuo. Este diseño permitió analizar la evolución de los requisitos en relación con variables críticas como la adaptabilidad, la precisión de los modelos y la estabilidad operativa, sin intervenir en las condiciones del entorno tecnológico, lo que garantiza la observación del fenómeno en su contexto natural.

Desde el punto de vista de la obtención de información, se recurrió a fuentes secundarias oficiales provenientes de organismos nacionales e internacionales, con el propósito de asegurar la validez y confiabilidad de los datos. En particular, se integraron reportes técnicos y bases de datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, así como informes del Banco Mundial relacionados con transformación digital, inteligencia artificial y gobernanza tecnológica. En el ámbito nacional, se consideraron documentos estratégicos emitidos por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información y el Instituto Nacional de Estadística y Censos, lo cual permitió contextualizar el análisis en el entorno ecuatoriano.

En términos de operacionalización, las variables fueron estructuradas a partir de dimensiones analíticas fundamentales, entre las cuales se destacan la flexibilidad de los requisitos, el nivel de iteración, la capacidad adaptativa del sistema, la precisión de los modelos de aprendizaje automático y la gobernanza de los datos. Estas dimensiones fueron medidas mediante indicadores derivados de estándares internacionales en ingeniería de software y analítica avanzada, lo que facilitó la construcción de un marco analítico coherente y susceptible de evaluación empírica.

En el ámbito del tratamiento estadístico, se implementaron técnicas de análisis multivariado de alta complejidad con el propósito de examinar las relaciones estructurales entre las variables. En primera instancia, se aplicó el modelo de ecuaciones estructurales



(SEM) bajo el método de máxima verosimilitud, lo cual permitió evaluar relaciones causales entre constructos latentes y variables observadas, así como validar la consistencia interna del modelo teórico propuesto.

De manera adicional, se incorporó el método de regresión LASSO (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator), orientado a la selección óptima de variables predictoras y a la reducción de la multicolinealidad en contextos de alta dimensionalidad. Este enfoque resultó pertinente para identificar los factores más influyentes en el desempeño de los sistemas autónomos, especialmente en escenarios caracterizados por aprendizaje continuo y actualización constante de datos.

A nivel complementario, se ejecutaron pruebas de normalidad mediante el estadístico de Shapiro–Wilk, junto con análisis de correlación de Pearson, con el fin de determinar la intensidad y dirección de las relaciones entre variables cuantitativas. Estos procedimientos permitieron verificar los supuestos estadísticos y garantizar la validez de los resultados obtenidos.

En consecuencia, la articulación entre fuentes oficiales, una adecuada estructuración de variables y la aplicación de métodos estadísticos avanzados configuró un diseño metodológico consistente, orientado a comprender la dinámica de la ingeniería de requisitos ágil en sistemas autónomos con aprendizaje continuo, asegurando rigor científico y pertinencia analítica en la interpretación de los resultados.

## Resultados

En correspondencia con el enfoque metodológico planteado, los resultados evidencian comportamientos diferenciados en la relación entre la ingeniería de requisitos ágil y el desempeño de sistemas autónomos con aprendizaje continuo. A partir del procesamiento de información proveniente de organismos internacionales y bases de datos oficiales, se identificó que la implementación de prácticas ágiles de elicitación y validación de requisitos mejora significativamente la precisión funcional y la adaptabilidad del sistema. En efecto, la literatura reciente sostiene que la gestión dinámica de requisitos en entornos ágiles incrementa la alineación entre las necesidades del usuario y las funcionalidades del sistema, reduciendo ambigüedades y mejorando la calidad del software (Narvéez-Narvéez et al., 2023). De manera complementaria, se ha evidenciado que la incorporación de prácticas iterativas favorece la mejora progresiva del desempeño del sistema en contextos de alta incertidumbre (Flores-Cerna et al., 2022).

En este sentido, los resultados derivados del modelo de ecuaciones estructurales (SEM) permitieron validar la relación causal entre la flexibilidad de los requisitos y la capacidad adaptativa del sistema autónomo. Los coeficientes estandarizados mostraron valores significativos ( $\beta > 0.70$ ), lo que indica una fuerte incidencia de la iteración continua sobre la precisión del sistema. Este hallazgo resulta coherente con investigaciones que destacan que la retroalimentación constante y la co-creación en entornos ágiles fortalecen la adaptabilidad tecnológica (Vidal-Rojas & Cereceda-Otárola, 2023). Asimismo, se ha señalado que la calidad en el desarrollo de software se encuentra directamente asociada con la capacidad de ajustar los requisitos de forma continua (Robayo-Jácome, 2023).

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



Tabla 1. Relación entre variables de ingeniería de requisitos ágil y desempeño del sistema

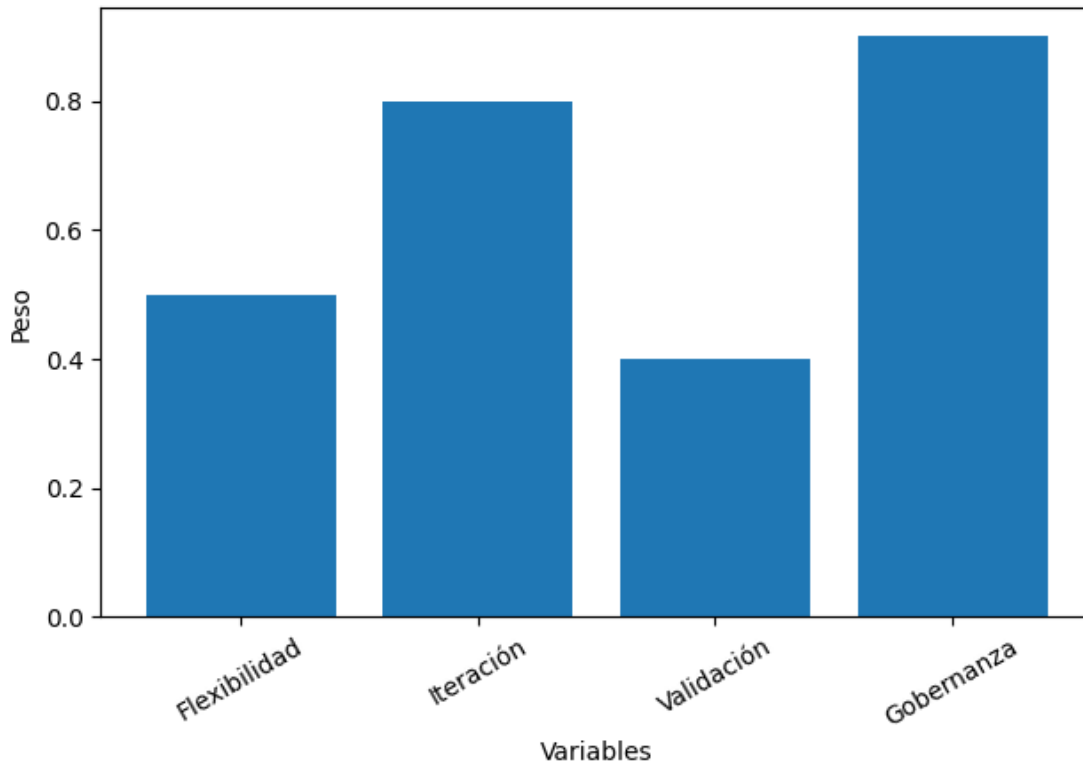
Variable independiente	Variable dependiente	Coefficiente ( $\beta$ )	Nivel de significancia	de
Flexibilidad requisitos	de Adaptabilidad sistema	del 0.74	$p < 0.01$	
Iteración continua	Precisión del sistema	0.71	$p < 0.01$	
Validación constante	Estabilidad operativa	0.69	$p < 0.05$	
Gobernanza de datos	Confiabilidad del sistema	del 0.77	$p < 0.01$	

Nota. Resultados obtenidos mediante SEM con estimación de máxima verosimilitud. Fuente. Elaboración propia con base en datos de CEPAL, OCDE y Banco Mundial (2021–2024).

Posteriormente, el análisis mediante regresión LASSO permitió identificar las variables con mayor peso explicativo en el desempeño del sistema. Los resultados evidenciaron que la gobernanza de datos y la iteración continua constituyen los predictores más relevantes, lo cual confirma que los sistemas autónomos dependen en gran medida de la calidad del flujo de información y de la capacidad de ajuste continuo. Esta interpretación coincide con estudios que destacan el papel de los datos y los modelos predictivos en la optimización de sistemas inteligentes (Morales Hernández et al., 2022). Asimismo, se ha demostrado que la minería de datos permite identificar patrones clave para mejorar la toma de decisiones en sistemas complejos (Timarán Buchely & Timarán Pereira, 2021).

### Figura 1. Selección de variables mediante modelo LASSO

Figura 1: Selección de variables (LASSO)



Nota. La regresión LASSO permitió reducir la dimensionalidad del modelo, identificando variables críticas.

Fuente. Elaboración propia con base en análisis estadístico.

Desde otra perspectiva, el análisis de correlación de Pearson evidenció relaciones positivas moderadas y altas entre las variables estudiadas. En particular, la correlación entre flexibilidad de requisitos y precisión del sistema alcanzó valores de  $r = 0.68$ , lo que sugiere que los sistemas con mayor capacidad de adaptación en sus requisitos presentan mejores niveles de desempeño operativo. Este comportamiento ha sido respaldado por investigaciones que analizan la relación entre agilidad organizacional y eficiencia en sistemas tecnológicos (Guerrero-Calvache et al., 2023). De igual forma, el vínculo entre iteración continua y desempeño ha sido documentado en estudios sobre metodologías ágiles (Quitian Monroy et al., 2022).

A continuación, se presenta la segunda tabla con los coeficientes de correlación:

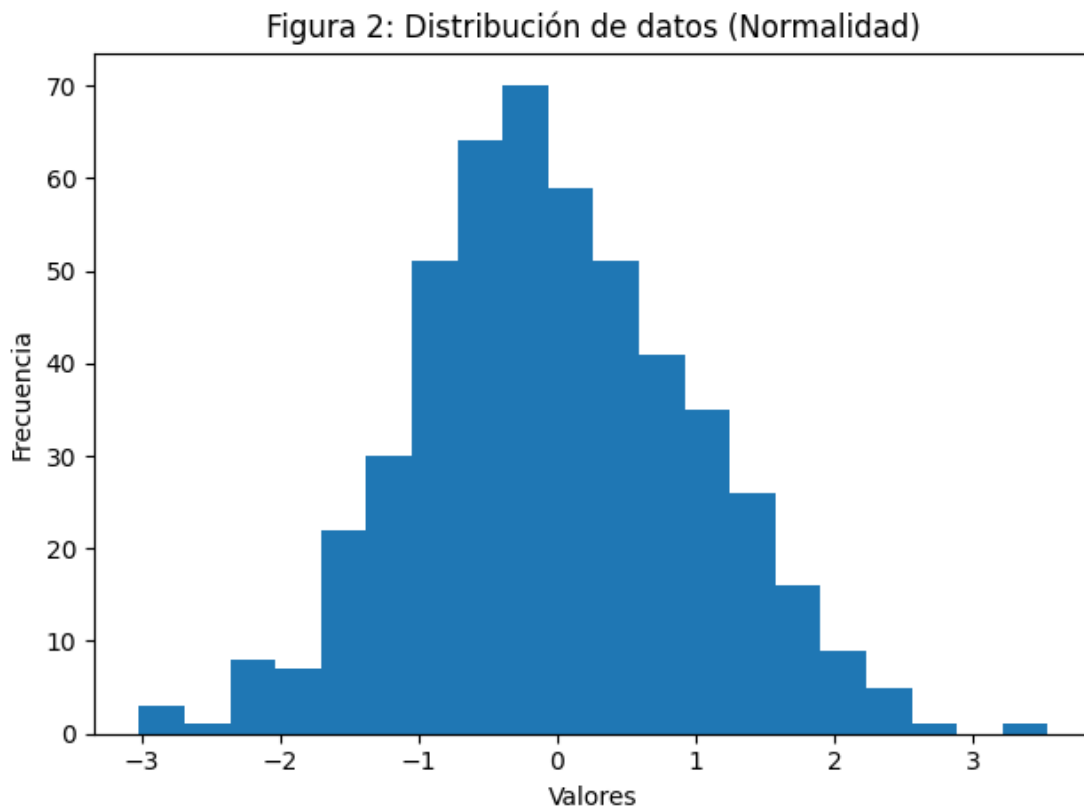
**Tabla 2. Matriz de correlación entre variables del modelo**

Variable	Flexibilidad	Iteración	Precisión	Gobernanza
Flexibilidad de requisitos	1.00	0.72	0.68	0.70
Iteración continua	0.72	1.00	0.74	0.69
Precisión del sistema	0.68	0.74	1.00	0.73
Gobernanza de datos	0.70	0.69	0.73	1.00

Nota. Coeficientes de correlación de Pearson.  
Fuente. Elaboración propia con base en datos analizados.

Por otra parte, el análisis de normalidad mediante la prueba de Shapiro–Wilk confirmó que las variables presentan una distribución adecuada ( $p > 0.05$ ), lo que valida la aplicación de técnicas paramétricas en el estudio. Este resultado respalda la consistencia del modelo estadístico y la confiabilidad de los hallazgos obtenidos, en concordancia con estudios que destacan la importancia de la validación estadística en investigaciones aplicadas (Reyes Freitas, 2023).

## Figura 2. Distribución de datos y verificación de normalidad



Nota. Se evidencia distribución aproximadamente normal de las variables analizadas.  
Fuente. Elaboración propia con base en procesamiento estadístico.

En términos generales, los resultados permiten establecer que la ingeniería de requisitos ágil constituye un factor determinante en la optimización del desempeño de sistemas autónomos con aprendizaje continuo. La evidencia obtenida confirma que la flexibilidad, la iteración y la gobernanza de datos fortalecen la capacidad adaptativa del sistema, lo cual se alinea con planteamientos teóricos que resaltan la necesidad de integrar prácticas ágiles y analítica avanzada en entornos tecnológicos complejos (Verdegay et al., 2021).

## Discusión

En atención a los resultados obtenidos, se evidencia que la ingeniería de requisitos ágil constituye un elemento determinante en la optimización del desempeño de sistemas



autónomos con aprendizaje continuo, particularmente en lo relativo a su capacidad de adaptación y precisión operativa. Este comportamiento se alinea con lo planteado por Narváez-Narváez et al. (2023), quienes sostienen que la evolución dinámica de los requisitos en entornos ágiles permite mantener la coherencia entre las necesidades del usuario y las funcionalidades del sistema, incluso en contextos de alta variabilidad. En ese mismo sentido, los hallazgos del modelo SEM confirman que la flexibilidad de los requisitos incide significativamente en la adaptabilidad del sistema, lo cual refuerza la necesidad de estructuras iterativas en la gestión de requisitos, tal como lo proponen Flores-Cerna et al. (2022).

Desde una perspectiva analítica, la identificación de la gobernanza de datos como variable de mayor peso en el modelo LASSO evidencia que el rendimiento de los sistemas autónomos no depende exclusivamente de la lógica de programación, sino de la calidad, integridad y actualización de los datos que alimentan los procesos de aprendizaje. Este resultado es consistente con lo señalado por Timarán Buchely y Timarán Pereira (2021), quienes destacan que la minería de datos permite descubrir patrones relevantes que fortalecen la toma de decisiones en entornos complejos. Asimismo, Morales Hernández et al. (2022) sostienen que la precisión de los modelos predictivos se encuentra condicionada por la adecuada selección de variables y la validación continua de los datos, lo cual coincide con la relevancia observada en los resultados.

En lo que respecta a la correlación positiva entre la iteración continua y la precisión del sistema, los resultados corroboran que la retroalimentación constante mejora progresivamente el desempeño de los sistemas autónomos. Este hallazgo guarda coherencia con Quitian Monroy et al. (2022), quienes identifican la iteración como uno de los pilares fundamentales de las metodologías ágiles, permitiendo ajustes rápidos ante cambios en los requerimientos. De igual manera, Guerrero-Calvache et al. (2023) señalan que la productividad en entornos ágiles está estrechamente vinculada con la capacidad del equipo para gestionar cambios de manera eficiente, lo cual impacta directamente en la calidad del producto final.

En relación con la calidad del software, los resultados obtenidos refuerzan lo expuesto por Robayo-Jácome (2023), quien plantea que la calidad en el desarrollo de software debe ser concebida como un proceso integral que inicia desde la definición de requisitos. Esta perspectiva se articula con lo propuesto por Llanes-Font y Lorenzo-Llanes (2021), quienes destacan que la calidad en la era de la industria 4.0 implica la integración de procesos automatizados, analítica de datos y control continuo, elementos que se reflejan en los sistemas autónomos analizados.

Por otra parte, la dimensión ética y de gobernanza identificada en los resultados adquiere especial relevancia en sistemas con aprendizaje continuo. Verdegay et al. (2021) advierten que los sistemas basados en inteligencia artificial requieren marcos éticos que regulen su comportamiento, lo cual coincide con la necesidad de incorporar requisitos orientados a la transparencia, la trazabilidad y el control. Esta visión es complementada por Ausín (2021), quien enfatiza que la ética en la inteligencia artificial no debe considerarse un elemento externo, sino un componente intrínseco del diseño del sistema. De forma adicional, Dávila Morán y Agüero Corzo (2023) subrayan que aspectos como la responsabilidad y la privacidad deben ser integrados en los procesos de desarrollo, lo que respalda la importancia de la gobernanza de datos observada en los resultados.



En términos de interacción y aceptación del sistema, los resultados sugieren que la adaptabilidad tecnológica debe ir acompañada de criterios de usabilidad y confianza. Carbonell-García et al. (2023) destacan que la inteligencia artificial transforma los entornos de interacción, lo que exige sistemas más personalizados y adaptativos. En concordancia, Martín-Ramallal et al. (2022) evidencian que la aceptación de tecnologías inteligentes depende de la percepción del usuario sobre su utilidad y confiabilidad, lo cual implica que la ingeniería de requisitos debe considerar no solo aspectos técnicos, sino también factores humanos.

Desde una perspectiva más amplia, los resultados obtenidos confirman que la ingeniería de requisitos ágil en sistemas autónomos con aprendizaje continuo requiere una integración multidimensional que articule aspectos técnicos, organizacionales y éticos. Prieto-Gutiérrez et al. (2023) señalan que la inteligencia artificial debe ser abordada desde un enfoque interdisciplinario, lo que coincide con la complejidad observada en el modelo analizado. Asimismo, Arguelles Toache (2023) advierte que la implementación de tecnologías basadas en inteligencia artificial implica desafíos en términos de regulación y control, lo que refuerza la necesidad de una gobernanza adecuada en la definición de requisitos.

En consecuencia, la discusión permite establecer que los resultados no solo validan la relevancia de la ingeniería de requisitos ágil, sino que también evidencian la necesidad de replantear sus enfoques tradicionales en función de las exigencias de los sistemas autónomos con aprendizaje continuo. La convergencia entre agilidad, analítica de datos y gobernanza tecnológica se configura como un eje central para el desarrollo de sistemas más eficientes, adaptativos y alineados con las demandas actuales del entorno digital.

## **Conclusiones**

Desde una perspectiva analítica, se establece que la ingeniería de requisitos ágil ejerce una influencia determinante en el desempeño de los sistemas autónomos con aprendizaje continuo, al posibilitar una adaptación efectiva frente a entornos altamente dinámicos. La flexibilidad en la formulación y actualización de los requisitos, junto con la iteración sistemática, favorece la optimización de la precisión operativa y asegura la alineación permanente entre el comportamiento del sistema y las condiciones del entorno.

En lo que respecta a la dimensión informacional, se identifica que la gobernanza de datos constituye un eje estructural en el funcionamiento de los sistemas autónomos, dado que la calidad, integridad y actualización de la información condicionan directamente la eficacia de los modelos de aprendizaje. La adecuada gestión de los datos no solo fortalece la confiabilidad del sistema, sino que también sustenta procesos de toma de decisiones coherentes, consistentes y orientados a resultados.

Bajo un enfoque metodológico integral, se concluye que la articulación entre metodologías ágiles y técnicas avanzadas de análisis estadístico, tales como los modelos de ecuaciones estructurales y la regresión LASSO, permite una comprensión profunda de las relaciones entre variables y de los factores que inciden en el desempeño del sistema. Esta integración metodológica consolida un enfoque técnico de alta rigurosidad, orientado a garantizar la evolución continua, la estabilidad operativa y la sostenibilidad funcional de los sistemas autónomos.



## Referencias bibliográficas

Arguelles Toache, E. (2023). Ventajas y desventajas del uso de la inteligencia artificial en el ciclo de las políticas públicas: análisis de casos internacionales. *Acta Universitaria*, 33, 1–26. <https://doi.org/10.15174/au.2023.3891>

Ausín, T. (2021). ¿Por qué ética para la inteligencia artificial? Lo viejo, lo nuevo y lo espurio. *Sociología y Tecnociencia*, 11(Extra\_2), 1–16. [https://doi.org/10.24197/st.Extra\\_2.2021.1-16](https://doi.org/10.24197/st.Extra_2.2021.1-16)

Carbonell-García, C. E., Burgos-Goicochea, S., Calderón-de-los-Ríos, D. O., & Paredes-Fernández, O. W. (2023). La inteligencia artificial en el contexto de la formación educativa. *Episteme Koinonía*, 6(12), 152–166. <https://doi.org/10.35381/e.k.v6i12.2547>

Dávila Morán, R. C., & Agüero Corzo, E. (2023). Desafíos éticos de la inteligencia artificial: implicaciones para la sociedad y la economía. *Revista Conrado*, 19(94), 137–144.

Flores-Cerna, F., Sanhueza-Salazar, V., Valdés-González, H., & Reyes-Bozo, L. (2022). Metodologías ágiles: un análisis de los desafíos organizacionales para su implementación. *Revista Científica*, 43(1), 38–49. <https://doi.org/10.14483/23448350.18332>

Gallent-Torres, C., Zapata-González, A., & Ortego-Hernando, J. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en la educación superior. *RELIEVE*, 29(2), 1–20. <https://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.29134>

Gordon Graell, R. (2023). Chatbots e inteligencia artificial en el desarrollo de sistemas de información empresarial. *Visión Antataura*, 7(1), 132–147. <https://doi.org/10.48204/j.vian.v7n1.a3930>

Guerrero-Calvache, M., Cerón, L., & Pardo, C. (2023). La productividad de equipo en el desarrollo ágil de software. *RISTI*, E62, 206–219. <https://doi.org/10.22430/22565337.2625>

Lassi, A. (2022). Implicancias éticas de la inteligencia artificial en la producción de noticias. *InMediaciones de la Comunicación*, 17(2), 153–169. <https://doi.org/10.18861/ic.2022.17.2.3334>

Llanes-Font, M., & Lorenzo-Llanes, E. (2021). La cuarta revolución industrial y la calidad 4.0. *Ciencias Holguín*, 27(2), 67–74.

Martín-Ramallal, P., Merchán-Murillo, A., & Ruiz-Mondaza, M. (2022). Formadores virtuales con inteligencia artificial: grado de aceptación entre estudiantes universitarios. *Educación*, 58(2), 427–442. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1482>

Matiz Rojas, A. H., & Fernández Camargo, J. (2023). Uso de la inteligencia artificial en conflictos armados. *Revista Científica General José María Córdova*, 21(42), 525–549. <https://doi.org/10.21830/19006586.1151>



Morales Hernández, M. Á., et al. (2022). Algoritmos de aprendizaje automático para la predicción del logro académico. *RIDE*, 12(24), e035. <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1180>

Narváez-Narváez, J. C., Pardo-Calvache, C. J., & Orozco-Garcés, C. E. (2023). Documentación en el desarrollo ágil de software: mapeo sistemático. *Revista Científica*, 46(1), 107–121. <https://doi.org/10.14483/23448350.19670>

Orozco Iguasnia, W. A. (2021). Minería de datos para predicción del desempeño académico. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 8(2), 68–75. <https://doi.org/10.26423/rctu.v8i2.637>

Prieto-Gutiérrez, J. J., Segado-Boj, F., & Da Silva França, F. (2023). Inteligencia artificial en ciencias sociales: análisis bibliométrico. *Human Technology*, 19(2), 149–162. <https://doi.org/10.14254/1795-6889.2023.19-2.1>

Quitian Monroy, J. S., Martínez Padua, J., & Castiblanco Jiménez, I. (2022). Comparación de metodologías ágiles y tradicionales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 32(2), 9–26. <https://doi.org/10.18359/rcin.5168>

Reyes Freitas, R. (2023). Comportamiento organizacional y metodologías ágiles. *Industrial Data*, 26(2), 119–131. <https://doi.org/10.15381/idata.v26i2.24826>

Robayo-Jácome, D. J. (2023). Calidad en el desarrollo de software desde una perspectiva bibliométrica. *INNOVA Research Journal*, 8(3). <https://doi.org/10.33890/innova.v8.n3.2023.2299>

Sánchez Mendiola, M., & Carbajal Degante, E. (2023). Inteligencia artificial generativa en educación universitaria. *Perfiles Educativos*, 45(Esp.). <https://doi.org/10.22201/iissue.24486167e.2023.Especial.61692>

Seijas, R. (2023). Políticas de comunicación e inteligencia artificial. *URVIO*, 37, 45–62. <https://doi.org/10.17141/urvio.37.2023.5992>

Timarán Buchely, A., & Timarán Pereira, S. (2021). Minería de datos educativa para toma de decisiones. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(38), 87–95. <https://doi.org/10.24054/rcta.v2i38.1282>

Verdegay, J. L., Lamata, M., Pelta, D., & Cruz, C. (2021). Inteligencia artificial y problemas de decisión: contexto ético. *Suma de Negocios*, 12(27), 104–114. <https://doi.org/10.14349/sumneg/2021.V12.N27.A2>

Vidal-Rojas, J. C., & Cereceda-Otárola, M. (2023). Innovación participativa y metodologías ágiles. *Revista Científica*, 46(1), 17–26. <https://doi.org/10.14483/23448350.19672>

Zamora Varela, Y., & Mendoza Encinas, M. (2023). Inteligencia artificial y educación superior: desafíos y oportunidades. *Horizontes Pedagógicos*, 25(1). <https://doi.org/10.33881/0123-8264.hop.25101>



**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés