

La **Revista faccea** es una publicación seriada con publicación continua de acceso abierto, apoyada y avalada por la Vicerrectoría de Investigación e Innovación de la Universidad de la Amazonia. La revista tiene como objetivo difundir los aportes científicos e interdisciplinarios relacionados con el gran Área de las Ciencias Sociales y Sub áreas como la Economía y Negocios, Ciencias Políticas, Contables y Administrativas a nivel Nacional e Internacional.

Áreas temáticas

Finanzas
Contabilidad
Administración
Economía
Desarrollo Social y Sostenible

Periodicidad de Publicación:

Semestral, editando 2 números por año

La revista FACCEA No cobra APC por publicar en ella

Nota: la responsabilidad de las ideas de los artículos corresponde a sus autores



Esta revista puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

Rev. faccea (Universidad de la Amazonía. En línea)

<https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/faccea>

Equipo Editorial

EDITOR GENERAL

PhD. Duvan Emilio Ramírez Ospina
Universidad de Manizales

Co-editora

MSc. Maria Yenny Fajardo
Universidad de la Amazonia

Comité Editorial

Ph.D. Gian Carlo Delgado Ramos
Universidad Nacional Autónoma de México
(UNAM), México

Ph.D. Martha Patricia Vives Hurtado
Universidad Surcolombiana, Colombia

Ph.D. Dagoberto Páramo Morales
Universidad del Norte, Colombia

Ph.D. Gizelle Guadalupe Macías González,
Universidad de Guadalajara, México

Ph.D. Yuliana Gómez Zapata
Tecnológico de Antioquia - Institución
Universitaria, Colombia

Ph.D. Miguel Ángel Meza de Luna
Universidad Autónoma de Aguascalientes,
México

Revista
FACCEA

ISSN - Revista en Línea: 2539 - 4703

Revista
**Facultad de Ciencias Contables,
Económicas y Administrativas**

Equipo Editorial

Comité científico

Ph.D. Agustín Burgos Baena
Universidad de Sevilla, España

Ph.D. Luis Pedro Román Palma
Universidad Central de Chile, Chile

Ph.D. Diego Hernández García
Universidad de Manizales, Colombia

Ph.D. Salomón Montejano García
Universidad Autónoma de Aguascalientes,
Mexico

Ph.D. Alba Rocío Carvajal Sandoval
Universidad Javeriana, Colombia

Ph.D. Luis Lenin Herrera Díaz
Universidad Autónoma de Aguascalientes,
Mexico

Ph.D. Yezenia del Carmen Trejo Cruz
Universidad Veracruzana, México

Diseño y Diagramación

Esp. Karol Andrés Suarez
Editorial Universidad de la Amazonia

Revista
FACCEA

ISSN - Revista en Línea: 2539 - 4703

Revista
Facultad de Ciencias Contables,
Económicas y Administrativas



Universidad de la
Amazonia
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN
EDITORIAL UNIAMAZONIA

Revista
FACCEA

ISSN - Revista en Línea: 2539 - 4703

Revista

Facultad de Ciencias Contables,
Económicas y Administrativas



10.47847/faccea

Correo electrónico:

revistafaccea@uniamazonia.edu.co

Esta publicación es apoyada por la:

Vicerrectoría de Investigación e
Innovación
y la Editorial Universidad de la
Amazonia



Universidad de la
Amazonia

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN
EDITORIAL UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA

Tabla de Contenido

Nota del Editor

PhD. Duvan Emilio Ramírez Ospina
Editor

pp: 6-7

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA // SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH ARTICLES

- | | | |
|-----------|--|------------|
| 01 | <p>GUÍA METODOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN BASADA EN LA INTEGRACIÓN DE LOS MARCOS PMBOK Y DAMA-DMBOK // METHODOLOGICAL GUIDE FOR INFORMATION MANAGEMENT BASED ON THE INTEGRATION OF THE PMBOK AND DAMA-DMBOK FRAMEWORKS</p> <p><i>Margarita Leal Joya y Javier Andrés López Montaña</i></p> | pp: 8-35 |
| 02 | <p>EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA CADENA DE VALOR DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN CUBA: UN ENFOQUE MIXTO CON INDICADORES INTEGRADOS // SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF THE PHOTOVOLTAIC PANEL VALUE CHAIN IN CUBA: A MIXED-METHODS APPROACH WITH INTEGRATED INDICATORS</p> <p><i>Dairon Rojas Hernández, Estela Gertrudis Espinosa Martínez, Aristides Pelegrín Mesa y Leo Alejandro Acosta Rodríguez</i></p> | pp: 36-61 |
| 03 | <p>DESARROLLO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES EN ESTUDIANTES DE CIENCIAS EMPRESARIALES MEDIANTE UN JUEGO DE ROLES // DEVELOPING PROFESSIONAL SKILLS IN BUSINESS STUDENTS THROUGH ROLE PLAY</p> <p><i>José Antonio Hernández Aguilar, Mónica Teresa Espinosa Espíndola, Lilia Alejandra Flores Castillo, Adolfo Maceda Méndez y Onésimo Chávez López</i></p> | pp: 62-83 |
| 04 | <p>ANÁLISIS DE INSOLVENCIA EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: UNA APLICACIÓN DEL MODELO SPRINGATE // INSOLVENCY ANALYSIS IN COLOMBIAN INDUSTRY: AN APPLICATION OF THE SPRINGATE MODEL</p> <p><i>Andrés Caicedo Carrero, Daniel Isaac Roque y Oscar Humberto Quintero Landínez</i></p> | pp: 84-108 |

Nota Editor

El presente volumen reúne investigaciones que, desde diversas áreas del conocimiento, convergen en un propósito común: aportar herramientas conceptuales, metodológicas y empíricas para comprender y atender desafíos contemporáneos relacionados con la formación profesional, la sostenibilidad, la gestión financiera y la administración estratégica de la información.

En el ámbito educativo, uno de los trabajos analiza el desarrollo progresivo de competencias profesionales mediante la implementación de un juego de roles en estudiantes de ciencias empresariales. La experiencia evidencia cómo escenarios de decisión interdependiente favorecen procesos de negociación, cooperación, liderazgo y pensamiento sistémico, destacando el valor de las metodologías activas como estrategias para aproximar al alumnado a situaciones que demandan la integración de conocimientos, habilidades y capacidades para la toma de decisiones.

La sostenibilidad y la transición energética constituyen otro de los ejes abordados en este volumen. A partir del análisis de la cadena de valor de paneles fotovoltaicos en una empresa cubana, se propone un procedimiento que articula indicadores económicos, ambientales y sociales para fortalecer la gestión sostenible. Este estudio ofrece una perspectiva integral sobre la importancia de incorporar criterios de sostenibilidad en los procesos productivos y en la toma de decisiones estratégicas, especialmente en contextos que buscan avanzar hacia una matriz energética más diversificada y menos dependiente de combustibles fósiles.

Desde la perspectiva económica y financiera, se presenta un estudio orientado a la detección temprana del riesgo de insolvencia en pequeñas y medianas empresas industriales colombianas mediante la aplicación del modelo Springate. Los resultados permiten reconocer avances en la capacidad de pago de las empresas analizadas, al tiempo que identifican brechas de liquidez y situaciones de riesgo financiero que requieren atención. La investigación resalta la utilidad de los mode-

los predictivos como instrumentos para anticipar dificultades, gestionar riesgos y fortalecer la sostenibilidad empresarial.

Finalmente, la gestión de la información organizacional se aborda mediante una propuesta metodológica que integra los marcos internacionales PMBOK y DAMA-DMBOK. Esta articulación plantea una ruta para fortalecer la gobernanza, integración, interoperabilidad y calidad de los datos, vinculando la gestión de información con los principios de la gerencia de proyectos. El estudio reconoce así el dato como un activo estratégico y destaca la importancia de promover culturas organizacionales orientadas a la gestión sistemática de la información y a la mejora continua.

En conjunto, los artículos que conforman este volumen ponen de manifiesto la necesidad de abordar los retos organizacionales, educativos y empresariales desde perspectivas integradoras, apoyadas en metodologías que permitan comprender fenómenos complejos, anticipar riesgos, fortalecer capacidades y orientar procesos de transformación. La educación basada en experiencias, la sostenibilidad de los procesos productivos, la gestión preventiva del riesgo financiero y la gobernanza de los datos representan campos distintos, pero estrechamente vinculados por la necesidad de tomar decisiones informadas y responsables.

Invitamos a nuestros lectores, investigadores, docentes, estudiantes, empresarios y profesionales a recorrer las páginas de este volumen, conocer los aportes de cada investigación y encontrar en ellas elementos para la reflexión, el debate académico y la generación de nuevas iniciativas de investigación y aplicación en los diferentes contextos organizacionales y sociales.

Duvan Emilio Ramírez Editor

Revista
FACCEA

ISSN - Revista en Línea: 2539 - 4703

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN BASADA EN LA INTEGRACIÓN DE LOS MARCOS PMBOK Y DAMA-DMBOK

METHODOLOGICAL GUIDE FOR INFORMATION MANAGEMENT BASED ON THE INTEGRATION OF THE PMBOK AND DAMA-DMBOK FRAMEWORKS

MARGARITA LEAL JOYA¹

 <https://orcid.org/0009-0006-5672-1300>

 lealjoya@gmail.com

¹Ingeniera de sistemas (UIS), Magister en Gerencia de Proyectos - UNAD.

JAVIER ANDRÉS LÓPEZ MONTAÑO²

<https://orcid.org/0009-0001-7748-5224> 

javierpsicoudenar@gmail.com 

²Psicólogo (UDENAR), Magister en Gerencia de Proyectos - UNAD.

RESUMEN

La presente investigación desarrolla una propuesta metodológica orientada a fortalecer la gestión de la información organizacional fundamentada en la integración de dos marcos internacionales: el Project Management Body of Knowledge (PMBOK), referente en gerencia de proyectos, y el Data Management Body of Knowledge (DAMA-DMBOK), estándar en gobernanza y gestión de datos. La articulación de ambos marcos permitió diseñar una estrategia que responde a retos de gobernanza e integración e interoperabilidad de datos, definiendo qué gestionar para asegurar la calidad de los datos y cómo hacerlo desde un enfoque de gerencia de proyectos. La

PALABRAS CLAVE

PMBOK, DMBOK,
Gerencia de Proyectos,
Gobernanza de Datos,
Gestión de Datos

Para citar este artículo | To cite this article

Leal Joya, M. & López Montaña, J. A. (2026). Guía metodológica para la Gestión de la Información basada en la integración de los marcos PMBOK y DAMA-DMBOK. Revista FACCEA, Vol. 16(2), 8-35pp. <https://doi.org/10.47847/faccea.v16n2a1>

Recibido/Received: 26/02/2026 | Aprobado/Approved: 20/05/2026 | Publicado/Published: 31/07/2026



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

guía se orienta a la gestión de información promoviendo la mejora continua y fomentando una cultura organizacional centrada en el dato como activo estratégico. El análisis para la construcción de la guía se realiza a partir de un caso de estudio, y abarca etapas de diagnóstico, diseño, construcción y validación, ofreciendo una coherencia para el resultado final de la guía metodológica propuesta.

ABSTRACT

This research develops a methodological proposal aimed at strengthening organizational information management, based on the integration of two international frameworks: the Project Management Body of Knowledge (PMBOK), a benchmark in project management, and the Data Management Body of Knowledge (DAMA-DMBOK), a standard in data governance and management. The articulation of both frameworks allowed for the design of a strategy that addresses challenges related to data governance, integration, and interoperability, defining what to manage to ensure data quality and how to do so from a project management perspective. The guide focuses on information management, promoting continuous improvement and fostering an organizational culture centered on data as a strategic asset. The analysis for developing the guide is based on a case study and encompasses stages of diagnosis, design, construction, and validation, ensuring coherence in the final result of the proposed methodological guide.

KEYWORDS

PMBOK, DMBOK,
Project Management,
Data Governance, Data
Management

INTRODUCCIÓN

La gestión de la información se ha consolidado a nivel global como un activo estratégico generador de valor, esencial para fortalecer la competitividad, la eficiencia y la capacidad de innovación tanto de las organizaciones como de los países. No obstante, el potencial de una economía basada en datos se ve restringido por la ausencia de estructuras sólidas de gobernanza en entidades públicas y privadas, esta carencia se traduce en desafíos críticos, entre ellos la falta de integridad e interoperabilidad de los datos, así como la baja calidad de la información disponible (World Economic Forum, 2021).

En el contexto colombiano, iniciativas como la Política de Gobierno Digital del Min-TIC han buscado fortalecer la interoperabilidad y la gestión de datos, promoviendo decisiones basadas en evidencia para asegurar la generación de valor dentro de las entidades públicas (MINTIC Colombia, 2022). Sin embargo, informes recientes del Departamento Administrativo de la Función Pública, relacionados a la medición de gestión de las entidades públicas y específicamente en el área de Gobierno Digital (MINTIC-Gobierno Digital, 2024), se evidencia debilidades en las líneas de decisiones basadas en datos, servicios y procesos inteligentes, arquitectura y gobernanza. Tales condiciones generan brechas en la integridad, confiabilidad y oportunidad de los datos (Martinez & Prieto, 2004; Ruiz & Trujillo, 2012; Valencia Duque, 2021; Chung, 2019) en conjunto, estas afectaciones reducen la eficiencia operativa, incrementan la carga del personal (Hurtado Guevara, 2024) y siguiendo la lógica de la pirámide informacional, debilitan la gestión del conocimiento y la inteligencia organizacional (Valencia Duque, 2021), limitando la capacidad institucional para responder con competitividad e innovación a los desafíos regionales.

Este artículo se centra en el diseño de una guía metodológica para la gestión integrada de la información, tomando como caso de estudio una entidad pública colombiana: el SENA regional Valle del Cauca, con el propósito de validar la coherencia, pertinencia y aplicabilidad de la guía. El caso de estudio seleccionado para la investigación cumple con características y desafíos contemporáneos en la gestión de la información descritos anteriormente y que aquejan a numerosas entidades

públicas, no solo en Colombia, sino en el ámbito internacional, como son la proliferación de aplicativos no integrados, una alta dependencia del procesamiento manual de datos y la falta de definición de protocolos para la integración de datos. Por lo que este caso de estudio se convierte en un referente ilustrativo, permitiendo que la validación en este contexto asegure que la guía sea robusta, pertinente y adaptable a realidades análogas.

La propuesta busca articular de manera sinérgica los marcos de referencia internacional del Data Management Body of Knowledge (DAMA-DMBOK), orientado a la gestión de datos, y del Project Management Body of Knowledge (PMBOK), enfocado en la gerencia de proyectos. De esta forma, ambas disciplinas se abordan en esta propuesta de forma interdependientes y simultaneas dentro de una misma estrategia organizacional para la gestión estratégica de la información. La propuesta opera como el puente metodológico, que toma los principios de gobierno y calidad del dato del DMBOK ("qué hacer") y los articula dentro de la lógica de dominios de desempeño, gestión del cambio, incertidumbre organizacional (Apaolaza, Lizarralde, & Oyarbide-Zubillaga, 2020; Cleveland, Moschoglou, Millisor, & Hansen, 2022), y entrega de valor del PMBOK ("cómo hacerlo"), logrando así una ruta híbrida que articula aspectos técnicos, organizacionales y humanos, promoviendo una cultura institucional que conciba el dato como activo estratégico para la toma de decisiones efectivas.

En el ámbito académico, diversos estudios han explorado la integración de marcos de conocimiento como estrategia para fortalecer la gestión organizacional. Por ejemplo, (Henao-Roqueme & Zapata Jaramillo, 2021) destacan que la comparación entre cuerpos de conocimiento permite identificar sinergias y brechas, proyectando prácticas de una disciplina hacia otra. De manera complementaria, (Osorio Sanabria & Gómez Flórez, 2011) evidencian la pertinencia de aplicar principios del PMBOK en proyectos TIC para optimizar procesos de información, mientras que (Davenport, 1999) propone un enfoque holístico de "ecología de la información", que integra dimensiones tecnológicas, humanas y culturales en la gestión organizacional. Por otro lado, estudios como (Effendy & Legowo, 2025), realiza recomendaciones estratégicas para fortalecer la implementación del DMBOK en organiza-

ciones, a partir del análisis de desafíos y factores claves de éxito de su adopción en instituciones gubernamentales.

En este sentido, el presente artículo contribuye a cerrar la brecha teórica y metodológica identificada en la literatura, mediante el diseño y validación de una guía metodológica que integra de manera estructurada los dominios de gestión de datos del DAMA-DMBOK con las prácticas de dirección de proyectos del PMBOK, aplicada en una entidad pública colombiana. Esta articulación no solo responde a necesidades prácticas de organizaciones con niveles iniciales de madurez en gestión de la información, sino que fortalece la discusión académica sobre la convergencia entre gobernanza de datos y gerencia de proyectos como ámbito emergente de investigación.

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Data Management Body of Knowledge (DMBOK): Desarrollado por la Data Management Association (DAMA), constituye un marco de referencia de estándares y buenas prácticas para la gestión de datos en las organizaciones (DAMA, 2024). Su estructura se representa en tres componentes principales: la rueda de DAMA, el hexágono de factores externos y los diagramas de contexto. La rueda de DAMA destaca once áreas de conocimiento, situando al gobierno de datos en el centro como eje rector de políticas y alineación con las demás áreas (DAMA, 2024); El hexágono de factores externos, permite crear la relación entre los factores críticos para la gestión de los datos exitosa: personas, procesos y tecnología, centrados en objetivos y principios, facilitando la lectura articulada entre las áreas de conocimiento. El diagrama de contexto es la estructura que permite describir las áreas de conocimiento en un esquema de entradas, salidas y actividades, alienándolo a la relación descrita en el hexágono de factores externos (DAMA, 2024).

Gobierno de Datos: El gobierno de datos establece políticas para regular cómo se recopilan, almacenan, procesan y utilizan los datos (Horna, 2023). Su propósito es garantizar calidad, integridad, confiabilidad y disponibilidad, alineando proce-

tos, personas y tecnología con objetivos estratégicos (DAMA, 2024; Oracle Corp., 2011). Además, promueve la ética en el uso de datos y la reducción de riesgos asociados a su gestión (Ruiz Yen, Valdes, & Celso, 2025). Investigaciones como las de Conde (2022) y Osorio (2017) muestran que el gobierno de datos facilita la toma de decisiones confiables y respalda la gestión del ciclo de vida de los datos (Conde, 2022; Osorio, Guerrero, & González, 2017).

Gestión de Datos: La gestión de datos comprende actividades de recopilación, almacenamiento, organización, mantenimiento y uso bajo principios de calidad, seguridad y usabilidad (Oracle, 2021). Estas actividades, alineadas con políticas de gobierno, permiten que los datos se conviertan en un activo estratégico para las organizaciones (DAMA, 2024; Osorio, Guerrero, & González, 2017).

Datos e Información: Un dato es un hecho aislado que adquiere significado al situarse en un contexto, transformándose en información (Valencia Duque, 2021; DAMA, 2024). La pirámide informacional DIKW (Datos, Información, Conocimiento y Sabiduría) describe cómo los datos evolucionan hacia conocimiento y sabiduría organizacional (Ackoff, 1989; Granados, 2014). Sin embargo, el DMBOK enfatiza que datos e información deben gestionarse de forma conjunta para garantizar coherencia y calidad (DAMA, 2024). Reconocer los datos como activos permite construir estrategias competitivas, reducir costos y controlar riesgos (Conde, 2022).

Project Management Body of Knowledge (PMBOK): Constituye un marco de referencia internacional que organiza la dirección de proyectos en ocho dominios de desempeño, orientados a la entrega de valor (PMI, 2021). Este sistema se entiende como el conjunto interconectado de personas, procesos, herramientas y cultura que transforman insumos en resultados estratégicos para los interesados. Drucker (1989) y Bennis & Nanus (1989) destacan que la eficacia —hacer lo correcto que genera valor— debe primar sobre la eficiencia —hacer correctamente las actividades—, reforzando la orientación del PMBOK hacia resultados sostenibles (Drucker, 1989; Bennis & Nanus, 1989).

Liderazgo y Gestión del Cambio: El liderazgo efectivo es transversal a todos los dominios del PMBOK, pues permite alinear esfuerzos hacia la entrega de valor (Sinek, 2009; Larson & Gray, 2009). Por otro lado Kotter (2004) subraya que la gestión del cambio requiere líderes capaces de transformar la cultura empresarial (Kotter, 2004). En este sentido, el liderazgo efectivo sustentado en competencias blandas se convierte en un eje articulador que no solo facilita la implementación de buenas prácticas del PMBOK, sino que también impulsa la consolidación de una cultura organizacional resiliente para garantizar la sostenibilidad y la competitividad en entornos dinámicos. Las competencias blandas, como la inteligencia emocional y la capacidad de gestionar relaciones, son esenciales para motivar equipos y facilitar la adaptación organizacional (Goleman, 2018). Estudios recientes evidencian que las competencias blandas en los gerentes de proyectos impactan directamente en el éxito organizacional (Castro, Barcaui, Bahli, & Figueiredo, 2022); Kearney, Bond-Barnard, & Chugh (2024) señalan que métodos de aprendizaje orientados a estas competencias fortalecen la gestión estratégica del cambio (Kearney, Bond-Barnard, & Chugh, 2024).

Toma de Decisiones Basadas en Información: La toma de decisiones estratégicas en las organizaciones requiere información confiable, precisa y oportuna, lo cual reduce la incertidumbre y mejora la calidad de las decisiones (Davenport & Harris, 2007). Desde la perspectiva del PMBOK, la gestión de proyectos debe sustentarse en procesos claros de recolección, validación y análisis de datos, garantizando que las decisiones se fundamenten en evidencia y no en intuiciones fragmentadas (PMI, 2021). Este enfoque se articula con el concepto de sistema de entrega de valor, donde la eficacia en la toma de decisiones se traduce en resultados sostenibles para los interesados (Drucker, 1989; Bennis & Nanus, 1989). Por su parte, el DAMA-DMBOK reconoce los datos como activos estratégicos y establece principios de Gobierno de Datos para asegurar su calidad, integridad y disponibilidad (DAMA, 2024; Horna, 2023). La correcta gestión del ciclo de vida de los datos permite que las decisiones se alineen con objetivos organizacionales y regulatorios, reduciendo riesgos y fortaleciendo la confianza institucional (Ruiz Yen, Valdes, & Celso, 2025; Osorio, Guerrero, & González, 2017). En consecuencia, decisiones basadas en información confiable no solo optimizan resultados operativos y financieros sino que

también generan valor estratégico sostenible, alineando proyectos y datos en un marco integral de gestión (Davenport & Harris, 2007).

Fundamentos epistemológicos de la integración PMBOK–DAMA-DMBOK

La integración propuesta entre el DAMA-DMBOK y el PMBOK no se limita a una articulación operativa de procesos, sino que se sustenta en una convergencia epistemológica respecto al papel del conocimiento en las organizaciones contemporáneas. Ambos marcos, aunque desarrollados en disciplinas distintas, comparten una racionalidad orientada a la estructuración sistemática de prácticas que transforman información en valor organizacional.

Los marcos de referencia DAMA-DMBOK y PMBOK, se enfrentan a una realidad de implementación de forma individual en entidades de baja madurez digital, por un lado el DAMA-DMBOK, ofrece poca orientación sobre cómo implementar las prácticas que sugiere de manera estructurada y sostenible en organizaciones con procesos inmaduros y con resistencia al cambio (Effendy & Legowo, 2025), y por su parte, el PMBOK proporciona un excelente andamiaje para la ejecución de proyectos, pero no está especializado en la naturaleza transversal de la gestión del ciclo de vida del dato como activo estratégico para la toma de decisiones (PMI, 2021).

Desde la perspectiva del DAMA-DMBOK, el dato es concebido como un activo estratégico cuya gobernanza requiere principios como calidad, arquitectura, integración e interoperabilidad (DAMA, 2024). Este enfoque se enmarca en una epistemología organizacional donde el conocimiento se construye a partir de datos estructurados, confiables y contextualizados (Valencia Duque, 2021). Por su parte, en el PMBOK los proyectos se constituyen como mecanismos temporales de transformación organizacional orientados a generar entregables que produzcan valor, (PMI, 2021), donde el dominio de incertidumbre se convierte en una variable transversal y estructural que debe ser gestionada de manera sistémica (Apaolaza, Lizarralde, & Oyarbide-Zubillaga, 2020; Cleveland, Moschoglou, Millisor, & Hansen, 2022; Zheng & Carvalho, 2016).

La convergencia epistemológica emerge al reconocer que la gestión de datos y la dirección de proyectos comparten tres principios estructurantes: la formalización de procesos, la gestión del riesgo e incertidumbre y la orientación a la generación de valor. Mientras el DAMA-DMBOK establece el “qué” debe gestionarse en términos de principios de gobierno y calidad del dato, el PMBOK proporciona el “cómo” estructurar su implementación mediante prácticas de planificación, ejecución, monitoreo y control.

En consecuencia, la articulación propuesta no implica la superposición de marcos, sino su integración bajo una lógica complementaria: el DAMA-DMBOK aporta el marco ontológico del dato como activo organizacional, y el PMBOK provee el marco metodológico para gestionar su implementación como iniciativa estratégica. Esta síntesis permite trascender una visión puramente técnica de la gestión de datos, situándola dentro de un esquema formal de gobernanza y cambio organizacional (Cleveland, Moschoglou, Millisor, & Hansen, 2022; MINTIC Colombia, 2022).

METODOLOGÍA

El estudio adoptó un enfoque mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas que permitieron analizar de manera integral el estado de la gestión de la información en la entidad objeto de estudio. Este enfoque, sustentado en Hernández (2014), integró entrevistas semiestructuradas, encuestas y análisis de flujos de proceso, lo que permitió una comprensión profunda del contexto organizacional y de las dinámicas asociadas al manejo de datos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Diseño metodológico

La investigación se clasifica como aplicada, con elementos propios de la investigación-acción, al buscar resolver una problemática institucional mediante el diseño, construcción y validación de una guía metodológica para la gestión de la información. El diseño se desarrolló en cuatro fases secuenciales:

- Diagnóstico: levantamiento del estado actual de la gestión de información mediante entrevistas, aplicación de una herramienta de madurez y análisis del flujo As-Is.
- Diseño: identificación de buenas prácticas para dar solución a brechas de información identificadas en la fase de diagnóstico, a partir del análisis comparativo de los marcos PMBOK y DAMA-DMBOK y construcción del flujo objetivo To-Be.
- Construcción: estructuración de la guía metodológica en torno a gobernanza, roles, procesos y tecnologías.
- Validación: aplicación de juicio de expertos mediante instrumento cuantitativo tipo Likert y análisis cualitativo por contenido temático.

La Figura 1, muestra el diagrama metodológico del estudio, que resume las cuatro fases del proceso: diagnóstico, diseño, construcción y validación de la guía metodológica para la gestión de la información.

Muestra e instrumentos

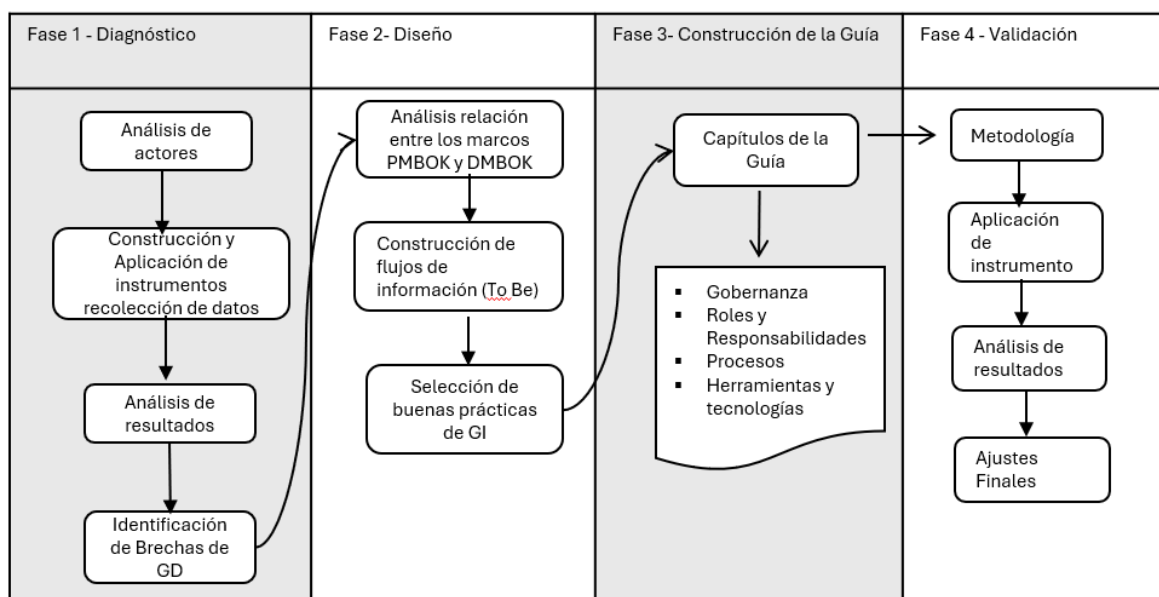
Se utilizó muestreo intencional, seleccionando actores con conocimiento directo de los procesos misionales de gestión de información, conforme a los criterios de pertinencia propuestos por (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) . Los instrumentos utilizados fueron:

- Entrevista semiestructurada, orientada a identificar prácticas actuales en la gestión de la información, dentro de las actividades de integración de datos entre procesos misionales.
- Herramienta de medición de madurez, construida con base en las buenas prácticas sugeridas en las áreas de conocimiento de integración e interoperabilidad de datos y gobernanza de datos del marco de referencia DAMA-DMBOK.
- Análisis de flujos de información, mediante mapeo del proceso As-Is.

La triangulación metodológica entre estos instrumentos fortaleció la robustez de los hallazgos y permitió identificar brechas estructurales, procedimentales y tecnológicas.

Figura 1

Diagrama metodológico del estudio



Fuente: Elaboración propia

Criterios de análisis

Para el análisis de los resultados provenientes de los instrumentos, la información se agrupó de acuerdo con los factores externos para el análisis de la gestión de datos definidos por el marco DAMA-DMBOK: procesos, personas, tecnología y gobernanza (DAMA, 2024). Estos criterios permitieron organizar sistemáticamente los hallazgos y facilitar su interpretación frente a estándares internacionales de gestión de datos, asegurando coherencia conceptual entre la fase diagnóstica y la construcción de la guía metodológica. Así mismo, teniendo en cuenta la problemática planteada en el proyecto de investigación, relacionada a la ausencia de integridad de datos de una organización, se analizaron las áreas de conocimiento de integración e interoperabilidad y gobernanza de Datos del DAMA- DMBOK, de acuerdo con lo sugerido por este marco de referencia para abarcar brechas de gestión de información relacionadas a estas áreas (DAMA, 2024). Para el caso de la herramienta de medición de madurez, su análisis se realizó teniendo en cuenta los niveles de madurez sugeridos por el DAMA- DMBOK, de nivel 0 (ausencia de

capacidad) a nivel 5 (gestionado) para establecer el estado actual de la gestión de datos para el caso de estudio.

Validación de instrumentos y del producto metodológico

Para asegurar la validez de contenido de los instrumentos y de la guía metodológica, se aplicó juicio de expertos. Siguiendo a Hernández (2014), este método garantiza que los instrumentos midan la variable que pretende medir y mantengan consistencia con el marco teórico del estudio (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Los expertos evaluaron los ítems según criterios de claridad, coherencia, pertinencia y relevancia, con una escala Likert de 1 a 5. Esto permitió calcular el índice de validez de contenido (I-CVI) por ítem y el S-CVI global de la guía. Paralelamente, se recogieron observaciones cualitativas analizadas mediante la técnica de análisis de contenido temático, profundizando en aspectos conceptuales y operativos.

Este diseño metodológico integró diagnóstico, análisis de marcos de referencia y validación experta, para garantizar rigor, pertinencia y aplicabilidad de la guía propuesta.

RESULTADOS

Fase de Diagnóstico

La Tabla 1 muestra el análisis triangulado de los resultados de la aplicación de los tres instrumentos utilizados en la fase de diagnóstico: entrevistas, evaluación de madurez y análisis del flujo As-Is, agrupadas por las categorías de gobernanza, personas, procesos y tecnología.

Tabla 1

Matriz de análisis triangulado – Gestión de Información

Categoría	Resultados entrevista	Resultados análisis de flujos	Resultados instrumento de madurez	Síntesis del análisis triangulado
Gobernanza	No existen políticas formales para gestionar e integrar datos de diferentes aplicativos o proceso	Se realiza por requerimientos vía correo, lineamientos internos no estandarizados.	Promedio: 1.19 – Nivel 1 (Inicial / Ad-hoc). Acuerdos informales, sin estrategia ni estándares formalizados.	No existe procedimientos formales para la gestión de la integración de datos entre procesos misionales
Personas	La responsabilidad está establecida por función directa a funcionarios, no por procedimiento formal.	Se identifican roles operativos dentro del proceso, pero no están documentados ni formalizados.	Promedio: 1.56 – Nivel 1 (Inicial / Ad-hoc). Responsables informales, sin claridad en funciones formales.	Los roles existen en la práctica, pero no están formalizados ni articulados a una estructura institucional clara.
Procesos	No existe metodologías para integración y validación de datos entre procesos misionales; alto grado de manualidad.	Ausencia de integración entre aplicativos; validación manual; uso exclusivo de correo electrónico como canal de comunicación.	Promedio: 1.20 – Nivel 1 (Inicial / Ad-hoc). Procesos parcialmente descritos, sin estandarización ni monitoreo.	Dependencia de prácticas manuales, con riesgos operacionales y de calidad en la información gestionada. Falta de estandarización de los flujos de información, falta de metodologías formales para la integración de datos y escasa trazabilidad (linaje de datos y metadatos).
Herramientas y tecnología	Ausencia de automatización; dependencia de habilidades individuales de funcionarios.	No se utilizan herramientas especializadas; el proceso no está automatizado.	Promedio: 1.06 – Nivel 1 (Inicial / Ad-hoc). Gestión basada en archivos ofimáticos, sin herramientas de automatización de procesos	No existe automatización en el proceso de integración de datos misionales. Limitada interoperabilidad entre aplicativos misionales.

Fuente: Elaboración propia. Resultado del análisis triangulado de los resultados de la aplicación de los tres instrumentos utilizados en la fase de diagnóstico.

El diagnóstico realizado evidenció un nivel bajo de madurez en la gestión de la in-

formación. Las prácticas actuales son mayoritariamente manuales, no estandarizadas y con escasa integración entre los aplicativos misionales. Las brechas más relevantes se identificaron en cuatro dimensiones:

- Gobernanza: caracterizada por ausencia de políticas formales y débil cultura del dato.
- Personas: roles sin definir y limitada capacitación.
- Procesos: presentan falta de estandarización, inexistencia de metadatos, baja integración y riesgos en calidad de datos.
- Tecnología: marcada por dependencia de herramientas ofimáticas y ausencia de automatización.

Fase de Diseño.

Como parte de la segunda fase de la investigación, orientada a identificar buenas prácticas que respondan a las brechas de gestión de datos detectadas en el diagnóstico inicial, se realizó un análisis comparativo entre los marcos de referencia DAMA-DMBOK y PMBOK. Este análisis permitió evidenciar cómo ambos enfoques se complementan estratégicamente. En la Tabla 2 se presenta una síntesis de los conceptos y principios más relevantes de ambos marcos.

Tabla 2
Análisis de relación de conceptos y principios de los marcos de referencia PMBOK y DAMBOK

Concepto/ principio	DMBOK	PMBOK
Alineación con objetivos estratégicos	Los objetivos de la estrategia de datos establecida desde el área de gobernanza, debe estar alienada con los objetivos estratégicos de la organización.	Los dominios de desempeño se orientan a entrega de valor al negocio, alienando resultados a objetivos estratégicos de la organización
Análisis por fases	Las áreas de conocimiento centran sus actividades en fases de planeación, desarrollo, operación y control	Describe fases para el desarrollo del proyecto: inicio, planificación, desarrollo, prueba, despliegue, cierre.
Procesos de mejora continua	Describe enfoques PHVA para la mejora continua en las diferentes áreas de conocimiento de gestión de datos.	Incluye buenas prácticas para implementar procesos de mejora continua, partiendo de procesos de adaptación e incertidumbre de los proyectos
Cultura organizacional	Sugiere incluir acciones de cambio en la cultura organizacional para la gestión de datos, antes de implementar cambios en los procesos	Integra buenas prácticas para generar cultura organizacional principalmente en procesos de adaptación al cambio, alineando enfoque del proyecto con los valores organizacionales.
Roles y responsabilidades	Sesugieren roles y responsabilidades para la gestión de datos estratégica	Incluye buenas prácticas para la gestión de stakeholders y su interacción con todos los dominios de desempeño para la gestión efectiva del proyecto.
Gobernanza	La gobernanza de datos se integra en todas las áreas de conocimiento. Y ofrece el norte de cualquier estrategia de datos.	Integra buenas prácticas de gobernanza, liderazgo y gerencia de proyecto, transversal a todos los dominios de desempeño
Toma de decisiones	Promueve decisiones basadas en información confiable y procesos claros de validación	Define datos como "materias prima de la información" y base para decisiones efectivas

Fuente: *Elaboración propia. Basado en los conceptos de (DAMA, 2024; PMI, 2021) y análisis propuesto en (Lopez Montañó & Leal Joya, 2025).*

La Tabla 3, muestra otro análisis de la relación entre las buenas prácticas propuestas por los marcos de referencia DAMA-DMBOK y PMBOK para atender las brechas

identificadas en la fase de diagnóstico, organizadas bajo la categorización de gobernanza, personas, procesos y tecnología, lo que permitió una lectura transversal de los aportes de cada marco en relación con sus dominios de desempeño y áreas de conocimiento.

Tabla 3
Relación de áreas de conocimiento y dominios de desempeño del DMBOK y PMBOK para abarcar brechas de información de la fase de diagnóstico.

Categoría	DAMA-DMBOK Área de conocimiento	PMBOK Dominio de desempeño
Gobernanza	Gobernanza de datos	Interesados; equipo; planificación; desempeño del trabajo; entrega; medición; incertidumbre
Personas	Gobernanza de datos	Equipo; interesados; planificación; desempeño del trabajo; medición; incertidumbre
Procesos	Gobernanza de datos; integración e interoperabilidad; modelado de datos; almacenamiento de datos; metadatos; calidad de datos	Planificación; interesados; equipo; entrega; medición; enfoque de desarrollo y del ciclo de vida; trabajo del proyecto; incertidumbre
Herramientas y tecnología	Integración e interoperabilidad; seguridad de datos	Interesados; equipo; ciclo de vida y desarrollo; planificación; desempeño del trabajo; entrega; medición; incertidumbre

Fuente: *Elaboración propia. Basado en (DAMA, 2024; PMI, 2021)*

A partir de este análisis transversal de los marcos de referencia se logra identificar las prácticas asociadas y herramientas o técnicas que respaldan su aplicación de acuerdo con los sugerido en cada marco de referencia, para la construcción del flujo To Be del proceso de gestión de información y la elaboración de la guía metodológica (Lopez Montaña & Leal Joya, 2025). Se detecta en esta etapa del análisis de los marcos de referencia, que el dominio de incertidumbre del PMBOK es común en todas las categorías analizadas, lo que la convierte en una variable crítica para gestionar en todas las etapas, vinculando conceptos de liderazgo, sistemas de entrega de valor, cambio organizacional y gobernanza de datos en una

organización. De esta forma se asegura la inclusión de prácticas de gerencia de proyectos que garanticen resultados sostenibles dentro de la guía metodológica propuesta. Este análisis va en concordancia a lo expuesto por Apaolaza (2020), Cleveland et al (2022) y Zheng (2016) que coinciden en gestionar la incertidumbre como una variable transversal y estructural en la gestión de proyectos (Apaolaza, Lizarralde, & Oyarbide-Zubillaga, 2020; Cleveland, Moschoglou, Millisor, & Hansen, 2022; Zheng & Carvalho, 2016).

- De acuerdo con el análisis anterior, se identificaron buenas prácticas articuladas con ambos marcos de referencia en cuatro dimensiones:
- Gobernanza: incluye prácticas relacionadas con los objetivos, políticas y estándares formalizados, cultura organizacional, hoja de ruta para la gestión de información, alineación objetivos estratégicos organizacionales, cuadro de mando integral – KPIs y gestión de riesgos.
- Personas: incluye prácticas relacionadas con roles y responsabilidades, gestión plan de capacitación (habilidades blandas y técnicas, y gestión plan de comunicaciones.
- procesos: incluye prácticas relacionadas con la formalización de flujo estándar de información, procesos ETL.
- Tecnología: incluye prácticas relacionadas con la automatización procesos ETL y visualización y análisis de datos.

Fase de construcción

La construcción de la guía abarca capítulos de gobernanza de datos, roles y responsabilidades, proceso y herramientas y tecnología.

Se describe a continuación, los principales aspectos de cada capítulo de la guía:

- Gobernanza: presenta una hoja de ruta como referencia para la construcción de un plan progresivo orientado al fortalecimiento del nivel de madurez en la gestión de datos de la entidad. Esta hoja de ruta se alinea con el modelo de mejora continua, que contempla un proceso iterativo de diagnóstico, diseño, implementación, monitoreo y retroalimentación, todo ello sustentado y articulado con principios de cultura organizacional y en el fortalecimiento del talento

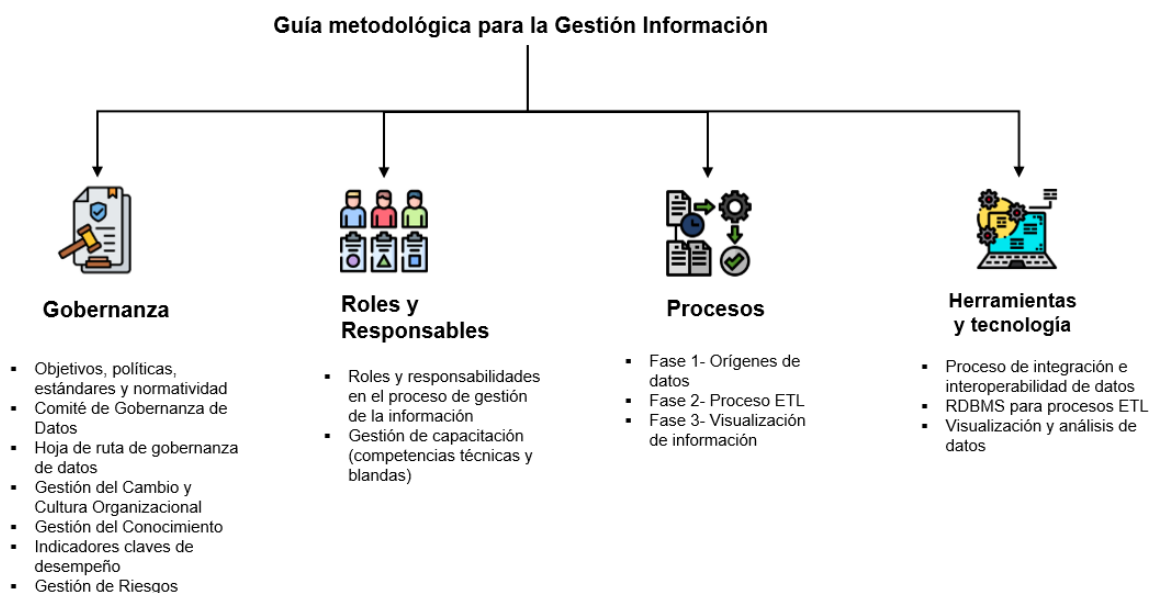
humano. Asimismo, se incluye un cuadro integral con perspectivas clave para la gestión de la información, que permite determinar y alinear los KPIs de con los objetivos estratégicos institucionales, considerando dimensiones como talento humano y aprendizaje, gobernanza, tecnología e innovación, procesos y generación de valor.

- Roles y responsabilidades: se menciona en este capítulo una referencia de los roles y responsabilidades dentro de una estrategia de gestión de datos en una organización, así como la gestión de planes de comunicación y capacitación en todos los niveles jerárquicos para fortalecer tanto las capacidades blandas como las técnicas del talento humano y facilitar la ejecución de cualquier estrategia de datos.
- Procesos: se plantean propuestas para abordar la integración e interoperabilidad de los datos, articulando aspectos técnicos, organizacionales y humanos.
- Herramientas tecnológicas: sugiere soluciones para enfrentar los desafíos de integración e interoperabilidad, alineadas con los principios del DAMA-DMBOK, además de recomendaciones sobre herramientas de visualización y análisis de datos que faciliten insumos para la toma de decisiones estratégicas.

En la Figura 2 se describe la estructura general de la Guía Metodológica para la Gestión de Información integral.

Figura 2

Estructura general de la guía metodológica para la gestión de información



Fuente: Elaboración propia. Basado en (Lopez Montaña & Leal Joya, 2025)

Fase de Validación

Los expertos evaluaron la guía metodológica en cuatro criterios: claridad de la redacción, coherencia con los marcos DAMA-DMBOK y PMBOK, pertinencia organizacional y aplicabilidad práctica. El análisis cuantitativo mostró un consenso total entre los evaluadores ($I-CVI = 1.00$ en todos los ítems), lo que confirma una validez de contenido sólida en cada criterio. El análisis cualitativo complementó estos resultados, aportando observaciones orientadas al fortalecimiento conceptual y operativo de la guía. En conjunto, ambos análisis evidencian que la guía metodológica es clara, coherente, pertinente y aplicable, consolidándose como un instrumento robusto para mejorar la gestión de la información en la entidad (Lopez Montaña & Leal Joya, 2025).

CONCLUSIONES

La presente investigación desarrolló y validó una guía metodológica para la gestión de información en una organización, logrando una sinergia efectiva entre los marcos PMBOK y DAMA-DMBOK. La guía propuesta concibió lo sugerido por los marcos como dimensiones convergentes y desarrolladas en torno a una misma estrategia organizacional. Por un lado, el DMBOK orientó sobre el qué gestionar mediante principios y estándares que garantizan calidad de los datos, y por otro lado, el PMBOK definió el “cómo” llevar a cabo esta tarea de gestionar la información mediante un enfoque de gerencia de proyectos proporcionando una visión estratégica de liderazgo, mejora continua y alineación con los objetivos organizacionales, garantizando la sostenibilidad del modelo y potenciando una toma de decisiones basada en datos confiables y de calidad.

La guía metodológica se fundamenta en dos marcos de referencia internacionales PMBOK y DAMA-DMBOK ampliamente adoptados para la gestión de proyectos y de datos y se encuentra validada en un entorno de baja madurez en la gestión de datos que encarna las problemáticas típicas del sector (manualidad de los procesos, inexistencia de protocolos de integración y proliferación de aplicativos no integrados), lo que lo convierte en un modelo que trasciende el caso de estudio, permitiendo ser replicable y adoptado por otras organizaciones con desafíos similares.

La guía propuesta cuenta con una perspectiva de gobernanza, personas, procesos y tecnología, coherente con la “ecología de la información” planteada por Davenport (1999), que se articula bajo el enfoque de gerencia de proyectos, garantizando que la solución trascienda de una implementación técnica para permear de forma transversal la cultura organizacional y el factor humano, abordando la raíz del problema como es la dependencia del conocimiento tácito y la ausencia de una visión unificada del dato (Valencia Duque, 2021) de esta forma se diferencia de otros modelos de gobernanza que tienden a priorizar procesos (CMMI Institute, 2025; EDMCouncil, 2025; MinTIC, 2024).

Los hallazgos coinciden con la literatura que confirman que la integración de mar-

cos y metodologías fortalecen procesos organizacionales (Navarro Figueroa, 2025; Henao-Roqueme & Zapata Jaramillo, 2021; Cisneros Phocco & Serpa García, 2024).

La validación por expertos, que arrojó un I-CVI de 1.00 en todos los criterios, confirma que la guía cumple con estándares de claridad, coherencia, pertinencia y aplicabilidad.

DISCUSIONES

La discusión se estructura a partir de los objetivos específicos del estudio, articulando el análisis de los resultados obtenidos en cada fase con los referentes teóricos que fundamentan la investigación.

Los resultados del diagnóstico evidenciaron un nivel de madurez inicial en la gestión de datos, caracterizado por informalidad en procesos, ausencia de políticas de gobernanza, baja interoperabilidad y limitada articulación estratégica. Estos hallazgos confirman lo planteado por (DAMA, 2024) respecto a que la gobernanza constituye el eje estructurante de la gestión de datos y que su ausencia impide consolidar prácticas estandarizadas en calidad e integración. Asimismo, en coherencia con Davenport y Harris (2007), la falta de procesos formales restringe la toma de decisiones basada en información confiable, manteniendo a la organización en niveles operativos del dato, sin su transformación sistemática en conocimiento estratégico (Davenport & Harris, *Competing on Analytics: The New Science of Winning*, 2007; Ackoff, 1989).

Desde la perspectiva de la gerencia de proyectos, los resultados de la fase de diagnóstico evidencian que la gestión de la información no había sido abordada como iniciativa estratégica, lo que contrasta con el enfoque del PMBOK (PMI, 2021), que propone dominios de desempeño integrados y gestión estructurada de la incertidumbre. La ausencia de planificación formal y gestión de interesados confirma que las debilidades identificadas no eran únicamente técnicas, sino organizacionales y estratégicas.

El diseño metodológico permitió evidenciar complementariedades entre ambos marcos: mientras el DAMA-DMBOK define los dominios sustantivos de la gestión de datos, el PMBOK aporta la estructura de implementación y control. Esta convergencia coincide con lo señalado por Henao, (2021) Navarro (2025) y Cisneros (2016) sobre la integración de cuerpos de conocimiento como mecanismo para proyectar prácticas entre disciplinas (Henao-Roqueme & Zapata Jaramillo, 2021; Navarro Figueroa, 2025; Cisneros Phocco & Serpa García, 2024). Asimismo, la incorporación explícita del dominio de incertidumbre se alinea con planteamientos que resaltan la necesidad de enfoques adaptativos en entornos complejos (Apao-laza, Lizarralde, & Oyarbide-Zubillaga, 2020; Zheng & Carvalho, 2016).

La construcción de la guía metodológica integró gobernanza, procesos, tecnología y cultura organizacional, confirmando la visión sistémica de la "ecología de la información" propuesta por Davenport (1999). En esta línea, los resultados respaldan la importancia del liderazgo y las competencias gerenciales en la sostenibilidad de las iniciativas de transformación (Castro, Barcaui, Bahli, & Figueiredo, 2022; Goleman, 2018). Además, coinciden con estudios recientes en sector público que identifican la gobernanza y la cultura organizacional como principales desafíos en la adopción de modelos de gestión de datos (Effendy & Legowo, 2025).

Finalmente, la validación por juicio de expertos evidenció coherencia conceptual y pertinencia metodológica, en consonancia con los criterios de validez de contenido planteados por Hernández et al. (2014) (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). No obstante, desde una perspectiva crítica, se reconoce la necesidad de futuras aplicaciones empíricas que permitan fortalecer la generalización del modelo.

En conjunto, los hallazgos aportan evidencia aplicada sobre la integración entre gobernanza de datos y gerencia de proyectos, demostrando que la articulación PMBOK–DMBOK trasciende una lógica operativa y configura una propuesta metodológica estructurada para la generación de valor organizacional

TRABAJO FUTURO

Las líneas de investigación futura que se derivan de la presente investigación se plantean para consolidar un ecosistema de mejora continua en la gestión de datos para las organizaciones. Se destacan dos ejes principales:

- Gobernanza de datos integral: ampliar el modelo hacia todas las áreas del DAMA-DMBOK, fortaleciendo la gobernanza en articulación con la gerencia de proyectos y la gestión del cambio organizacional
- Transferencia de conocimiento y observatorio: crear observatorios universitarios de gestión y gobernanza de datos, con funciones de investigación, articulación con sectores público y privado, y formación especializada. Estos espacios, permitirán estudiar tendencias emergentes articulados con el contexto local e innovación tecnológica, asegurando la aplicabilidad de los resultados, al mismo tiempo que ofrecen capacitación alineada con las necesidades organizacionales.

REFERENCIAS

- Ackoff, R. (1989). From data to wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis*, 16, 3-9. Obtenido de <https://faculty.ung.edu/kmelton/Documents/DataWisdom.pdf>
- Apalaza, U., Lizarralde, A., & Oyarbide-Zubillaga, A. (2020). Modern Project Management Approaches in Uncertainty Environments: A Comparative Study Based on Action Research. *Sustainability*, 12, 24. doi:<https://doi.org/10.3390/su122410542>
- Bennis, W., & Nanus, B. (1989). *Líderes, las cuatro claves del liderazgo eficaz*. Norma.
- Castro, M., Barcaui, A., Bahli, B., & Figueiredo, R. (2022). Do the Project Manager's Soft Skills Matter? Impacts of the Project Manager's Emotional Intelligen-

- ce, Trustworthiness, and Job Satisfaction on Project Success. *Administrative Sciences*, 12(4), 141. doi:<https://doi.org/10.3390/admsci12040141>
- Chung, J. (2019). Cómo convertirse en una organización basada en datos. Amazon Web Services (AWS). Obtenido de https://d1.awsstatic.com/executive-insights/es_ES/ebook-becoming-data-driven.pdf
- Cisneros Phocco, M. A., & Serpa García, D. (2024). Propuesta metodológica para la mejora en gestión de proyectos de saneamiento básico rural, mediante Scrum, Lean y PMBOK. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. . doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12404/28382>
- Cleveland, S., Moschoglou, G., Millisor, E., & Hansen, D. (2022). Explorando la incertidumbre del proyecto y las estrategias de liderazgo: dominios, factores, categorías y competencias. *Revista Internacional de Educación Inteligente y Sociedad Urbana (IJSEUS)*, 13, 13. doi:<https://doi.org/10.4018/IJSEUS.310068>
- CMMI Institute. (2025). CMMI Data. Recuperado el 15 de octubre de 2025, de CMMI Institute: <https://cmmiinstitute.com/cmmi/data>
- Conde, R. (2022). Data Gobernanza: El epicentro de la Gestión del Dato. Vector ITC Group. Obtenido de <https://www2023.icao.int/SAM/Documents/2022-SM-SATS/Mod%20-%20Data-Governance-Vector-ITC.pdf>
- DAMA. (2024). DAMA-DMBOK: Data management body of knowledge (2da ed.). DAMA International.
- Davenport, T. (1999). *Ecología de la Información: por qué la tecnología no es suficiente para lograr el éxito en la era de la información*. Mexico: Oxford University Press.
- Davenport, T., & Harris, J. (2007). *Competing on Analytics: The New Science of Winning*. Harvard Business Review Press.

Drucker, P. (1989). *The Effective Executive*. Edhasa.

EDMCouncil. (2025). Marco DCAM. Recuperado el 15 de Octubre de 2025, de DCAM: <https://edmcouncil.org/frameworks/dcam/>

Effendy, F., & Legowo, N. (2025). Adopting DMBOK in the Public Sector: Challenges, Success Factors, and Insights from a Systematic Review. 2025 2nd International Conference on Smart City and Information System (ICSCIS) (págs. págs. 29-33). Malasia: IEEE Xplore. doi:10.1109/ICSCIS65391.2025.11069861

Goleman, D. (2018). *Inteligencia emocional en la empresa*. Conecta.

Granados, C. (2014). Gestión de información y del conocimiento apoyadas en tecnologías de uso común: caso de la Biblioteca W. K. Kellogg. Universidad EARTH- Costa Rica. Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento, 11(3), 75-96. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=82332932005>

Henao-Roque, A. d., & Zapata Jaramillo, C. M. (2021). Identificación de estructuras sintácticas en corpus: un enfoque para encontrar áreas de conocimiento en disciplinas dirigidas por proyectos. *Revista UIS Ingenierías*, 20(4), 79–90. doi:<https://doi.org/10.18273/revuin.v20n4-2021006>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F. McGraw-Hill Education.

Horna, I. (2023). *Guía de implementación ágil en la mejora del nivel de madurez de gobierno de datos para medianas y grandes empresas*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería - Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14076/27025>

Hurtado Guevara, R. F. (2024). Impacto de la Automatización Contable en la Eficiencia Operativa de las PYMEs. *Revista Científica Zambos*, 3(1), 19-35. doi:<https://doi.org/10.69484/rcz/v3/n1/10>

- Kearney, J., Bond-Barnard, T., & Chugh, R. (2024). Soft skills and learning methods for 21st-century project management: a review. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 12(4), 5-20. doi:<https://doi.org/10.12821/ijispm120401>
- Kotter, J. (2004). *El líder del Cambio*. McGraw-Hill.
- Larson, E., & Gray, C. (2009). *Administración de proyectos- Un enfoque práctico*. MacGraw Hill.
- López Montaña, J., & Leal Joya, M. (2026). Guía para la gerencia de la información: caso SENA Regional Valle del Cauca. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/79365>
- Martinez, M., & Prieto, A. (2004). Sistemas de información en las organizaciones: Una alternativa para mejorar la productividad gerencial en las pequeñas y medianas empresas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, X(2), 322-337. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28010209>
- MinTIC. (2024). GUÍA ESPECÍFICA MGGTI.GE.GI.04 - GOBIERNO DE DATOS V 3.0. Obtenido de MINTIC Gobierno de Datos: https://www.mintic.gov.co/arquitecturaempresarial/630/articles-398776_recurso_1.pdf
- MINTIC Colombia. (2022). Política de Gobierno Digital. Recuperado el 15 de julio de 2025, de <https://gobiernodigital.mintic.gov.co/portal/Politica-de-Gobierno-Digital/>
- MINTIC-Gobierno Digital. (2024). Índice de Gobierno Digital. Recuperado el 10 de agosto de 2025, de Medición del Desempeño Institucional: [https://gobiernodigital.mintic.gov.co/portal/Mediciones/#:~:text=Share-,%C3%8Dndice%20Territorial,en%20la%20Gesti%C3%B3n%20\(FURAG\).](https://gobiernodigital.mintic.gov.co/portal/Mediciones/#:~:text=Share-,%C3%8Dndice%20Territorial,en%20la%20Gesti%C3%B3n%20(FURAG).)

- Navarro Figueroa, O. (2025). Estrategias de gobernanza de datos en las PYMES colombianas: análisis de su aplicación y retos. Repositorio Institucional UNAD. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/69307>
- Oracle. (2021). ¿Qué es la inteligencia de negocio? Recuperado el 1 de julio de 2025, de <https://www.oracle.com/co/database/what-is-data-management/>
- Oracle Corp. (2011). Enterprise Information Management: Best Practices in Data Governance. Oracle. Obtenido de <https://www.oracle.com/assets/oea-best-practices-data-gov-1357848.pdf>
- Osorio Sanabria, M., & Gómez Flórez, L. (2011). La administración de información: oportunidad en la gestión de proyectos de investigación. *Scientia Et Technica*, XVI(49), 98-103. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84922625017>
- Osorio, M., Guerrero, C., & González, M. (2017). La gobernabilidad de datos como apoyo en la gestión de datos de instituciones de educación superior. *Revista ESPACIOS*, 38(51), 11. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12494/42048>
- PMI. (2021). Guía del PMBOK 7ma edición. Project Management Institute. Obtenido de <https://lccn.loc.gov/2021011108>
- Ruiz Yen, A., Valdes, K., & Celso, H. (2025). Sistema automatizado para la mejora del procesamiento de datos de auditoría mediante buenas prácticas del DAMA-DMBOK y herramientas low-code en el sector bancario. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). doi:<http://dx.doi.org/http://doi.org/10.19083/tesis/684614>
- Ruiz, J., & Trujillo, H. (2012). Modelos para la evaluación del error humano en estudios de fiabilidad de sistemas. *Anales de Psicología*, vol. 28(3), 963-977. doi:<https://doi.org/10.6018/analesps.28.2.148941>

Sinek, S. (2009). Start with Why. New York: Portfolio/Penguin.

Valencia Duque, F. J. (2021). Sistema de gestión de seguridad de la información basado en la familia de normas iso/iec 27000. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80158>

World Economic Forum. (4 de Agosto de 2021). Towards a Data Economy: An enabling framework. Recuperado el 10 de agosto de 2025, de World Economic Forum: <https://www.weforum.org/publications/towards-a-data-economy-an-enabling-framework/>

Zheng, E., & Carvalho, M. (2016). Managing Uncertainty in Projects: A Review, Trends and Gaps. Gestão e Projetos - GeP, 7(2), 95–109. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5757397.pdf>

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA CADENA DE VALOR DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN CUBA: UN ENFOQUE MIXTO CON INDICADORES INTEGRADOS

SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF THE PHOTOVOLTAIC PANEL VALUE
CHAIN IN CUBA: A MIXED-METHODS APPROACH WITH INTEGRATED
INDICATORS

DAIRON ROJAS HERNÁNDEZ¹

 <https://orcid.org/0000-0003-1443-6318>

 dairon920328@gmail.com

ESTELA GERTRUDIS ESPINOSA MARTINEZ²

 <https://orcid.org/0000-0003-2813-1785>

 estelaespinosa975@gmail.com

ARÍSTIDES PELEGRÍN MESA⁴

<https://orcid.org/0000-0001-8723-9046> 

pelegrin65@yahoo.es 

LEO ALEJANDRO ACOSTA RODRÍGUEZ⁵

<https://orcid.org/0000-0001-5128-2667> 

leoalejandroacosta1@gmail.com 

¹Universidad de Pinar del Río, Cuba

²Universidad de La Habana

³Universidad de Guadalajara, México

⁴Universidad de Pinar del Río, Cuba

RESUMEN

La energía solar fotovoltaica constituye una de las principales alternativas para diversificar la matriz energética cubana y reducir la dependencia de combustibles fósiles. Este estudio propone un procedimiento para evaluar la sostenibilidad de la cadena de valor de paneles fotovoltaicos en la Empresa de Componentes Electrónicos de Pinar del Río, integrando indicadores económicos, ambientales y sociales. Se emplea un enfoque mixto que combina técnicas cualitativas (Delphi, consulta a exper-

PALABRAS CLAVE

Cadena de Valor,
Sostenibilidad, Paneles
Fotovoltaicos, Indicadores,
Transición Energética.

Para citar este artículo | To cite this article

Rojas Hernández, D., Espinosa Martínez, E. G., Aristides Pelegrín Mesa, A. & Acosta Rodríguez, L. A. (2026). Evaluación de la sostenibilidad de la cadena de valor de paneles fotovoltaicos en Cuba: un enfoque mixto con indicadores integrados. Revista FACCEA, Vol. 16(2), 36-61pp. <https://doi.org/10.47847/faccea.v16n2a2>

Recibido/Received: 16/02/2026 | Aprobado/Approved: 27/05/2026 | Publicado/Published: 31/07/2026



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

tos) y cuantitativas (Alfa de Cronbach, Kendall, análisis financiero). Los resultados muestran limitaciones en la producción y eficiencia de la cadena, pero también oportunidades para fortalecer la gestión sostenible. El procedimiento aporta un marco metodológico integrador que puede servir como herramienta estratégica para la toma de decisiones y la transición energética en Cuba.

ABSTRACT

Solar photovoltaic energy represents a key alternative for diversifying Cuba's energy mix and reducing reliance on fossil fuels. This study proposes a procedure to evaluate the sustainability of the photovoltaic panel value chain at the Pinar del Río Electronic Components Company, integrating economic, environmental, and social indicators. A mixed-methods approach is employed, combining qualitative techniques (Delphi method, expert consultation) with quantitative ones (Cronbach's alpha, Kendall's coefficient, financial analysis). The results reveal limitations regarding production and chain efficiency, yet also highlight opportunities to strengthen sustainable management. The proposed procedure provides an integrative methodological framework that can serve as a strategic tool for decision-making and the energy transition in Cuba.

KEYWORDS

Value Chain, Sustainability,
Photovoltaic Panels,
Indicators, Energy
Transition.

INTRODUCCIÓN

La globalización y el uso de tecnologías altamente contaminantes, así como el ineficiente manejo de los recursos naturales, se refleja en la emisión de gases de efecto invernadero causantes del calentamiento global, la pérdida de grandes volúmenes de bosques, la sobreexplotación de suelos, la contaminación del agua y la acelerada extinción de los combustibles fósiles, imponiendo mayores retos para la formulación e implementación de las estrategias empresariales (Rojas et al. 2022a y Rojas et al. 2023a).

En particular, una de las manifestaciones más agudas de la crisis medioambiental es el agotamiento de los combustibles fósiles para la generación de energía y la imperiosa necesidad de buscar alternativas con fuentes renovables de energía que no contaminen el medioambiente. El desarrollo de las actividades y de la infraestructura implica el uso de recursos naturales y la generación de residuos que contaminan el medioambiente. Se trata no solo de entender por qué las organizaciones deben adoptar y ejecutar prácticas ambientales corporativas, sino de encontrar un punto de equilibrio entre las estrategias ambientales, económicas y sociales, de manera tal que el desarrollo económico no vaya en detrimento del medioambiente y el desarrollo social (Rojas et al., 2024).

La complejidad que ha creado la globalización en el tejido de relaciones empresariales ha propiciado un protagonismo en la formación y desarrollo de las cadenas de valor que abarcan los procesos de producción, comercialización y acceso a los mercados, ya que la filosofía de la cadena de valor parte del intercambio y colaboración en la información entre los actores que la conforman, tanto dentro como fuera de ella, para dar respuesta a las crecientes demandas del mercado y, en última instancia, a la satisfacción de los clientes (Rojas et al., 2021).

La ductilidad del concepto de cadena de valor como forma de organización empresarial lo ha convertido en una herramienta eficaz para generar visiones estratégicas compartidas entre los actores de la cadena, propiciar una cultura de aprendizaje, facilitar los flujos informativos y la gestión a lo largo de la cadena, contribuir a una

mejor posición competitiva en el mercado, así como producir un mayor valor agregado orientado a los clientes y a buscar formas eficientes de utilizar los recursos.

En la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) asociados a ella, aprobados por la Organización de Naciones Unidas (ONU), se tiene como principio transformar el paradigma de desarrollo actual en uno que lleve por la vía del desarrollo sostenible, inclusivo y con una visión de largo plazo (ONU, 2015). El desarrollo sostenible en los modelos de negocios estructurados como cadena de valor solo es posible lograrlo con el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social. Los nuevos paradigmas del desarrollo deben apoyarse en las estructuras de cadenas de valor para formular su sostenibilidad (Rojas et al. 2023b).

Cuba ha diseñado políticas en el cuidado y la respuesta al cambio climático, las que han contribuido a la conciencia pública en esta dirección. Los retos más importantes en esta dimensión son la degradación creciente de los recursos naturales, alto grado de contaminación y deterioro ambiental, aspiración recogida en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución: 145, 148, 150 y 152 (Partido Comunista de Cuba, 2021). El país se posiciona en la urgencia de la transformación de su matriz energética, con el fin de disminuir el consumo de combustibles importados para la generación y aumentar la eficiencia en su utilización, atenuando la alta dependencia de combustibles fósiles y explotar las tecnologías ecológicamente sostenibles. La actualización del modelo económico cubano incluye en el cumplimiento del programa aprobado hasta 2030, el desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía (Rojas et al. 2022b).

La Empresa de Componentes Electrónicos en Pinar del Río, perteneciente al Ministerio de Industrias (MINDUS) y al Grupo de la Electrónica (GELECT), constituye el núcleo de la cadena de valor fotovoltaica nacional. Sin embargo, esta cadena enfrenta barreras tecnológicas, financieras y de gestión que limitan su desarrollo. El presente artículo busca responder: ¿cómo evaluar de manera integral la sostenibilidad de la cadena de valor fotovoltaica en Cuba? El objetivo general es elaborar un procedimiento para la evaluación integral de la sostenibilidad de la cadena de valor fotovoltaica en Cuba con un enfoque mixto de indicadores integrados.

MARCO TEÓRICO

Evolución del concepto de sostenibilidad y su aplicación a cadenas de valor

El origen de los enfoques de sostenibilidad se encuentra en la Conferencia de las Naciones Unidas celebrada en Estocolmo en 1972, aunque las primeras definiciones sobre sostenibilidad se encuentran entre los trabajos de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1983, que destacan el indisoluble vínculo entre el desarrollo económico y la ecología, recogido de manera detallada en el Informe «Nuestro Futuro Común» de 1987 (ONU, 1987), donde se presenta el concepto de desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones.

En 2015, se renueva la visión global de la sostenibilidad con la aprobación de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible contenidos en la Agenda 2030 (Plasencia et al., 2018; D'Amato & Korhonen, 2021). Surgía así un nuevo paradigma empresarial en que las organizaciones estarían cada vez más obligadas a asumir un papel en el desarrollo sostenible (Falloon, 2013) y la necesidad de manejar actividades de gestión sostenible como la forma de fomentar el desarrollo sostenible y perseguir no solo un resultado financiero sino también asumir responsabilidades sociales y ambientales (Phillips et al., 2019).

Las cadenas de valor fueron estudiadas y promovidas por Porter en la década de los 80 del siglo pasado (Porter, 1985). El diseño y la organización de las futuras cadenas de valor sostenibles mundiales se considera una palanca importante para los esfuerzos por alcanzar los ODS (Fessehaie & Morris, 2018; Santa et al., 2020). Complementan estas herramientas prácticas los modelos de negocios sostenibles con un enfoque en los tres pilares de la sostenibilidad: economía, medio ambiente y sociedad (Elkington, 1997; Bocken et al., 2014).

Enfoques contemporáneos en la evaluación de sostenibilidad de sistemas fotovoltaicos

La literatura especializada ha desarrollado múltiples enfoques para la evaluación de sostenibilidad de sistemas fotovoltaicos. El Análisis de Ciclo de Vida (LCA), nor-

malizado por las normas ISO 14040 e ISO 14044, constituye el estándar internacional para evaluar los impactos ambientales de los sistemas fotovoltaicos a lo largo de todas las etapas de su ciclo de vida (Campos, 2022). El Programa de Sistemas Fotovoltaicos de la Agencia Internacional de Energía (IEA-PVPS) (2025) subraya la necesidad de trazabilidad y reciclaje de paneles para garantizar sostenibilidad a largo plazo.

Los indicadores compuestos y el análisis multicriterio han sido ampliamente utilizados para integrar las dimensiones económica, ambiental y social en la evaluación de sostenibilidad (Escobar & Rea, 2022). Por su parte, los criterios ESG (Environmental, Social, Governance) se han consolidado como un marco de referencia para la evaluación de sostenibilidad corporativa en el sector energético.

Investigaciones en Brasil y México muestran que las cadenas fotovoltaicas enfrentan barreras financieras similares a las de Cuba, pero con avances en integración de indicadores ESG. Europa y Asia han avanzado en la integración de criterios ESG y en la circularidad de la cadena fotovoltaica, implementando programas de reciclaje de paneles que permiten recuperar hasta el 95% de materiales críticos (IEA-PVPS, 2025), mientras Cuba aún carece de políticas de reciclaje sistemático.

Indicadores para la evaluación de la sostenibilidad

La evaluación de la sostenibilidad requiere de indicadores que permitan cuantificar y comunicar la información relevante a diversos sectores (Gallopín, 1997). Para Escobar & Rea (2022), los indicadores ambientales aparecen por la necesidad de una política ambiental y para un manejo sostenible de recursos naturales. Siguiendo los aspectos establecidos en la Norma ISO 14001:2015 sobre el equilibrio entre el medio ambiente, la sociedad y la economía, estos indicadores han sido considerados como esenciales para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las de futuras generaciones (ONU, 1987).

En la dimensión social, González et al. (2004) señalan que los indicadores sociales permiten retroalimentar el sistema evaluado y proponer nuevas estrategias para solucionar los problemas que afecten negativamente a la comunidad. La sostenibi-

lidad económica de una cadena depende de que los recursos financieros sean suficientes para cubrir los gastos y generar beneficios para los actores económicos. Por lo tanto, resulta importante que la cadena alcance los niveles de eficiencia necesarios para conseguir un equilibrio óptimo entre lo que el mercado puede pagar y los actores de la cadena necesitan recibir

METODOLOGÍA

Enfoque metodológico

El estudio adoptó un enfoque mixto que combina técnicas cualitativas y cuantitativas. El componente cualitativo incluye la aplicación del método Delphi y consulta a expertos para la validación de indicadores, mientras que el componente cuantitativo comprende el cálculo de indicadores financieros, ambientales y sociales, así como la validación estadística mediante Alfa de Cronbach y el coeficiente de concordancia de Kendall. Este enfoque permite abordar la complejidad de la evaluación de sostenibilidad, que requiere tanto el análisis de datos numéricos como la comprensión de los procesos organizacionales y las percepciones de los actores involucrados.

Construcción de indicadores

La construcción de los indicadores se basó en los siguientes criterios de selección: (a) relevancia para el contexto cubano y la cadena de valor fotovoltaica; (b) disponibilidad de datos en la empresa y fuentes nacionales; (c) aplicabilidad en el sector fotovoltaico según la literatura especializada; y (d) alineación con los ODS y los lineamientos de la política energética cubana. Los indicadores fueron organizados en tres dimensiones:

Indicadores ambientales: Consumo de materiales (%), consumo de energía (kW/h), toxicidad (%), gestión de residuos (%), CO₂ dejado de emitir (toneladas). Estos indicadores se calcularon siguiendo los lineamientos del Análisis de Ciclo de Vida (ISO 14040/14044).

Indicadores económicos: Liquidez (activo corriente/pasivo corriente), solvencia (activo total/pasivo total), rentabilidad económica (EBIT/activo total), rentabilidad financiera (beneficio neto/patrimonio neto), capital de trabajo, rotación de inventario (Costo de ventas/Inventario promedio), rotación de cuentas por cobrar (Ventas a crédito/Cuentas por cobrar promedio), rotación de cuentas por pagar (Compras a crédito/Cuentas por pagar promedio). Las fórmulas de cálculo se basan en la teoría financiera estándar (Gitman, 1979; Correa et al., 2018).

Indicadores sociales: Permanencia de empleados (número de años promedio), salarios, nivel de vida (%), nivel de resolución de conflictos (número de conflictos resueltos), empleos ofertados, capacidad para enfrentar siniestros, asimilación de la innovación (número de cursos), capacitación de empleados (número de cursos), seguridad y protección (número de medidas).

Validación de indicadores

La validación de los indicadores se realizó mediante dos técnicas complementarias:

- Método Delphi: Se conformó un panel de 15 expertos en sostenibilidad, energías renovables, contabilidad y gestión empresarial, quienes evaluaron la pertinencia y claridad de cada indicador en dos rondas de consulta.
- Coeficiente de concordancia de Kendall (W): Se calculó para medir el grado de acuerdo entre los expertos, obteniendo un valor $W = 0.975$, que indica una alta concordancia ($p < 0.001$).
- Alfa de Cronbach: Se calculó para evaluar la consistencia interna del conjunto de indicadores, obteniendo un valor $\alpha = 0.82$, considerado como bueno según la literatura especializada ($\alpha > 0.70$ es aceptable).

Fuentes de información

Las fuentes de información utilizadas fueron:

- Estados financieros de la Empresa de Componentes Electrónicos correspondientes al período 2021-2025.
- Datos del Despacho Nacional de Cargas del Ministerio de Energía y Minas sobre generación eléctrica, consumo de combustibles fósiles y generación fotovoltaica.

ca (2019-2024) .

- Documentos normativos: Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido (2021-2026), normas ISO 14040/14044, ISO 14001:2015 .
- Literatura especializada: Artículos científicos y estudios internacionales sobre evaluación de sostenibilidad de sistemas fotovoltaicos .

Criterios de ponderación e interpretación

Para la ponderación de los indicadores se utilizó el método de asignación de pesos relativos basado en la consulta a expertos (Delphi). Se estableció una ponderación equilibrada entre las tres dimensiones (ambiental: 35%; económica: 35%; social: 30%), con el objetivo de reflejar la importancia relativa de cada dimensión en el contexto de la transición energética cubana.

Los parámetros de interpretación de los resultados se definieron mediante rangos de valoración: (a) nivel alto de sostenibilidad (resultados superiores al 75% del valor óptimo); (b) nivel medio (entre 50% y 75%); (c) nivel bajo (inferior al 50%). Estos umbrales fueron establecidos a partir de la literatura especializada y la consulta a expertos.

RESULTADOS

Contexto energético en Cuba

La fuente renovable principal en Cuba es la solar fotovoltaica. La isla recibe una energía radiante del sol de alrededor de 2000 kW/h en un año, es decir, entre 5 y 6 kW/h cada día (Bravo, 2015). Sin embargo, la producción de más del 95% de la energía eléctrica es a partir de combustibles fósiles, con un pobre desempeño de la energía solar fotovoltaica.

Tabla 3

Combustible fósil consumido para la generación de energía eléctrica y su costo (2019-2024)

Años	Cantidad de combustible fósil consumido (toneladas)	Cantidad de USD destinados a la compra de combustibles fósiles
2019	7,253,000	8,923,000,000
2020	6,672,000	7,525,012,000
2021	6,258,000	7,600,000,000
2022	6,389,000	7,915,000,000
2023	6,338,000	7,255,000,000
2024	4,268,000	5,736,000,000
Total	37,178,000	44,954,012,000

Fuente: Despacho Nacional de Cargas del Ministerio de Energía y Minas.

Tabla 4

Cantidad de MW generados por paneles fotovoltaicos y su ahorro en combustible fósil, USD y CO₂ (2019-2024)

Años	MW generados por paneles fotovoltaicos	Combustible ahorrado (toneladas)	USD ahorrados	CO ₂ dejado de emitir (toneladas)
2019	1,060	320	47,012,000	860,000
2020	1,050	310	68,036,000	850,000
2021	1,000	300	79,716,000	820,000
2022	994	273	87,600,000	800,000
2023	850	233	90,520,000	750,000
2024	778	161	88,753,000	600,000
Total	5,732	1,597	461,637,000	4,680,000

Fuente: Despacho Nacional de Cargas del Ministerio de Energía y Minas.

Se constata que durante el período 2019-2024 disminuye la generación de electricidad por paneles fotovoltaicos en un 27%, y por consiguiente, su impacto en el combustible ahorrado y la cantidad de CO₂ dejada de emitir a la atmósfera, aunque insuficiente frente a metas 2030.

Desempeño de la cadena de valor fotovoltaica

Tabla 5

Serie histórica de producción de paneles fotovoltaicos y MW generada o inyectada a la red (2019-2024)

Años	Cantidad de paneles producidos (unidades)	MW generados o inyectados a la red			
	Plan	Real	Plan	Real	
2019	60,000	49,455	180	150	
2020	60,000	19,016	200	175	
2021	60,000	7,387	250	346	
2022	60,000	—	250	—	
2023	60,000	9,284	250	567	
2024	60,000	10,146	250	589	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Empresa de Componentes Electrónicos.

Tabla 6

CO₂ dejado de emitir por el uso de paneles fotovoltaicos en el país y por la cadena de valor (2019-2024)

Años	CO ₂ dejado de emitir en el país (toneladas)	CO ₂ dejado de emitir por la cadena (toneladas)	%
2019	860,000	5,116.32	0.6
2020	850,000	6,356.23	0.7
2021	820,000	—	—
2022	800,000	7,234.58	0.9
2023	750,000	8,567.78	1.1
2024	600,000	8,123.98	1.3
Total	4,680,000	41,908.34	0.9

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Despacho Nacional de Cargas y la Empresa de Componentes Electrónicos.

Validación empírica del procedimiento propuesto

Para demostrar la efectividad del procedimiento frente a otras metodologías existentes, se realizó una comparación sistemática con enfoques tradicionales (LCA, análisis multicriterio, indicadores ESG) .

Tabla 7

Comparación del procedimiento propuesto con otras metodologías

Característica	LCA Tradicional	Análisis Multicriterio	Indicadores ESG	Procedimiento propuesto
Integración de dimensiones	Ambiental (principal)	Variable según ponderación	Ambiental, Social, Gobernanza	Ambiental, Social, Económica
Adaptación al contexto cubano	Baja	Media	Baja	Alta
Validación empírica	Alta	Media	Baja	Alta
Participación de expertos	No	Sí	No	Sí (Delphi)
Análisis financiero detallado	No	Parcial	Parcial	Sí
Sostenibilidad a largo plazo	Parcial	Parcial	Parcial	Sí (con retroalimentación)

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis comparativo .

Aplicación del procedimiento de evaluación

Etapla 1: Mapa de procesos

La unidad empresarial de base (UEB) de Energía Fotovoltaica ha introducido nuevos equipos de alta tecnología. El laminador y la máquina automatizada de soldadura de celdas solares, que anteriormente constituían cuellos de botella, han sido mejorados para incrementar la productividad de la línea de módulos fotovoltaicos .

Etapla 2: Actores de la cadena de valor

Se delimitaron los eslabones, procesos, subprocesos y actores de la cadena de valor, incluyendo: proveedores de materias primas (principalmente de China), la Empresa de Componentes Electrónicos (núcleo), y los clientes finales (UNE, sector residencial) .

Tabla 8

Cálculo de los indicadores de la dimensión ambiental (2021-2025)

Indicadores ambientales	2021	2022	2023	2024	2025
Consumo de materiales	15%	18%	20%	22%	25%
Consumo de energía	25 kW/h	28 kW/h	30 kW/h	33 kW/h	36 kW/h
Toxicidad	10%	9%	8%	7%	6%
Gestión de residuos	35%	40%	45%	52%	60%
CO ₂ dejado de emitir	4,500 t	4,800 t	5,162 t	5,700 t	6,236 t

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Empresa de Componentes Electrónicos.

La gestión medio ambiental aumenta durante el periodo 2021-2025. El consumo de energía aumenta en 11 kW/h, la toxicidad disminuye en un 4%, y el CO₂ dejado de emitir a la atmósfera aumenta en 1,736 toneladas. La gestión de residuos aumenta, lo cual es positivo para comprender las soluciones más sostenibles.

Comparación de indicadores financieros (2021-2025)

Tabla 9. Comparación de indicadores financieros (2021-2025)

Indicador	2021	2022	2023	2024	2025	Interpretación
Liquidez (veces)	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	Estable, ligeramente creciente Aumento sostenido (capacidad de pago)
Solvencia (veces)	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	
Endeudamiento (%)	45%	47%	48%	50%	52%	Aumento moderado (riesgo medio óptimo)
Índice de caja (veces)	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	Aumento progresivo (mejor liquidez inmediata)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Empresa de Componentes Electrónicos.

- **Liquidez:** Se mantiene estable en torno a 2.0, indicando capacidad para cubrir obligaciones a corto plazo.
- **Solvencia:** Aumenta de 1.5 a 1.9, reflejando una mayor capacidad financiera para hacer frente a deudas totales.
- **Endeudamiento:** Aumenta de 45% a 52%, manteniéndose en un nivel considerado "riesgo medio óptimo" para el sector.

- **Índice de caja:** Mejora significativamente (0.6 → 1.0), indicando que la empresa puede cubrir sus deudas inmediatas con efectivo disponible.

Los indicadores financieros muestran una tendencia positiva general, con mejora en la solvencia y liquidez, aunque el endeudamiento aumenta moderadamente.

Tabla 10

Comparación del capital de trabajo (2021-2025)

Año	Capital de trabajo (miles de \$)	Variación interanual
2021	1,200	—
2022	1,350	+12.5%
2023	1,500	+11.1%
2024	1,720	+14.7%
2025	1,900	+10.5%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Empresa de Componentes Electrónicos.

- El capital de trabajo aumenta de 1,200 a 1,900 mil pesos (58.3% de incremento en cinco años).
- El crecimiento es consistente año tras año, con variaciones interanuales entre 10.5% y 14.7%.
- Este aumento refleja un equilibrio patrimonial creciente y la existencia de un fondo de maniobra efectivo.

La empresa ha mejorado significativamente su capacidad para financiar operaciones corrientes, lo que indica una gestión financiera más sólida.

Tabla 11

Comparación de las razones de actividad (2021-2025)

Indicador	2021	2022	2023	2024	2025	Interpretación
Rotación de inventario (veces/año)	4.2	4.5	4.8	5.2	5.6	Aumento constante (mayor eficiencia)
Rotación de cuentas por cobrar (veces)	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	Estable, ligeramente creciente
Rotación de cuentas por pagar (veces)	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	Estable, ligeramente creciente

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Empresa de Componentes Electrónicos.

- **Rotación de inventario:** Aumenta de 4.2 a 5.6 veces al año, reflejando una gestión más eficiente de los inventarios, posiblemente por nuevas formas de gestionar la compra de materias primas.
- **Rotación de cuentas por cobrar:** Se mantiene estable en torno a 6.2, indicando que la empresa cobra sus ventas en aproximadamente 58-60 días.
- **Rotación de cuentas por pagar:** Se mantiene estable en torno a 5.3, indicando que la empresa paga a sus proveedores en aproximadamente 68-69 días.

La empresa ha mejorado su eficiencia en la gestión de inventarios, mientras mantiene estables sus políticas de cobro y pago.

Tabla 12

Razones de rentabilidad (2021-2025)

Indicador	2021	2022	2023	2024	2025	Interpretación
Rentabilidad económica (ROA) (%)	8.5%	9.2%	10.0%	11.0%	12.5%	Aumento sostenido
Rentabilidad financiera (ROE) (%)	12.0%	13.0%	14.5%	16.0%	18.0%	Aumento sostenido

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Empresa de Componentes Electrónicos.

- **ROA (Rentabilidad económica):** Aumenta de 8.5% a 12.5%, impulsado por la disminución de costos y el aumento de la rotación de activos.
- **ROE (Rentabilidad financiera):** Aumenta de 12.0% a 18.0%, indicando que la empresa genera mayor rendimiento para sus propietarios.

- **Brecha ROE - ROA:** La diferencia aumenta de 3.5% a 5.5%, lo que indica que la empresa está utilizando eficientemente el apalancamiento financiero para amplificar sus rendimientos.

La empresa es cada vez más rentable, tanto en términos económicos como financieros, lo que refleja una gestión más eficiente de sus recursos.

Tabla 13

Valor generado y costo incurrido (2021-2025)

Año	Valor generado (miles de \$)	Costo incurrido (miles de \$)	Diferencia (Valor - Costo)
2021	8,500	6,800	1,700
2022	9,200	7,100	2,100
2023	10,000	7,400	2,600
2024	11,000	7,600	3,400
2025	12,500	7,800	4,700

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Empresa de Componentes Electrónicos.

- **Valor generado:** Aumenta de 8,500 a 12,500 mil pesos (47% de incremento), debido a la optimización de procesos internos y la homologación de la producción.
- **Costo incurrido:** Aumenta de 6,800 a 7,800 mil pesos (14.7% de incremento), pero a un ritmo mucho menor que el valor generado.
- **Diferencia (margen):** Se triplica prácticamente (1,700 4,700 mil pesos), reflejando una mejora sustancial en la eficiencia de la cadena de valor.

La cadena de valor ha logrado aumentar significativamente el valor generado mientras mantiene controlado el crecimiento de los costos, lo que resulta en una mejora sustancial del margen de contribución.

Tabla 14

Cálculo de los indicadores sociales (2021-2025)

Indicadores sociales	2021	2022	2023	2024	2025
Permanencia de empleados	9	10	11	12	12
Salarios	\$42,000	\$45,200	\$48,589	\$49,700	\$50,820
Nivel de vida	60%	65%	70%	73%	75%
Nivel de resolución de conflictos	0	0	1	1	2
Empleos ofertados	4	5	6	7	8
Capacidad para enfrentar siniestros	0	1	2	2	3
Asimilación de la innovación	2	3	4	5	6
Capacitación de empleados	3	4	6	7	8
Seguridad y protección	10	12	15	15	15

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Empresa de Componentes Electrónicos.

- Desarrollo social limitado pero progresivo: Si bien todos los indicadores muestran tendencias positivas, los valores absolutos siguen siendo modestos (ejemplo: nivel de vida al 75% en 2025). Esto alinea con la discusión del artículo sobre dificultades estructurales en Cuba, como la escasez de financiamiento.
- Foco en capital humano: La empresa incrementa esfuerzos en capacitación e innovación, esencial para tecnologías fotovoltaicas.
- Brechas pendientes: La baja resolución de conflictos (2 casos en 2025) y siniestros limitados (3 medidas) sugieren vulnerabilidades en gestión organizacional.

Etapas 4: Retroalimentación del procedimiento

La etapa de retroalimentación del procedimiento se realiza a través de grupos de encuentros con expertos, donde se requiere el compromiso de participación de la empresa de Componentes Electrónicos, los actores de la cadena y las instituciones bancarias. Se solicita a los participantes que hagan propuestas concretas sobre nuevas líneas de acción y objetivos que contribuyan a la sostenibilidad de la cadena, tomando como base el desarrollo de capacidades e investigación

DISCUSIÓN

Análisis crítico de los resultados

Los resultados evidencian un decrecimiento del 27% en la generación fotovoltaica entre 2019 y 2024, en contraste con el crecimiento global del sector fotovoltaico. Esta tendencia se explica por múltiples factores: (a) insuficiencias en el mantenimiento de equipos tecnológicos; (b) problemas en el arribo de materias primas procedentes de China; (c) dificultades en la obtención de financiamientos en divisas; y (d) demoras en las contrataciones por parte de la importadora Cubaelectrónica.

La aplicación del procedimiento propuesto permitió identificar que, aunque los indicadores financieros muestran una tendencia positiva (aumento de la rentabilidad económica y financiera, mejora en la gestión del capital de trabajo), los indicadores ambientales presentan un desempeño heterogéneo. El consumo de materiales y energía ha aumentado, mientras que la toxicidad ha disminuido y la gestión de residuos ha mejorado significativamente.

Coincidencias y divergencias con la literatura especializada

Los hallazgos de este estudio coinciden con investigaciones realizadas en Brasil y México, donde las cadenas fotovoltaicas enfrentan barreras financieras y tecnológicas similares. Sin embargo, se identifican divergencias significativas con los contextos europeos, donde la integración de criterios ESG y la circularidad de la cadena fotovoltaica son más avanzadas.

Tabla 15

Coincidencias y divergencias con la literatura especializada

Aspecto comparado	Coincidencias	Divergencias	Referencias
Dificultad de financiamiento	Sí (Brasil, México)	Menor en Europa	Campos (2022); Quevedo & Romano (2026)
Dependencia de importaciones	Sí (Latinoamérica)	No en Europa o Asia	Esteban (2025); IEA-PVPS (2025)
Integración de criterios ESG	Avance en Brasil y México	Alta en Europa	IEA-PVPS (2025); Rojas et al. (2022a), Rojas et al. (2023a) ; Rojas et al. (2023b); Rojas et al. (2024)
Políticas de reciclaje	Limitadas en Latinoamérica	Avanzadas en Alemania	IEA-PVPS (2025)
Análisis de ciclo de vida	En desarrollo	Consolidado	Campos (2022); Esteban (2025)

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis comparativo.

Validación de la efectividad del procedimiento

La comparación sistemática del procedimiento propuesto con otras metodologías existentes (Tabla 15) evidencia su mayor nivel de integración y adaptación al contexto cubano. El procedimiento destaca en:

- **Integración de dimensiones:** Incorpora de manera equilibrada las dimensiones ambiental, social y económica, a diferencia del LCA tradicional que se centra principalmente en la dimensión ambiental .
- **Adaptación al contexto cubano:** Considera las particularidades del modelo económico cubano, la dualidad cambiaria y la fijación centralizada de precios .
- **Participación de expertos:** Incorpora el método Delphi para la validación de indicadores, asegurando la pertinencia y claridad de los mismos .
- **Análisis financiero detallado:** Incluye un análisis exhaustivo de indicadores financieros que permite evaluar la viabilidad económica de la cadena .
- **Retroalimentación continua:** La etapa de retroalimentación permite la mejora continua del procedimiento.

Análisis de sensibilidad

Para evaluar la estabilidad de los resultados frente a variaciones en los criterios de ponderación, se realizó un análisis de sensibilidad . Se consideraron tres escenarios alternativos:

- **Escenario 1:** Mayor peso a la dimensión ambiental (40%) sobre económica (30%) y social (30%).
- **Escenario 2:** Mayor peso a la dimensión económica (40%) sobre ambiental (30%) y social (30%).
- **Escenario 3:** Ponderación equilibrada (35%-35%-30%) - escenario base.

Los resultados del análisis de sensibilidad (Tabla 16) muestran que las variaciones en los criterios de ponderación no alteran significativamente la clasificación de los indicadores, lo que confirma la robustez del modelo propuesto .

Tabla 16

Resultados del análisis de sensibilidad

Indicador	Escenario base	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Variación máxima
Dimensión ambiental	35%	40%	30%	35%	±5%
Dimensión económica	35%	30%	40%	35%	±5%
Dimensión social	30%	30%	30%	30%	0%
Índice global	100%	100%	100%	100%	—

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de sensibilidad.

Implicaciones científicas y prácticas

El procedimiento propuesto constituye una herramienta estratégica para la gestión empresarial sostenible en Cuba . Su principal contribución radica en la integración de indicadores ambientales, sociales y económicos en un marco metodológico adaptado al contexto cubano, lo que permite evaluar la sostenibilidad de manera holística.

Las implicaciones prácticas incluyen: (a) orientar la toma de decisiones en la empresa de Componentes Electrónicos ; (b) facilitar la priorización de inversiones en tecnologías limpias ; (c) reducir la dependencia de combustibles fósiles ; (d) contribuir al cumplimiento de los ODS y los lineamientos de la política energética cubana .

Limitaciones del estudio y formas de superación

Las principales limitaciones del estudio y las estrategias para superarlas son:

1. **Dependencia de datos de un único período y de una única empresa:** Se sugiere extender el análisis a un período más amplio y a otras empresas del sector fotovoltaico en Cuba para validar la generalización del procedimiento .
2. **Ausencia de aplicación del procedimiento en otros contextos internacionales:** Se recomienda aplicar el procedimiento en otros países latinoamericanos con características similares (Brasil, México, Chile) para validar su transferibilidad .
3. **Limitada disponibilidad de datos desagregados por procesos:** Se propone implementar un sistema de información contable que permita la desagregación de costos por proceso y producto .
4. **No incorporación plena del análisis de la dualidad cambiaria cubana:** Se sugiere incorporar un análisis detallado de cómo la dualidad cambiaria afecta la valoración de los costos y la interpretación de los resultados .
5. **Falta de seguimiento longitudinal:** Se recomienda realizar un seguimiento de los indicadores a lo largo del tiempo para evaluar la efectividad del procedimiento en la mejora de la sostenibilidad.

CONCLUSIONES

La cadena de valor fotovoltaica en Cuba presenta una disminución en su desempeño productivo y ambiental entre 2019 y 2024, con un decrecimiento del 27% en la generación fotovoltaica, en contraste con el crecimiento global del sector. Esta disminución se atribuye a insuficiencias tecnológicas, problemas en el arribo de materias primas y dificultades de financiamiento.

El procedimiento propuesto integra indicadores ambientales, sociales y económicos en un marco metodológico mixto, que combina técnicas cualitativas (Delphi, consulta a expertos) y cuantitativas (Alfa de Cronbach, Kendall, indicadores financieros). La validación mediante el método Delphi (Kendall W = 0.975) y el Alfa de Cronbach ($\alpha = 0.82$) confirma la consistencia y pertinencia del conjunto de indicadores .

La validación empírica del procedimiento a través de la aplicación piloto en la Empresa de Componentes Electrónicos demuestra su aplicabilidad y utilidad para la evaluación integral de la sostenibilidad de cadenas de valor fotovoltaicas en el contexto cubano. La comparación del procedimiento con otras metodologías existentes (LCA tradicional, análisis multicriterio, indicadores ESG) evidencia su mayor nivel de integración, adaptación al contexto cubano y capacidad de retroalimentación continua.

El análisis de sensibilidad realizado confirma la robustez del modelo frente a variaciones en los criterios de ponderación, lo que respalda su aplicabilidad en diferentes escenarios . El procedimiento constituye una herramienta estratégica para la gestión empresarial sostenible en Cuba, permitiendo evaluar de manera integral la sostenibilidad de cadenas de valor fotovoltaicas y orientar políticas energéticas.

La falta de aplicación empírica en diferentes contextos internacionales y la dependencia de datos de un único período limitan la generalización de los resultados. Se sugiere ampliar la investigación con estudios comparativos internacionales, incorporar metodologías de reciclaje y trazabilidad de paneles, y fortalecer la integración de indicadores ESG en la evaluación de sostenibilidad

REFERENCIAS

Bocken, N. M., Short, S., Rana, P., & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42-56. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039>

- Bravo, D. (2015). Energía y desarrollo sostenible en Cuba. Centro azúcar, 42(4), 14-25. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612015000400002&script=sci_art-text
- Campos, V. (2022). Orientación a la producción y consumo sostenible, análisis de ciclo de vida (acv) y modelos de decisión multicriterio (mdmc) para evaluación de sistemas fotovoltaicos (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Cartagena). <https://repositorio.upct.es/entities/publication/5bdd30fd-3fd5-4d66-abd5-7a6e566910b3>
- Correa, J. A., Gómez, S., & Londoño, F. (2018). Indicadores financieros y eficiencia en la explicación de la generación de valor en el sector cooperativo. Revista de la facultad de ciencias económica: investigación y reflexión, XXVI(2), 129-144. <https://www.redalyc.org/journal/909/90958481009/90958481009.pdf>
- D'Amato, D., & Korhonen, J. (2021). Integrating the green economy, circular economy and bioeconomy in a strategic sustainability framework. Ecological Economics, (188), 107143. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800921002019>
- Elkington, J. (1997). Cannibals with Forks, the Triple Bottom Line of the 21st Century. New Society Publishers. <https://www.marcialpons.es/libros/cannibals-with-forks/9780865713925/>
- Escobar, J., & Rea, V. (2022). Desarrollo de un sistema de indicadores de sostenibilidad ambiental para la conservación del páramo Ashigua, parroquia Mulaló, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Universidad Técnica de Cotopaxi. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/5892e295-4608-4f57-b3c5-3de71bd51621>
- Esteban, R. (2025). Enhancing sustainability and circularity in the photovoltaic value chain in Spain: a comprehensive framework for evaluating environmental, social, economic and governance impacts (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=393619>

- Falloon, G. (2013). Young students using iPads: App design and content influences on their learning pathways. *Computers & Education*, 68, 505-521. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131513001577>
- Fessehaie, J., & Morris, M. (2018). Global value chains and sustainable development goals: What role for trade and industrial policies. ICTSD.
- Gallopin, J. C. (1997). *Indicators and their Use: Information for Decision Making*. John Wiley & Sons.
- Gitman, J. (1979). *Fundamentos de administración financiera*. Harper & Row Latinoamericana.
- Gómez, M. A., Gómez, J. R., Lorenzo, J. V., Fonte, R., & García, Z. (2021). Pronóstico de la generación eléctrica de sistemas fotovoltaicos. Un inicio en Cuba desde la universidad. *Universidad Y Sociedad*, 13(1), 253-265. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1920>
- González, C. E., Brunett, L., Zamorano, S., & Villa, C. I. (2004). ¿Es posible evaluar la dimensión social de la sustentabilidad? *Convergencia*, 13(40), 107-139. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-14352006000100004&script=sci_arttext
- IEA-PVPS Task 12. (2025). Standards of sustainability in the photovoltaic sector. <https://iea-pvps.org/key-topics/t12-sustainability-standards-review-2025/>
- ISO. (2015). Sistema de gestión ambiental requisitos interpretación norma ISO 14001:2015. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>
- ONU. (1987). *Informe nuestro futuro en común: el informe Brundtland*. Oxford University Press.
- ONU. (2015). *Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible*.

- Partido Comunista de Cuba. (2021). Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2021-2026.
- Phillips, S., Thai, V. V., & Halim, Z. (2019). Airline Value Chain Capabilities and CSR Performance. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 35(1), 030-040. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2019.03.005>
- Plasencia, J. A., Marrero, F., Bajo, A. M., & Nicado, M. (2018). Modelos para evaluar la sostenibilidad de las organizaciones. *Estudios Gerenciales*, 34(146), 63-73. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2018.146.2662>
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.
- Quevedo, S. A., & Romano, M. C. (2026). Renewable Electrified Cement Production: Flexibility and Economic Competitiveness. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 65(21), 10813-10839. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.5c05237>
- Rojas, D., Díaz, S., Espinosa, E. G., & Pelegrín, A. (2022a). Indicadores de sostenibilidad ambiental en la cadena de valor de paneles fotovoltaicos en Cuba. *Revista Estudios Ambientales*, 10(2), 79-98. <https://doi.org/10.47069/estudios-ambientales.v2i2.1580>
- Rojas, D., Espinosa, E. G., & Pelegrín, A. (2021). Propuesta de cadena de valor en la fabricación de paneles fotovoltaicos. *Escritos Contables Y De Administración*, 12(2), 68-98. <https://doi.org/10.52292/j.eca.2021.2654>
- Rojas, D., Espinosa, E. G., & Pelegrín, A. (2023a). Sostenibilidad de la cadena de valor: análisis bibliométrico de la literatura. *Criterio Libre*, 21(38). <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2023v21n38.9567>
- Rojas, D., Espinosa, E. G., Pelegrín, A., & Acosta, L. A. (2024). Diagnóstico de la sostenibilidad en la cadena de valor de paneles fotovoltaicos. *Costos Y Gestión*, (107), 1-34. <https://doi.org/10.56563/costosygestion.107.e4>

- Rojas, D., Espinosa, E.G., Pelegrín, A., Menoya, S. (2022b). Metodología para diseñar la cadena de valor de paneles fotovoltaicos como soporte en la gestión financiera. (2022). *Costos Y Gestión*, 102, 9-44. <https://doi.org/10.56563/costosygestion.102.1>
- Rojas, D., Suárez, J. L., Espinosa Martínez, E. G., & Gomes, T. (2023b). Methodology to design the value chain of photovoltaic panels as a sustainable support in financial management. *Journal of Management & Business Studies*, 5(1). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9366366>
- Santa, S. D., Borini, F. M., & Avrichir, I. (2020). Environmental upgrading and the United Nations Sustainable Development Goals. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121563. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620316103>

DESARROLLO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES EN ESTUDIANTES DE CIENCIAS EMPRESARIALES MEDIANTE UN JUEGO DE ROLES

DEVELOPING PROFESSIONAL SKILLS IN BUSINESS SCIENCE
STUDENTS THROUGH ROLE PLAY

JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ AGUILAR¹

 <https://orcid.org/0000-0001-8454-9030>

 jahernandez0411@gmail.com

MÓNICA TERESA ESPINOSA ESPÍNDOLA²

 <https://orcid.org/0000-0003-0247-7323>

 monitte@mixteco.utm.mx

LILIA ALEJANDRA FLORES CASTILLO³

 <https://orcid.org/0000-0002-1345-5093>

 floresaly22@mixteco.utm.mx

ADOLFO MACEDA MÉNDEZ⁴

<https://orcid.org/0000-0002-1827-9690> 

admm@mixteco.utm.mx 

ONÉSIMO CHÁVEZ LÓPEZ⁵

<https://orcid.org/0000-0003-0322-0781> 

ochavez@mixteco.utm.mx 

¹Doctor en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales, Profesor-Investigador en la Universidad Tecnológica de la Mixteca (México).

²Doctora en Administración, Profesora-Investigadora en la Universidad Tecnológica de la Mixteca (México).

³Doctora en Ciencias Económicas, Profesora-Investigadora en la Universidad Tecnológica de la Mixteca (México).

⁴Doctor en Ciencias Matemáticas, Profesor-Investigador en la Universidad Tecnológica de la Mixteca (México).

⁵Doctor en Ciencias en Socioeconomía, Estadística e Informática-Desarrollo Rural, Profesor-Investigador en la Universidad Tecnológica de la Mixteca (México).

RESUMEN

El desarrollo de competencias profesionales requiere experiencias en las que el alumnado aplique conocimientos y habilidades ante decisiones interdependientes. El objetivo fue analizar la progresión de competencias profesionales durante un juego de roles aplicado a estudiantes de ciencias empresariales. Participaron 160 estudiantes, de 18 a 23 años, pertenecientes a segundo y octavo se-

PALABRAS CLAVE

Aprendizaje Activo,
Competencias
Profesionales, Educación
Empresarial, Juego de
Roles, Pensamiento
Sistémico

Para citar este artículo | To cite this article

Hernández Aguilar, J. A., Espinosa Espindola, M. T., Flores Castillo, L. A., Maceda Méndez, A. & Chávez López, O. (2026). Desarrollo de competencias profesionales en estudiantes de ciencias empresariales mediante un juego de roles. Revista FACCEA, Vol. 16(2), 62-83pp. <https://doi.org/10.47847/faccea.v16n2a3>

Recibido/Received: 24/03/2026 | Aprobado/Approved: 02/06/2026 | Publicado/Published: 31/07/2026



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

mestre, organizados en 20 equipos de ocho integrantes. La actividad, realizada en la asignatura Teoría General de Sistemas, representó una cuenca hipotética en la que siete actores económicos y un actor político debían alcanzar metas monetarias sin provocar el colapso del recurso hídrico. Se siguió un enfoque mixto descriptivo-interpretativo, con matrices por ronda, guía de observación y notas de campo. Los registros mostraron una progresión desde decisiones centradas en metas individuales hacia negociación, reducción de producción, cooperación tecnológica, liderazgo y pensamiento sistémico. De las 20 partidas, siete conservaron la cuenca y trece terminaron en colapso. El análisis cuantitativo situó la aparición de las competencias a partir de la tercera ronda y su mayor diversidad en las etapas intermedia y final. Se concluye que el juego permitió desarrollar competencias entendidas como una progresión observable dentro de la experiencia, aunque la ausencia de medición previa y posterior impide atribuir cambios causales permanentes.

ABSTRACT

Professional competency development requires learning experiences in which students apply knowledge and skills to interdependent decisions. This study analyzed the progression of professional competencies during a role-playing game with business science students. Participants were 160 students aged 18 to 23 from the second and eighth semesters, organized into 20 teams of eight members. The activity was conducted in a General Systems Theory course and represented a hypothetical watershed in which seven economic actors and one political actor sought to reach monetary goals without causing the collapse of the water resource. A descriptive-interpretative

KEYWORDS

Active Learning, Business Education, Professional Competencies, Role-Playing, Systems Thinking

mixed-methods approach was used, supported by round-by-round matrices, an observation guide, and field notes. Records showed a progression from decisions centered on individual goals toward negotiation, production reduction, technological cooperation, leadership, and systems thinking. Seven of the 20 games maintained the watershed, whereas 13 ended in collapse. A qualitative analysis placed the emergence of competencies from the third round onward and their greatest diversity in the middle and final stages. The game supported competency development understood as observable progression within the experience; however, the lack of pre- and post-measurement prevents causal claims about lasting change.

INTRODUCCIÓN

La educación superior enfrenta la exigencia de formar profesionales capaces de actuar en situaciones caracterizadas por incertidumbre, información incompleta e intereses contrapuestos. En las ciencias empresariales, esta demanda comprende el dominio de conocimientos administrativos y económicos, pero también la capacidad para negociar, coordinar equipos, valorar riesgos y considerar los efectos sociales y ambientales de las decisiones. La competencia profesional integra conocimientos, habilidades, actitudes y criterios de actuación contextualizados, por lo que no puede reducirse a la reproducción de contenidos disciplinares (Mulder, 2014; Tobón, 2007). A su vez, la formación orientada al empleo requiere experiencias que acerquen al alumnado a problemas en los que deba comunicar, colaborar, justificar alternativas y resolver situaciones abiertas (Jackson, 2015; Robles, 2012).

Las metodologías activas responden a esta necesidad al desplazar parte del proceso formativo desde la exposición docente hacia la participación cognitiva del estudiante. Su aporte no reside únicamente en incrementar la actividad dentro del aula, sino en organizar tareas que demanden análisis, aplicación conceptual y retroalimentación. El aprendizaje activo se ha relacionado con mejoras en el desempeño académico cuando las actividades exigen discutir y utilizar los conocimientos (Freeman et al., 2014). En el ámbito empresarial, las simulaciones añaden la posibilidad de experimentar decisiones sin asumir los costos de una operación real, así como de observar efectos que se despliegan durante varias etapas (Faisal et al., 2022; Peterková et al., 2022).

El juego de roles constituye una forma de simulación en la que cada participante actúa desde intereses, recursos y restricciones previamente definidos. Esta estructura obliga a interpretar información, anticipar reacciones y sostener una posición frente a otros participantes. La eficacia del juego depende de la correspondencia entre el desafío, las reglas, la retroalimentación y los objetivos de aprendizaje (Garris et al., 2002). También requiere preparación, delimitación de los roles y una fase de reflexión que conecte las decisiones tomadas con los contenidos formativos (Ascencio Urueña, 2022; Crookall, 2010). Por ello, no se trata sólo de incorporar

una actividad lúdica, sino de diseñar un entorno donde las competencias puedan expresarse mediante conductas y argumentos observables.

Los juegos de negocios se han utilizado para integrar producción, finanzas, mercadotecnia y estrategia (Faria et al., 2009). Estudios recientes confirman su potencial para favorecer la toma de decisiones y el aprendizaje experiencial en educación empresarial (Faisal et al., 2022; Velez & Alonso, 2025). Asimismo, Espinoza et al. (2023) encontraron una relación positiva entre juego de roles y formación por competencias en estudiantes universitarios de Administración. En una experiencia de mercadotecnia vinculada con clientes reales, Ravello Mas (2025) documentó altos niveles de satisfacción y valoración de la actividad. Estos trabajos respaldan la utilidad de la estrategia, aunque una parte importante de la evidencia se concentra en percepciones, resultados globales o simuladores digitales.

La formación empresarial también debe responder a la incorporación de la sostenibilidad en la toma de decisiones. Las organizaciones operan dentro de sistemas sociales y ambientales, de modo que la rentabilidad no puede separarse por completo del uso de recursos, la distribución de costos y la continuidad de las actividades productivas. Gawel et al. (2022) muestran que la sostenibilidad puede incorporarse en simuladores empresariales mediante decisiones que afecten simultáneamente el desempeño económico y ambiental. A su vez, Beamond et al. (2024) señalan que la educación empresarial requiere enfoques integrados, interdisciplinarios y vinculados con actores diversos. La perspectiva de profesores de contabilidad y gestión también confirma que los juegos empresariales pueden acercar al alumnado a problemas de sostenibilidad y desarrollar habilidades para analizarlos (Ionescu-Feleagă et al., 2025).

Pese a estos avances, permanece un vacío en torno a juegos de roles que articulen metas económicas, gestión de un recurso común, asimetrías entre actores y coordinación política, y que además documenten cómo las competencias cambian durante el desarrollo de la actividad. Las investigaciones previas han mostrado asociaciones, percepciones o resultados de aprendizaje, pero existe menor atención a la secuencia mediante la cual los estudiantes pasan de decisiones individuales a

respuestas coordinadas dentro de una misma simulación. Este vacío es relevante en el contexto universitario mexicano, donde la evidencia publicada sobre juegos de roles en programas empresariales todavía es limitada.

En consecuencia, este trabajo discute la implementación de un juego de simulación que integra actores económicos con capacidades desiguales, un actor político y un recurso hídrico cuya calidad se modifica de forma acumulativa. Su contribución consiste en examinar el desarrollo de competencias como una progresión observable en la frecuencia, diversidad y complejidad de las decisiones formuladas durante diez rondas. El objetivo general fue analizar la progresión de competencias profesionales en estudiantes universitarios de ciencias empresariales durante un juego de roles sobre gestión de un recurso común. La pregunta que orientó el estudio fue: ¿cómo evolucionan la toma de decisiones, negociación, planeación estratégica, cooperación, análisis costo-beneficio, liderazgo y pensamiento sistémico a lo largo de las etapas del juego?

RUTA METODOLÓGICA

Tipo, enfoque y diseño de investigación

La investigación fue aplicada y de carácter educativo, con alcance descriptivo-interpretativo (Bisquerra Alzina, 2004). Se siguió un enfoque mixto, entendido como la articulación de registros cuantitativos y cualitativos para examinar un mismo proceso formativo (Hernández-Sampieri et al., 2014). El componente cuantitativo comprendió variables del juego, como agua limpia y contaminada, tecnologías adquiridas, cumplimiento de metas y resultado de la cuenca. El componente cualitativo atendió las decisiones justificadas, negociaciones, acuerdos, conflictos y reflexiones expresadas por los estudiantes. La integración se realizó mediante matrices conjuntas que relacionaron la etapa del juego, la competencia, su frecuencia y la evidencia discursiva asociada.

Para este estudio, el desarrollo de competencias se definió operacionalmente como el aumento, durante las diez rondas, de la frecuencia, diversidad o complejidad de

comportamientos vinculados con siete competencias: toma de decisiones, negociación, planeación estratégica, cooperación empresarial, análisis costo-beneficio, liderazgo y gobernanza, y pensamiento sistémico. Esta definición permite estudiar la progresión dentro de la experiencia, pero no equivale a demostrar un cambio estable fuera de ella.

Población y participantes

Participaron 160 estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Empresariales de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, ubicada en el sur de México. La edad osciló entre 18 y 23 años, con un promedio de 21 años; 65 % fueron mujeres ($n = 104$) y 35 % hombres ($n = 56$). El alumnado pertenecía a segundo y octavo semestre de la carrera. La selección fue no probabilística por conveniencia. Los criterios de inclusión fueron ser estudiante de la licenciatura y asistir a la actividad. Los participantes se distribuyeron en 20 equipos de ocho integrantes, correspondientes al mismo número de partidas.

Diseño del juego, reglas y pruebas piloto

El juego representó el uso económico y político del agua dentro de una cuenca hipotética. Cada partida incluyó siete actores económicos -comunidad conservacionista, comunidad productora de aguacate, comunidad dedicada a hortalizas y ganadería, granja avícola, empresa refresquera, balneario y comunidad de pescadores- y un actor político, la Comisión Regional del Agua. Cada actor recibió una tarjeta con ubicación, meta monetaria, alternativas de actividad, consumo de agua limpia, generación de agua contaminada y acciones de negociación. El diseño siguió el principio de que un juego de roles requiere objetivos, posiciones diferenciadas, reglas, materiales y una fase de reflexión (Ascencio Urueña, 2022; Gaete-Quezada, 2011).

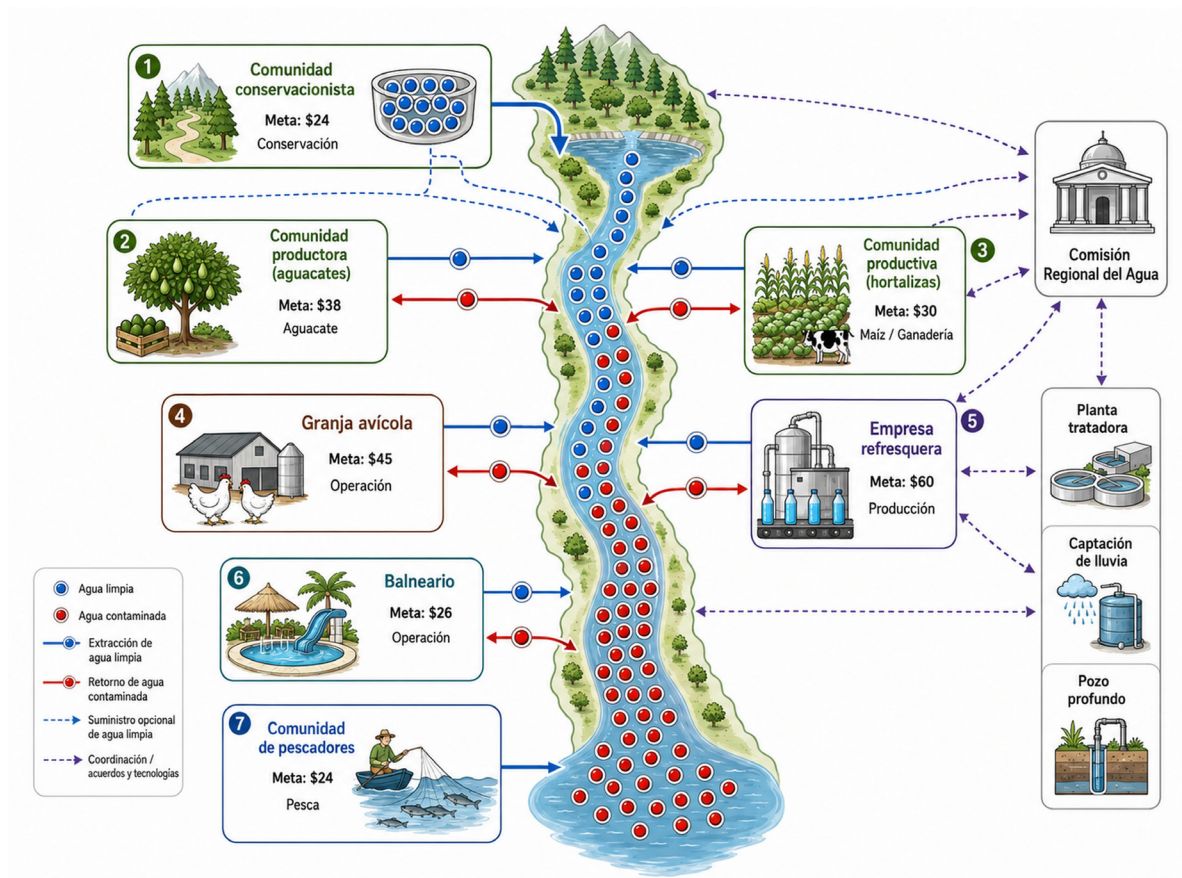
Cada ronda inició con el lanzamiento de un dado. Los resultados 1 o 2 representaron temporada seca y permitieron el ingreso de 15 unidades de agua limpia; 3 o 4 correspondieron a temporada normal y aportaron 22 unidades; y 5 o 6 representaron temporada lluviosa, con 30 unidades. Las fichas azules se depositaron en un recipiente y avanzaron por los actores en el orden establecido desde la parte alta

hasta la parte baja de la cuenca. En cada turno, el participante eligió una actividad, aportó o tomó agua, devolvió fichas rojas equivalentes a la contaminación generada y recibió el ingreso correspondiente. Los pescadores obtuvieron recursos sólo cuando al final predominó el agua limpia. El recorrido por todos los actores constituyó una ronda y cada partida comprendió diez rondas. Ganaron quienes alcanzaron su meta monetaria siempre que la cuenca no colapsara.

El diseño fue revisado de manera colegiada por un equipo de docentes universitarios, atendiendo claridad de instrucciones, congruencia entre metas y actividades, y correspondencia entre las acciones y las competencias de interés. Posteriormente se realizaron pruebas piloto en aula. A partir de ellas se precisó la secuencia de turnos, se equilibraron metas, se aclaró la participación de la Comisión Regional del Agua y se incorporaron situaciones surgidas durante la práctica, como la venta de agua del reservorio conservacionista y la compra compartida de tecnologías.

Figura 1

Representación gráfica de la dinámica del juego de roles



Fuente: elaboración propia. **Nota.** Las fichas azules representan agua limpia y las rojas agua contaminada acumulativa. Las líneas punteadas representan coordinación, acuerdos y tecnologías.

Recolección de información e instrumentos

La recolección se organizó en tres momentos. Primero se explicaron el propósito académico, las reglas, los roles y las condiciones de victoria. Después se ejecutaron las diez rondas y se registraron las decisiones, acuerdos, inversiones, ingresos y variaciones del agua. Finalmente se realizó una reflexión colectiva, durante la cual los estudiantes explicaron sus estrategias y relacionaron la dinámica con contenidos de la asignatura.

Los instrumentos fueron las tarjetas de actores, la matriz de registro por ronda, la guía de observación y las notas de campo. Las tarjetas estandarizaron las posibilidades de actuación; la matriz registró variables cuantitativas del sistema; la guía organizó la identificación de comportamientos vinculados con competencias; y las notas recuperaron diálogos, justificaciones y cambios de estrategia. La consistencia del análisis se fortaleció mediante triangulación entre estos registros y los resultados de cada partida. Las frases presentadas en los resultados son reconstrucciones a partir de notas de campo y no transcripciones literales.

Análisis e integración de datos

A partir de registros tomados durante el desarrollo del juego, se calcularon frecuencias, porcentajes y resultados por partida. Las competencias se codificaron mediante criterios observables: una decisión justificada entre alternativas; una propuesta o contrapropuesta de negociación; una acción anticipada ante riesgos; una aportación compartida; una comparación explícita de costos y beneficios; una intervención de mediación; y una relación entre decisiones individuales y efectos sobre el sistema. Para describir la progresión, las rondas se agruparon en etapa inicial (1-3), intermedia (4-7) y final (8-10).

Consideraciones éticas

La participación fue voluntaria y se obtuvo consentimiento oral. Antes de la actividad se explicó su propósito académico y se indicó que la participación no afectaría las calificaciones. Se contó con autorización para tomar y utilizar fotografías; no obstante, las imágenes fueron retiradas del cuerpo del manuscrito para privilegiar evidencia analítica. Durante la actividad no se asignaron códigos de anonimato por tratarse de una dinámica grupal, aunque el análisis y el manuscrito no identifican individualmente a los participantes ni incluyen nombres asociados a las intervenciones.

RESULTADOS

Comportamiento general del juego

Las 20 partidas produjeron trayectorias distintas en la relación entre metas económicas y estado de la cuenca. Siete partidas conservaron una cantidad acumulada de agua limpia superior a la contaminada y 13 terminaron en colapso. Durante la reflexión final, los estudiantes relacionaron estos resultados con cuatro dimensiones: rentabilidad individual, gestión del recurso, gobernanza y vulnerabilidad. Las formulaciones reconstruidas a partir de sus intervenciones se sintetizan en la Tabla 1.

Tabla 1

Dimensiones y formulaciones durante el juego de roles

Dimensión	Resultado del juego	Formulación de los estudiantes
Rentabilidad individual	Varios actores alcanzaron metas monetarias aun en partidas que terminaron en colapso.	"Podemos ganar dinero, pero si la cuenca colapsa, al final nadie gana".
Gestión del recurso	La escasez elevó el valor del agua limpia y favoreció su intercambio.	"El agua limpia se volvió lo más valioso del juego".
Gobernanza	La Comisión Regional del Agua organizó aportaciones y acuerdos.	"Sin la Comisión, todos jalan para su lado y no se logra una solución común".
Vulnerabilidad	Pescadores y balneario tuvieron mayores restricciones para generar ingresos cuando predominó el agua contaminada.	"Los pescadores y el balneario son los primeros afectados cuando el agua llega más sucia que limpia".

Fuente: elaboración propia. **Nota.** Las expresiones son reconstrucciones elaboradas a partir de notas de campo y no transcripciones literales.

Progresión de competencias durante las rondas

En la etapa inicial, las decisiones se concentraron en cumplir las metas monetarias y mantener la producción. A partir de la tercera ronda aparecieron con mayor claridad comparaciones entre ingresos, disponibilidad de agua y continuidad operativa. La reducción de producción y las primeras intervenciones de liderazgo surgieron

cuando los participantes comprobaron que las metas individuales no podían sostenerse si el recurso disminuía.

En la etapa intermedia aumentaron las propuestas de negociación, las decisiones anticipatorias y la mediación de la Comisión Regional del Agua. La negociación apareció alrededor de la cuarta ronda, cuando los actores con mayor consumo buscaron agua adicional o condiciones para mantener su actividad. La cooperación empresarial adquirió mayor presencia después de la sexta ronda, especialmente mediante aportaciones compartidas para adquirir planta tratadora, captación de lluvia o pozo profundo.

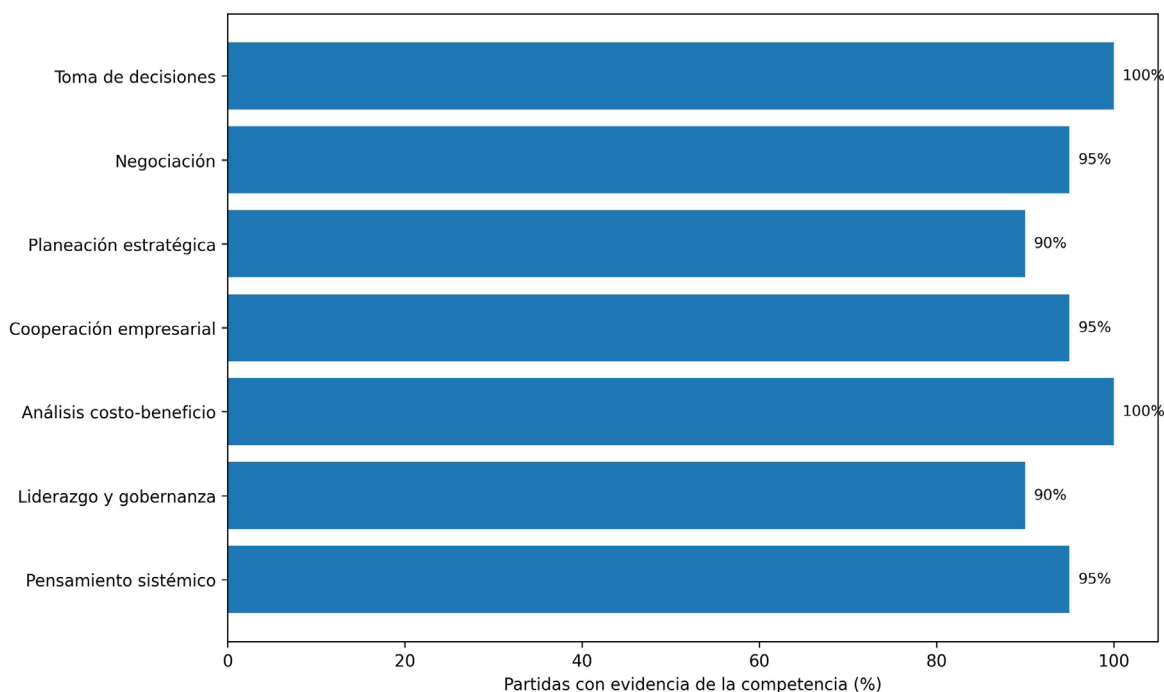
En las rondas finales, las intervenciones combinaron más de una competencia. Las decisiones sobre tecnología incluyeron cálculo de aportaciones, distribución de responsabilidades, evaluación del efecto sobre actores aguas abajo y previsión de las rondas restantes. Esta combinación indicó una mayor complejidad en las estrategias respecto de las primeras rondas, aunque no todas las partidas alcanzaron una coordinación suficiente para evitar el colapso.

Análisis de progreso de competencias

El registro de competencias profesionales situó la toma de decisiones y el análisis costo-beneficio en la totalidad de las partidas, mientras que negociación, cooperación y pensamiento sistémico aparecieron en 95 %. Planeación estratégica y liderazgo se ubicaron en 90 % (Figura 2).

Figura 2

Porcentaje de partidas con evidencia de competencias profesionales

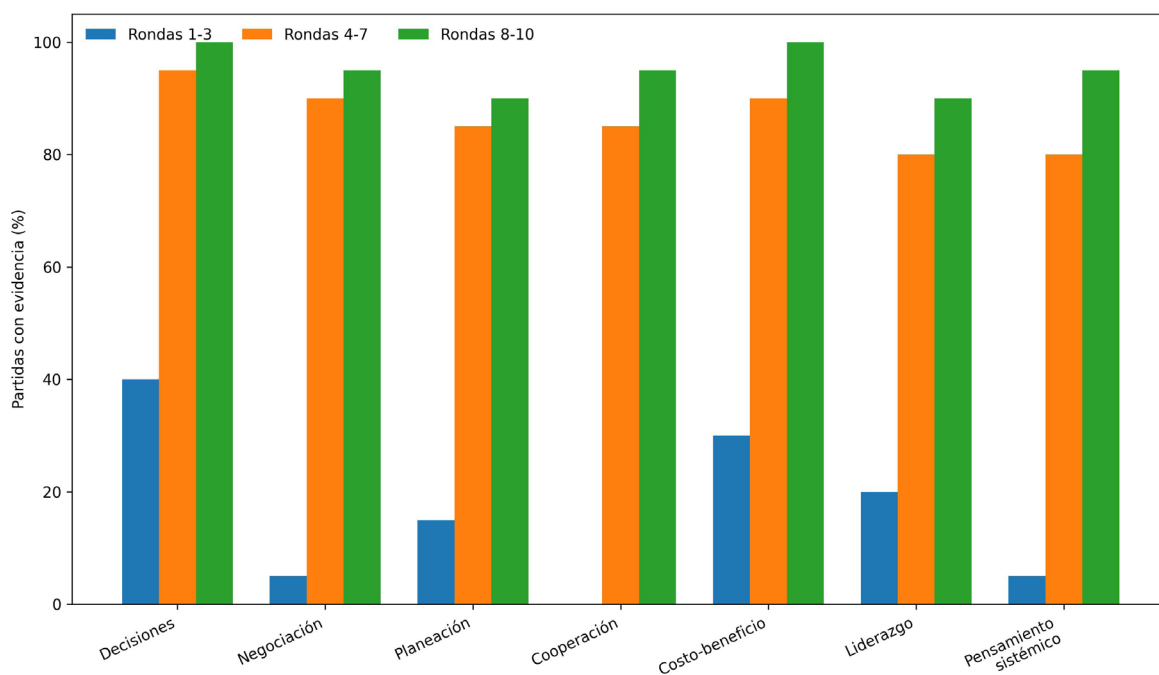


Fuente: elaboración propia. *Nota.* La gráfica representa el registro de las competencias profesionales en la totalidad de las partidas del juego de roles.

La comparación por etapas mostró una concentración limitada de competencias durante las rondas 1 a 3 y un incremento en las rondas intermedias y finales. La cooperación fue la competencia más tardía, debido a que la inversión compartida dependió de que los actores reconocieran el costo de continuar sin tecnología. El pensamiento sistémico también aumentó de forma gradual, conforme los participantes relacionaron las decisiones de la parte alta y media con las restricciones de pescadores y balneario (Figura 3).

Figura 3

Progresión de competencias por etapa del juego



Fuente: elaboración propia. *Nota.* La gráfica representa la identificación de competencias profesionales a lo largo de las 10 rondas de juego, esto a partir de las intervenciones verbales de los participantes.

Tabla 2

Indicadores exploratorios de competencias profesionales

Competencia	Partidas con evidencia, n (%)	Ronda media de primera aparición	Evidencia cualitativa asociada
Toma de decisiones	20 (100 %)	3.0	Elección justificada entre producción intensiva, reducción o inversión.
Negociación	19 (95 %)	4.2	Compra de agua, contra-propuestas y acuerdos entre actores.
Planeación estratégica	18 (90 %)	3.8	Anticipación de temporadas, contaminación y recursos restantes.
Cooperación empresarial	19 (95 %)	6.2	Aportaciones compartidas para financiar tecnologías.
Análisis costo-beneficio	20 (100 %)	3.3	Comparación de ingresos, costos, restricciones y efectos indirectos.
Liderazgo y gobernanza	18 (90 %)	3.6	Mediación de conflictos y organización de responsabilidades.
Pensamiento sistémico	19 (95 %)	4.8	Relación entre decisiones de un actor y efectos acumulados en la cuenca.

Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

El estudio muestra que el juego de roles puede funcionar como un entorno para desarrollar competencias profesionales cuando el desarrollo se entiende como una progresión dentro de la experiencia. Esta precisión evita equiparar la participación con un aprendizaje consolidado. Las competencias se hicieron más diversas a medida que las decisiones individuales dejaron de ser suficientes y los estudiantes tuvieron que combinar conocimientos económicos, negociación y coordinación. Esta lectura coincide con Tobón (2007) y Tejada Fernández (2005), para quienes

la competencia se manifiesta al integrar saberes y criterios de actuación frente a situaciones concretas.

Los hallazgos guardan relación con Espinoza et al. (2023), quienes encontraron una asociación positiva entre juego de roles y formación por competencias en estudiantes de Administración. Sin embargo, el presente trabajo no se limita a una valoración global de la técnica, sino que propone examinar la secuencia interna de la actuación. La progresión entre etapas permite distinguir el cumplimiento inicial de reglas de las respuestas posteriores que incorporan anticipación, negociación y efectos sobre terceros. Este énfasis responde a la necesidad señalada por Cano García (2008) de observar la competencia en tareas complejas y no sólo mediante declaraciones sobre el aprendizaje.

La evolución de las estrategias también coincide con la evidencia internacional sobre simulaciones empresariales. La revisión de Faisal et al. (2022) muestra que estos juegos favorecen participación, motivación y resultados de aprendizaje, aunque los diseños y las formas de evaluación varían considerablemente. Peterková et al. (2022) subrayan que su eficacia depende de una implementación que conecte objetivos, reglas, retroalimentación y reflexión. En el juego analizado, la acumulación de contaminación proporcionó retroalimentación inmediata, mientras que la sucesión de temporadas obligó a revisar decisiones. Esta estructura explica que las competencias no aparecieran simultáneamente, sino como respuestas a restricciones que se hicieron visibles durante la partida.

La modelación exploratoria debe interpretarse con cautela, pero ofrece una ruta para medir el desarrollo en futuras aplicaciones. Aura et al. (2023) utilizaron mediciones previas y posteriores para estudiar la relación entre experiencia de rol y competencias del siglo XXI, mientras que Velez y Alonso (2025) identifican la toma de decisiones como uno de los resultados más estudiados en los juegos empresariales. Frente a esas aproximaciones, la propuesta de agrupar rondas permite analizar la progresión sin reducir la competencia a una puntuación final. Su utilidad dependerá de que los criterios de codificación sean validados y aplicados por evaluadores independientes.

La principal diferencia respecto de los juegos empresariales centrados en áreas funcionales es la incorporación de un recurso común y de un actor político. Los juegos de negocios han integrado históricamente producción, finanzas y estrategia (Faria et al., 2009), pero con frecuencia representan la empresa como unidad principal de decisión. En este estudio, las actividades dependieron de un flujo compartido cuya calidad acumulaba las decisiones de todos. Por ello, el desempeño de cada actor no pudo evaluarse de manera aislada. Este diseño aproxima la formación empresarial a contextos donde las organizaciones operan bajo límites ambientales y relaciones de dependencia.

Esta aportación se vincula con la incorporación de sostenibilidad en la educación empresarial. Gawel et al. (2022) sostienen que los simuladores pueden integrar decisiones ambientales sin separar la sostenibilidad del desempeño económico. Beamond et al. (2024) concluyen que la formación empresarial requiere enfoques interdisciplinarios y participación de actores diversos. Asimismo, Ionescu-Feleagă et al. (2025) identifican en los juegos de simulación una vía para despertar el interés del alumnado por la sostenibilidad. El caso estudiado añade que las competencias empresariales pueden desarrollarse al confrontar metas privadas con consecuencias colectivas, sin convertir el componente ambiental en un tema separado del análisis económico.

La presencia de la Comisión Regional del Agua también amplía el alcance de la simulación. La coordinación no apareció como una capacidad exclusiva de las empresas, sino como una relación entre actores económicos y una instancia política. Esto permitió que liderazgo y gobernanza se expresaran mediante mediación, definición de aportaciones y construcción de reglas. Ravello Mas (2025) muestra que los juegos vinculados con actores externos pueden acercar al estudiante a tareas profesionales de negociación. En el presente caso, la función política introdujo la necesidad de coordinar intereses que no podían resolverse mediante intercambios bilaterales.

Finalmente, el juego no garantiza por sí solo el desarrollo de competencias. Crookall (2010) señala que la reflexión posterior es indispensable para transformar la expe-

riencia en aprendizaje, y Ascencio Urueña (2022) destaca la necesidad de preparar objetivos, roles, reglas y preguntas orientadoras. Las intervenciones reconstruidas muestran que los estudiantes formularon aprendizajes durante la actividad, pero su alcance depende de que el docente conduzca un cierre en el que se revisen decisiones y alternativas. Sin este proceso, la simulación puede producir participación sin una comprensión transferible a otros contextos.

CONCLUSIONES

El juego de roles permitió desarrollar competencias profesionales en estudiantes de Ciencias Empresariales en el sentido específico de una progresión observable durante la experiencia. Conforme avanzaron las rondas, las decisiones dejaron de concentrarse únicamente en la meta monetaria y comenzaron a incorporar negociación, reducción de producción, inversión compartida, mediación y relaciones entre las acciones de distintos actores. El aporte del estudio no consiste sólo en confirmar la utilidad de una metodología activa, sino en mostrar que la secuencia del juego puede utilizarse para examinar cómo se amplían y combinan las competencias ante restricciones acumulativas.

Para la formación universitaria, la simulación ofrece un espacio controlado donde el alumnado puede aplicar contenidos de administración, economía y Teoría General de Sistemas. La interacción entre metas privadas, disponibilidad de agua y efectos sobre terceros permite abordar la toma de decisiones como un proceso relacionado con la sostenibilidad y la gobernanza. Esta integración es pertinente para programas empresariales que buscan preparar profesionales capaces de actuar en sistemas donde las decisiones organizacionales tienen consecuencias sociales y ambientales.

La investigación presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar sus aportes. La selección no probabilística y la participación de estudiantes de una sola licenciatura, asignatura e institución restringen la generalización de los hallazgos a otros contextos universitarios. Además, la ausencia de una medición previa y pos-

terior, así como de un grupo de comparación, impide atribuir causalmente al juego cambios estables en las competencias, por ello, el desarrollo identificado se limita a la progresión observable durante las diez rondas. Los indicadores cuantitativos tuvieron un carácter exploratorio y se construyeron a partir de registros grupales, de modo que no permiten establecer diferencias individuales ni separar completamente el efecto del juego de la interacción entre integrantes de cada equipo.

Las futuras investigaciones podrían evaluar el juego mediante diseños cuasiexperimentales que incorporen mediciones previas y posteriores, grupos de comparación y seguimiento temporal para determinar si las competencias adquiridas se mantienen y se transfieren a otras situaciones académicas o profesionales. También sería pertinente desarrollar y validar una rúbrica específica para cada competencia, aplicar la codificación mediante evaluadores independientes y calcular índices de concordancia. Finalmente, la aplicación del juego en distintas universidades, carreras, asignaturas y semestres permitiría contrastar su funcionamiento según la experiencia académica de los participantes.

LITERATURA CITADA

- Ascencio Urueña, L. M. (2022). El juego de roles, estrategia para desarrollar el aprendizaje significativo. En A. Parra Puentes & M. L. Carrillo Salazar (Eds.), *Herramientas pedagógicas: manual para la creación de textos en el aula* (pp. 67-89). Editorial Universidad Santiago de Cali. <https://doi.org/10.35985/9786287501591.4>
- Aura, I., Järvelä, S., Hassan, L., & Hamari, J. (2023). Role-play experience's effect on students' 21st century skills propensity. *The Journal of Educational Research*, 116(3), 159-170. <https://doi.org/10.1080/00220671.2023.2227596>
- Beamond, M. T., Schmitz, M., Cordova, M., Ilieva, M. V., Zhao, S., & Panina, D. (2024). Sustainability in business education: A systematic review and future research agenda. *Critical Perspectives on International Business*, 22(1), 56-83. <https://doi.org/10.1108/CPOIB-06-2022-0071>

- Bisquerra Alzina, R. (Coord.). (2004). Metodología de la investigación educativa. La Muralla. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=5826>
- Cano García, M. E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado, 12(3), 1-16. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56712875011>
- Crookall, D. (2010). Serious games, debriefing, and simulation/gaming as a discipline. Simulation & Gaming, 41(6), 898-920. <https://doi.org/10.1177/1046878110390784>
- Espinoza S., N. A., Aguilar C., E. del C., & Espinoza A., V. V. (2023). Estrategia didáctica juego de roles y formación por competencias en estudiantes universitarios de Administración. SCIÉND0, 26(3), 263-268. <https://doi.org/10.17268/sciencdo.2023.038>
- Faisal, N., Chadhar, M., Goriss-Hunter, A., & Stranieri, A. (2022). Business simulation games in higher education: A systematic review of empirical research. Human Behavior and Emerging Technologies, 2022, 1578791. <https://doi.org/10.1155/2022/1578791>
- Faria, A. J., Hutchinson, D., Wellington, W. J., & Gold, S. (2009). Developments in business gaming: A review of the past 40 years. Simulation & Gaming, 40(4), 464-487. <https://doi.org/10.1177/1046878108327585>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Gaete-Quezada, R. A. (2011). El juego de roles como estrategia de evaluación de aprendizajes universitarios. Educación y Educadores, 14(2), 289-307. <https://doi.org/10.5294/edu.2011.14.2.3>

- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467. <https://doi.org/10.1177/1046878102238607>
- Gaweł, A., Strykowski, S., & Madias, K. (2022). Implementing sustainability into virtual simulation games in business higher education. *Education Sciences*, 12(9), 599. <https://doi.org/10.3390/educsci12090599>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Ionescu-Feleagă, L., Dragomir, V. D., Rîndașu, S.-M., Stoica, O.-C., Cureau, Ș.-C., Bunea, M., & Barna, L.-E.-L. (2025). Business simulation games from the perspective of accounting and management professors: Implications for sustainability education in universities. *The International Journal of Management Education*, 23(2), 101147. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2025.101147>
- Jackson, D. (2015). Employability skill development in work-integrated learning: Barriers and best practice. *Studies in Higher Education*, 40(2), 350-367. <https://doi.org/10.1080/03075079.2013.842221>
- Mulder, M. (2014). Conceptions of professional competence. En S. Billett, C. Harteis, & H. Gruber (Eds.), *International handbook of research in professional and practice-based learning* (pp. 107-137). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8902-8_5
- Peterková, J., Repaská, Z., & Prachařová, L. (2022). Best practice of using digital business simulation games in business education. *Sustainability*, 14(15), 8987. <https://doi.org/10.3390/su14158987>
- Ravello Mas, G. (2025). Cliente real. Una experiencia internacional de juego de roles en marketing como nuevo contenido didáctico. *Revista de Estudios Empresariales. Segunda Época*, 1, 195-206. <https://doi.org/10.17561/ree.n1.2025.9068>

- Robles, M. M. (2012). Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. *Business Communication Quarterly*, 75(4), 453-465. <https://doi.org/10.1177/1080569912460400>
- Tejada Fernández, J. (2005). El trabajo por competencias en el prácticum: Cómo organizarlo y cómo evaluarlo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7(2), 1-31. <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/192>
- Tobón, S. (2007). El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. *Acción Pedagógica*, 16, 14-28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2968540>
- Velez, A., & Alonso, R. K. (2025). Business simulation games for the development of decision making: Systematic review. *Education Sciences*, 15(2), 168. <https://doi.org/10.3390/educsci15020168>

ANÁLISIS DE INSOLVENCIA EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA: UNA APLICACIÓN DEL MODELO SPRINGATE

INSOLVENCY ANALYSIS IN COLOMBIAN INDUSTRY: AN APPLICATION OF THE SPRINGATE MODEL

ANDRÉS CAICEDO CARRERO¹

 <https://orcid.org/0000-0001-8821-0333>

 andres.caicedo@docente.ibero.edu.co

DANIEL ISAAC ROQUE²

 <https://orcid.org/0000-0002-7536-025X>

 daniel.isaac@ibero.edu.co

OSCAR HUMBERTO QUINTERO LANDINEZ³

<https://orcid.org/0000-0002-4966-484X> 

oscar.quintero@docente.ibero.edu.co 

^{1,2,3}Corporación Universitaria Iberoamericana.

RESUMEN

El sector industrial colombiano enfrenta desafíos que comprometen su estabilidad financiera, por lo que resulta necesario explorar metodologías de detección temprana de insolvencia. Este estudio aplica el modelo Springate para evaluar el riesgo de bancarrota en Pymes industriales colombianas entre 2021 y 2025, modelo elegido por su escasa exploración local y su potencial de adaptación al mercado nacional. Bajo un enfoque cuantitativo, se analizaron 2.447 empresas reportantes ante la Superintendencia de Sociedades, empleando análisis de cuartiles, rango intercuartílico y pruebas de hipótesis. Los resultados evidencian una mejora en la capacidad de pago a corto plazo, aunque persisten brechas de liquidez;

PALABRAS CLAVE

Springate, Riesgo,
Bancarrota, Pymes,
Industrial

Para citar este artículo | To cite this article

Caicedo Carrero, A., Isaac Roque, D. & Quintero Landinez, O. H. (2026). Análisis de insolvencia en la industria colombiana: una aplicación del modelo Springate. Revista FACCEA, Vol. 16(2), 84-108pp. <https://doi.org/10.47847/faccea.v16n2a4>

Recibido/Received: 25/02/2026 | Aprobado/Approved: 24/05/2026 | Publicado/Published: 31/07/2026



Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

el 69,6% de las empresas se ubicaron en zona segura y el 30,4% mostró riesgo latente de bancarrota. El modelo demostró ser una herramienta valiosa para anticipar dificultades financieras, aportando evidencia empírica sobre la aplicación del modelo Springate en empresas industriales colombianas y orientando la gestión de riesgos empresariales.

ABSTRACT

The Colombian industrial sector faces challenges that threaten its financial stability, making it necessary to explore methodologies for the early detection of insolvency. This study applies the Springate model to assess the risk of bankruptcy among Colombian industrial SMEs between 2021 and 2025. The model was selected because of its limited application in the local context and its potential adaptability to the national market. Using a quantitative approach, 2,447 companies reporting to the Superintendence of Companies were analyzed through quartile analysis, interquartile range analysis, and hypothesis testing. The results indicate an improvement in short-term payment capacity, although liquidity gaps persist; 69.6% of the companies were classified in the safe zone, while 30.4% showed a latent risk of bankruptcy. The model proved to be a valuable tool for anticipating financial distress, providing empirical evidence on the application of the Springate model to Colombian industrial companies and supporting corporate financial risk management.

KEYWORDS

Springate, Risk,
Bankruptcy, SMEs,
Industrial.

INTRODUCCIÓN

El sector industrial juega un rol relevante en la economía colombiana, impulsando su expansión y modernización. Este contribuye de manera significativa, un 10% de acuerdo cifras de Carranza Romero et al. (2018) y Andriuskevicius et al. (2026), al Producto Interno Bruto, fomenta la generación de empleo e incrementa los ingresos familiares. Mediante la diversificación económica y la reducción de la dependencia en áreas tradicionales como la agricultura y la minería, este campo ha fortalecido la estabilidad financiera nacional. Así mismo, ha propiciado la modernización de la infraestructura, mejorado la competitividad en mercados internacionales y atraído inversiones extranjeras directas, fundamentales para un progreso social (Universidad EAFIT, 2024).

Según Carranza Romero et al. (2018), la contribución del sector industrial al valor agregado ha disminuido a lo largo del tiempo, aunque continúa siendo fundamental para el crecimiento económico. Este sector es relevante en estructuras productivas más extensas. Estas abarcan diversas áreas dentro de Colombia y conectan al país con mercados internacionales, mejorando su posición en el comercio global. Este vínculo entre lo local y lo internacional refleja la diversificación de la industria. Dada la relevancia del sector industrial, es necesario abordar las dificultades que enfrentan las pequeñas y medianas empresas industriales, en especial durante crisis económicas. Por ejemplo, la pandemia reveló su vulnerabilidad ante las condiciones en el crédito, que varían según el tipo de negocio y su calificación crediticia (Altman et al., 2023). Dada esta situación, el desarrollo de modelos para estimar la probabilidad de insolvencia ha demostrado ser efectiva en identificar a las entidades en peligro, facilitando la implementación de medidas preventivas. Esta estrategia ha servido para fortalecer la resiliencia financiera de las industrias menores, asegurando su aporte al tejido empresarial Jabeur & Fahmi (2018).

Reflejando la necesidad de fortalecer la resiliencia de las Pymes, los autores Papíková & Papík (2022) sugieren que la prevención de la bancarrota en las pequeñas y medianas empresas se convierte en un aspecto relevante en el desarrollo de cualquier economía, donde estas empresas tienen un rol predominante. Por su

parte, Zhukov et al. (2022) e Idris & Ismail (2026) señalan que evaluar factores de riesgo, tanto financieros y operativos, es básico para anticipar las perspectivas de crecimiento empresarial y tomar decisiones de crédito adecuadas. Este enfoque, de 360 grados, hace evidente la trascendencia de desarrollar métodos analíticos que prevengan la insolvencia y sustenten la actividad económica, contribuyendo a la disminución del número de entidades insolventes (Smith & Alvarez, 2022).

Siguiendo con la relevancia de las técnicas de insolvencia para anticipar problemas, la gestión financiera se torna sustancial para evitar la quiebra y asegurar la sostenibilidad empresarial. Un ejemplo de ello es la aplicación de la metodología CAMELS en la banca, que ha sido relevante para identificar indicadores de riesgo de forma temprana (Song & Md Shahbudin, 2023). En la industria eslovaca, las redes neuronales probaron ser efectivas en la detección de quiebras (Letkovsky et al., 2023). De forma similar, en la educación superior, el uso de aprendizaje automático para anticipar cierres o impagos, en universidades pequeñas, demostró que estas técnicas facilitan la implementación de estrategias para mitigar riesgos financieros (Adamiec et al., 2022).

No obstante, los modelos clásicos de predicción de insolvencia continúan siendo utilizados debido a su simplicidad metodológica, facilidad de aplicación e interpretación, en especial, cuando la información disponible proviene de los estados financieros. Entre estos modelos se destacan las propuestas desarrolladas por Altman (1968), Springate (1978), Ohlson (1980), Zmijewski (1984) los cuales constituyen referentes, y pioneros, en la evaluación del riesgo de insolvencia empresarial.

Los modelos de predicción de insolvencia tienen como propósito identificar de manera anticipada condiciones financieras asociadas con el deterioro y la posible quiebra de una organización mediante la combinación de indicadores contables. Entre los antecedentes más reconocidos se encuentra el modelo de Altman (1968), construido mediante análisis discriminante múltiple a partir de razones relacionadas con liquidez, rentabilidad, liquidez y actividad empresarial. Posteriormente, el modelo de Ohlson (1980) se centra en un enfoque basado en regresión logística mediante el cual la dificultad financiera se expresa en términos probabilísticos (Dai

& Cai, 2025). Mientras que el modelo de Zmijewski (1984) emplea un modelo probit, captando la atención sobre los sesgos derivados de la selección de empresas insolventes y solventes en la estimación de estos modelos (Do & Doan, 2026). En esta misma línea, Springate (1978) desarrolló un modelo discriminante compuesto por cuatro razones financieras, orientadas a representar el capital de trabajo, la rentabilidad operativa, la capacidad de cobertura de las obligaciones corrientes y la eficiencia de los activos para generar ventas; mediante estas razones financieras se puede anticipar problemas financieros en las empresas (De Silva et al., 2024).

Aunque los modelos de Altman, Springate, Ohlson y Zmijewski persiguen la identificación temprana de dificultades financieras, presentan diferencias metodológicas relevantes. Altman y Springate generan puntajes de clasificación mediante combinaciones lineales de razones financieras obtenidas por análisis discriminante, mientras que Ohlson y Zmijewski emplean modelos probabilísticos logit y probit, respectivamente. El modelo Springate se distingue por su estructura parsimoniosa, debido a que integra cuatro indicadores calculables directamente a partir del estado de situación financiera y del estado de resultados. Esta característica facilita su aplicación uniforme en muestras amplias; sin embargo, como ocurre con los demás modelos, sus resultados dependen del sector económico, del período de análisis y de las características de la información financiera empleada, por lo que sus clasificaciones deben interpretarse como señales de riesgo y no como una confirmación inevitable de quiebra (Ahemed et. al, 2025). En la Tabla 1 se presenta una comparación de los principales modelos clásicos utilizados en la literatura, con el propósito de contextualizar la selección del modelo Springate en la presente investigación.

Tabla 1

Comparación de los principales modelos clásicos de predicción de insolvencia empresarial.

Modelo	Método	Variables principales	Resultado	Características relevantes
Altman (1968)	Análisis discriminante múltiple	Cinco razones financieras	Puntaje Z	Modelo clásico ampliamente validado
Springate (1978)	Análisis discriminante múltiple	Cuatro razones financieras	Puntaje S	Modelo parsimonioso y de fácil aplicación
Ohlson (1980)	Regresión logística	Variables contables y de tamaño	Probabilidad de insolvencia	Enfoque probabilístico
Zmijewski (1984)	Modelo probit	Rentabilidad, liquidez y apalancamiento	Probabilidad de dificultad financiera	Corrige sesgos de selección muestral

Fuente. *Elaboración propia.*

Dicho lo anterior, las diferencias metodológicas hacen que la selección del modelo dependa de los objetivos de la investigación, la disponibilidad de información financiera y el contexto en el que será aplicado. En este sentido los autores Isaac & Caicedo (2023) y Apetri & Chelba (2025) plantean que la selección del modelo Springate en la presente investigación se fundamenta en su correspondencia con la información financiera reportada por las empresas industriales a la Superintendencia de Sociedades y en la posibilidad de calcular homogéneamente sus cuatro componentes para una muestra amplia de empresas observadas durante el período 2021-2025. El presente estudio evalúa la probabilidad de insolvencia de las Pymes del sector industrial en Colombia mediante el modelo Springate durante 2021-2025, con el fin de identificar señales tempranas de riesgo y apoyar la toma de decisiones. Se selecciona este modelo por su limitada aplicación en el contexto colombiano, lo que permite analizar su validez en un entorno poco explorado. Dado el papel estratégico del sector industrial y sus desafíos, la investigación busca aportar a la literatura financiera.

METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

Esta investigación adoptó un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo e inferencial y diseño no experimental de corte longitudinal, con el propósito de evaluar la probabilidad de insolvencia de las pymes del sector industrial en Colombia mediante la aplicación del modelo Springate durante el período comprendido entre 2021 y 2025. El estudio se fundamentó en el análisis de información financiera proveniente de los estados financieros reportados por las empresas a la Superintendencia de Sociedades.

Población y muestra

La población estuvo conformada por 4.780 empresas pertenecientes al sector industrial que reportaron información financiera a la Superintendencia de Sociedades durante el período de estudio. A partir de esta población se realizó un proceso de depuración de la base de datos con el fin de garantizar la comparabilidad temporal de la información. Como criterios de inclusión se consideraron aquellas empresas que presentaron información financiera completa y continua para cada uno de los cinco años analizados (2021-2025), condición necesaria para calcular de manera homogénea el puntaje Springate y evaluar su evolución en el tiempo. En consecuencia, se excluyeron las empresas que presentaban información incompleta, ausencia de reportes en alguno de los períodos considerados o registros que impedían el cálculo de cualquiera de las variables requeridas por el modelo. Después de este proceso se obtuvo una muestra final de 2.447 empresas, las cuales constituyeron la unidad de análisis de la investigación.

Procedimiento de análisis

Para cada empresa se calcularon las cuatro razones financieras que conforman el modelo Springate, expresado mediante la siguiente función discriminante que aparece en la ecuación 1:

$$S = (1,03 * x_1) + (3,07 * x_2) + (0,66 * x_3) + (0,4 * x_4) \quad (1)$$

La Tabla 2 presenta las variables que conforman el modelo, su expresión matemática y la interpretación financiera de cada una.

Tabla 2

Variables financieras que componen el modelo Springate.

Variable	Fórmula	Descripción
x_1	$\frac{\text{Capital de Trabajo}}{\text{Total Activo}}$	Este parámetro evalúa la fracción del capital operativo comparado con el activo, indicando el porcentaje de activos líquidos para las actividades operativas.
x_2	$\frac{\text{Resultado antes de Impuestos}}{\text{Total Activo}}$	Refleja la capacidad de una organización para crear ganancias antes de impuestos utilizando sus activos. Este parámetro ofrece una perspectiva sobre la utilización de los activos para generar ganancias.
x_3	$\frac{\text{Resultado antes de Impuestos}}{\text{Pasivo Corriente}}$	Este coeficiente financiero evalúa la habilidad de una organización para satisfacer sus obligaciones a corto plazo con las ganancias obtenidas antes de impuestos. Representa un índice de la eficacia de la empresa en pagar sus deudas inmediatas con sus utilidades antes de tributar.
x_4	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Total Activo}}$	Examina la productividad de las ventas en comparación con el de activos. Este parámetro, también denominado rotación de activos, proporciona una estimación de cuántas veces las ventas compensan a los activos.

Fuente: Elaboración propia.

El puntaje obtenido permitió clasificar las empresas de acuerdo con el criterio propuesto por Springate. Aquellas cuyo puntaje fue superior a 0,862 se clasificaron

en zona segura, mientras que las empresas con valores iguales o inferiores a este umbral fueron clasificadas como organizaciones con probabilidad de insolvencia. Posteriormente, se efectuó un análisis descriptivo de las variables financieras que integran el modelo Springate mediante cuartiles y rango intercuartílico, con el propósito de caracterizar su distribución y variabilidad durante el período 2021-2025. Luego, se estimó la matriz de correlación de Pearson entre las razones financieras del modelo y el puntaje Springate (ecuación 2), con el fin de evaluar la intensidad y dirección de la asociación lineal entre dichas variables. La interpretación de los coeficientes de correlación se realizó de acuerdo con la escala propuesta por Martínez et al. (2009).

$$M_{st} = \begin{pmatrix} 1 & m_{12}(V_{1te}, V_{2te}) & m_{13}(V_{1te}, V_{3te}) & m_{14}(V_{1te}, V_{4te}) & m_{15}(V_{1te}, V_{5te}) \\ m_{21}(V_{2te}, V_{1te}) & 1 & m_{23}(V_{2te}, V_{3te}) & m_{24}(V_{2te}, V_{4te}) & m_{25}(V_{2te}, V_{5te}) \\ m_{31}(V_{3te}, V_{1te}) & m_{32}(V_{3te}, V_{2te}) & 1 & m_{34}(V_{3te}, V_{4te}) & m_{35}(V_{3te}, V_{5te}) \\ m_{41}(V_{4te}, V_{1te}) & m_{42}(V_{4te}, V_{2te}) & m_{43}(V_{4te}, V_{3te}) & 1 & m_{45}(V_{4te}, V_{5te}) \\ m_{51}(V_{5te}, V_{1te}) & m_{52}(V_{5te}, V_{2te}) & m_{53}(V_{5te}, V_{3te}) & m_{54}(V_{5te}, V_{4te}) & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

- M_{st} = Matriz de correlación del año t
- V_{1te} = Variable X_1 en el año de la empresa e
- V_{2te} = Variable X_2 en el año de la empresa e
- V_{3te} = Variable X_3 en el año de la empresa e
- V_{4te} = Variable X_4 en el año de la empresa e
- V_{5te} = Puntaje Springate en el año de la empresa e

Tabla 3. Escalas de relación entre variables.

Rango	Relación
0 a 0,25	Escasa
0,26 a 0,50	Débil
0,51 a 0,75	Moderada
0,76 a 1	Fuerte

Fuente: Martínez et al. (2009).

Pruebas de hipótesis

Con el propósito de determinar si, en promedio, las empresas del sector industrial presentaban señales de insolvencia durante cada uno de los años analizados, se formuló la siguiente hipótesis:

- $H_0 = \mu \leq 0,862$
- $H_1 = \mu > 0,862$

Donde representa el puntaje promedio obtenido mediante el modelo Springate y 0,862 corresponde al valor de referencia propuesto para diferenciar empresas con mayor o menor probabilidad de insolvencia.

Dado que el tamaño de la muestra fue superior a 30 observaciones, se aplicó una prueba Z para una media utilizando el estadístico (ecuación 3):

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)} \quad (3)$$

Donde:

- Z=Estadístico de prueba
- $\bar{X}$ =Promedio puntaje Springate empresas
- μ =Puntaje mínimo modelo Sprigate
- σ =Desviación estándar puntaje Springate
- n=Número de empresas

Se adoptó un nivel de significancia del 5%, estableciendo como criterio de decisión el rechazo de la hipótesis nula cuando $Z > 1,64$.

Además, con el propósito de evaluar la persistencia de la probabilidad de insolvencia en cada empresa durante el período 2021-2025, se aplicó una prueba t para una muestra, utilizando el promedio individual del puntaje Springate obtenido por cada

organización durante los cinco años analizados, mediante la expresión (ecuación 4):

$$t_e = \frac{\overline{X_e} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \quad (4)$$

Donde:

- t_e : Estadístico t para cada empresa;
- $\overline{X_e}$: promedio del puntaje Springate para cada empresa;
- σ : desviación estándar del puntaje para cada empresa;
- n : número de años analizados.

Para esta prueba se consideró un nivel de significancia del 5 % y un valor crítico de $t=2,1318$, correspondiente a cuatro grados de libertad.

RESULTADOS

En esta sección se muestran los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en el siguiente orden: i) inicia con el análisis de las variables que componen el modelo, ii) luego siguen los resultados de la aplicación del modelo y iii) termina con los resultados de las pruebas de hipótesis.

Análisis variables del modelo Springate

En la Tabla 4 se encuentra el comportamiento de la variable X1 la cual es relevante, pues indica la capacidad de pago a corto plazo de una empresa en relación con su activo.

Tabla 4

Comportamiento variable X1 sector industrial de Colombia, periodo 2021 a 2025.

Métrica	2021	2022	2023	2024	2025
Percentil 25	0,06	0,08	0,10	0,09	0,10
Mediana	0,21	0,24	0,24	0,24	0,25
Percentil 75	0,37	0,40	0,40	0,41	0,44
Rango Intercuartil	0,31	0,32	0,30	0,32	0,34

Fuente: Elaboración propia.

El percentil 25 aumentó de 0,06 en 2021 a 0,10 en 2025, evidenciando mejora en la capacidad de pago del segmento inferior, pese a una leve caída en 2024. La mediana pasó de 0,21 a 0,25, mientras que el percentil 75 subió de 0,37 a 0,44, mostrando fortalecimiento general en la liquidez. El rango intercuartílico se amplió (0,30–0,34), indicando mayor disparidad entre empresas. No obstante, se observa una mejora en la capacidad de pago a corto plazo, aunque con crecientes diferencias entre empresas. La Tabla 5 presenta la interpretación de la variable X_2 , asociada a la eficiencia operativa y financiera.

Tabla 5

Comportamiento variable X2 sector industrial de Colombia, periodo 2021 a 2025.

Métrica	2021	2022	2023	2024	2025
Percentil 25	0,04	0,01	0,03	0,03	0,02
Mediana	0,08	0,05	0,07	0,08	0,07
Percentil 75	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15
Rango Intercuartil	0,10	0,13	0,12	0,12	0,13

Fuente: Elaboración propia.

El percentil 25 cayó de 0,04 en 2021 a 0,01 en 2022, recuperándose parcialmente hasta 0,03 en 2024 y cerrando en 0,02 en 2025. La mediana descendió de 0,08 a 0,05 en 2022 y luego se recuperó a 0,07 en 2025, mientras que el percentil 75 mostró mejora al pasar de 0,13 en 2021 a 0,15 en 2024 y 2025. El rango intercuartílico aumentó en 2022 (0,13) y se mantuvo elevado, evidenciando mayor dispersión. Estos resultados evidencian una disminución inicial en la rentabilidad operativa,

seguida de una recuperación moderada en los años posteriores, aunque con diferencias persistentes entre las empresas del sector industrial. La Tabla 6 presenta el comportamiento de la variable X_3 , asociada a la capacidad de cubrir deudas a corto plazo.

Tabla 6

Comportamiento variable X_3 sector industrial de Colombia, periodo 2021 a 2025.

Métrica	2021	2022	2023	2024	2025
Percentil 25	0,11	0,04	0,08	0,08	0,06
Mediana	0,26	0,18	0,23	0,24	0,24
Percentil 75	0,48	0,52	0,52	0,53	0,58
Rango Intercuartil	0,37	0,48	0,44	0,45	0,51

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de cuartiles revela variación en el rendimiento financiero de las empresas durante el período estudiado. El percentil 25 disminuyó en 2022, pasando de 0,11 (2021) a 0,04, seguido de una recuperación en 2023 y 2024 a 0,08, y un ligero descenso a 0,06 en 2025, indicando cambios en la capacidad para manejar obligaciones de corto plazo. Por otro lado, la mediana muestra una reducción de 0,26 en 2021 a 0,18 en 2022, con una recuperación cercana 0,24 en los siguientes años, mientras que el percentil 75 ascendió de 0,48 en 2021 a 0,58 en 2025, evidenciando una mejora en la capacidad de pago.

Los cambios observados en los cuartiles evidencian una disminución de la relación entre la utilidad antes de impuestos y el pasivo corriente durante 2022, seguida de una recuperación parcial en los años posteriores. Asimismo, el incremento del rango intercuartílico indica que la evolución de este indicador no fue homogénea entre las empresas industriales, evidenciando diferencias crecientes en la capacidad para generar utilidades suficientes que respalden el cumplimiento de las obligaciones de corto plazo. En la Tabla 7 se muestra el comportamiento de la variable X_4 , que se espera sea cercana o superior a 1. Esto refleja la eficiencia con la que una empresa utiliza sus activos para generar ventas.

Tabla 7

Comportamiento variable X_4 sector industrial de Colombia, periodo 2021 a 2025

Métrica	2021	2022	2023	2024	2025
Percentil 25	0,75	0,64	0,75	0,84	0,83
Mediana	1,10	1,00	1,11	1,23	1,21
Percentil 75	1,57	1,55	1,55	1,71	1,70
Rango Intercuartil	0,82	0,90	0,79	0,87	0,87

Fuente: *Elaboración propia.*

El análisis de cuartiles evidencia variaciones en la eficiencia para generar ventas a partir de los activos. El percentil 25 cayó de 0,75 en 2021 a 0,64 en 2022, pero se recuperó a 0,84 y 0,83 en 2024 y 2025. La mediana se mantuvo por encima de 1,0, con una caída en 2022 (1,00) y posterior aumento a 1,23 en 2024 y 1,21 en 2025. El percentil 75 mostró estabilidad y leve crecimiento, alcanzando 1,71 en 2024. Ahora bien, el rango intercuartílico aumentó en 2022 (0,90) y luego se estabilizó cerca de 0,87, indicando menor variabilidad. Los resultados evidencian una mejora gradual en la capacidad de las empresas industriales para generar ventas a partir de sus activos durante el período analizado, acompañada de una disminución en la variabilidad del indicador respecto a los primeros años del estudio.

Análisis resultados modelo Springate

La Tabla 8 presenta la clasificación de empresas según el modelo Springate, facilitando el análisis del estado y evolución del sector industrial en Colombia.

Tabla 8

Clasificación Springate sector industrial de Colombia, periodo 2021 a 2025

Zona	2021	2022	2023	2024	2025
Zona de Quiebra	31,5%	40,8%	33,1%	29,6%	30,4%
Zona Segura	68,5%	59,2%	66,9%	70,4%	69,6%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: *Elaboración propia.*

Entre 2021 y 2025 se observan variaciones en la proporción de empresas según su probabilidad de quiebra. En 2021, el 68,5% se encontraba en zona segura y el 31,5% en riesgo. En 2022, la zona de quiebra aumentó al 40,8% y la zona segura cayó al 59,2%. Posteriormente, se evidenció una recuperación gradual: 66,9% en 2023 y 70,4% en 2024. No obstante, en 2025 hubo una leve caída a 69,6%, con un incremento de la zona de quiebra al 30,4%, cifra aún inferior a la de 2021.

La distribución de las empresas entre la zona segura y la zona de quiebra evidencia que, aunque la mayoría de las organizaciones industriales mantuvo una condición financiera favorable durante el período analizado, una proporción importante continuó presentando señales de vulnerabilidad. Este resultado es consistente con la literatura revisada, la cual reconoce la utilidad de los modelos de predicción de insolvencia para identificar oportunamente empresas con riesgo financiero y apoyar la adopción de medidas preventivas (Jabeur & Fahmi, 2018). Asimismo, refuerza el planteamiento las investigaciones desarrolladas por Papíková & Papík (2022) y Caicedo et al. (2025), quienes destacan la importancia de la prevención de la bancarrota para la sostenibilidad de las pequeñas y medianas empresas. En la Tabla 9 se encuentra el comportamiento del puntaje en cada uno de los años analizados.

Tabla 9

Comportamiento puntaje Springate sector industriales de Colombia, periodo 2021 a 2025.

Métrica	2021	2022	2023	2024	2025
Percentil 25	0,73	0,58	0,72	0,77	0,76
Mediana	1,17	1,02	1,17	1,23	1,26
Percentil 75	1,68	1,76	1,76	1,81	1,87
Rango Intercuartil	0,95	1,18	1,04	1,04	1,10

Fuente: *Elaboración propia.*

El análisis de cuartiles muestra variaciones en la solvencia empresarial durante el periodo. El percentil 25 evidencia que una cuarta parte de las empresas se mantuvo en zona de quiebra, con su punto más bajo en 2022. En contraste, la mediana y el percentil 75 reflejan una mejora progresiva: la mediana pasó de 1,02 en 2022 a 1,26

en 2025, y el percentil 75 de 1,68 en 2021 a 1,87 en 2025. El rango intercuartílico alcanzó su mayor nivel en 2022 (1,18), indicando alta variabilidad, y luego se estabilizó entre 1,04 y 1,10. Asimismo, estos resultados evidencian una recuperación de la solvencia financiera tras la pandemia, con empresas que fortalecieron su posición pese a la caída de 2022 (Trebuña et al., 2026).

El comportamiento del puntaje Springate confirma que la evaluación conjunta de indicadores de liquidez, rentabilidad, capacidad de cobertura de obligaciones y eficiencia operativa permite obtener una visión integral de la situación financiera de las empresas industriales. En este sentido, los resultados respaldan la selección del modelo Springate como herramienta de clasificación del riesgo financiero, en concordancia con las características metodológicas descritas para este modelo en la introducción. Aunque la mayor parte de las empresas presentó puntajes superiores al valor de referencia, la persistencia de organizaciones ubicadas en la zona de riesgo pone de manifiesto la necesidad de mantener procesos permanentes de monitoreo financiero, tal como señalan Zhukov et al. (2022) y Borges & Carvalho (2025) quienes resaltan la importancia de evaluar conjuntamente factores financieros y operativos para apoyar la toma de decisiones. La Tabla 10 presenta las correlaciones entre las variables del modelo y su puntaje, permitiendo analizar tendencias y relaciones.

Tabla 10

Correlación de variables.

Var	2021		2022		2023		2024		2025	
	r	Relación	r	Relación	r	Relación	r	Relación	r	Relación
X1	0,46	Débil	-0,01	Escasa	0,07	Escasa	0,10	Escasa	0,03	Escasa
X2	0,74	Moderada	0,05	Escasa	0,13	Escasa	0,20	Escasa	0,08	Escasa
X3	0,79	Fuerte	1,00	Fuerte	1,00	Fuerte	1,00	Fuerte	1,00	Fuerte
X4	0,49	Débil	-0,01	Escasa	0,07	Escasa	0,06	Escasa	0,00	Escasa

Fuente: Elaboración propia.

En 2021, la variable X_1 mostró una correlación débil con respecto al resultado del modelo Springate, indicando una leve conexión con la insolvencia. Esta correlación

disminuyó en el 2022, con valores oscilando entre -0,01 y 0,10, lo que sugiere que no es una característica predominante con respecto a las otras variables. Por su parte X_2 comenzó con una correlación moderada en 2021 que descendió a partir de entonces, reflejando posibles ajustes en la estructura financiera de las empresas. Por otro lado, X_3 mantuvo una correlación fuerte, destacando su enlace con la insolvencia. En contraste, X_4 solo mostró una correlación débil en 2021 que se redujo en los siguientes años, evidenciando la falta de consistencia entre las ventas relativas al activo y la insolvencia.

La predominancia de la variable X_3 dentro del modelo evidencia que la capacidad para generar utilidades en relación con las obligaciones de corto plazo constituye el componente con mayor incidencia en la clasificación obtenida mediante el modelo Springate para las empresas del sector industrial analizadas. En contraste, las asociaciones observadas para las demás variables fueron considerablemente menores durante la mayor parte del período de estudio, lo que sugiere que la influencia de cada indicador financiero puede variar según las características del sector económico y las condiciones del entorno. Este resultado es consistente con el planteamiento de Springate (1978) y Cheraghali & Molnár (2026) según el cual la clasificación del riesgo financiero depende del comportamiento conjunto de las razones financieras y no de un único indicador considerado de manera aislada.

Resultados pruebas de hipótesis

En la Tabla 11 se encuentran los resultados de las pruebas de hipótesis practicadas en casa uno de los años. Este análisis permite identificar si hubo presencia, estadísticamente significativa, de probabilidad de insolvencia.

Tabla 11

Resultados prueba de hipótesis anual.

Métrica	2021	2022	2023	2024	2025
Promedio	1,27	1,71	1,21	1,39	1,64
Promedio Teórico	0,862	0,862	0,862	0,862	0,862
Desv. Stnd.	0,99	28,06	9,09	7,76	17,11
Observaciones	2447	2447	2447	2447	2447
Estadístico de Prueba	20,18	1,50	1,87	3,38	2,25
Valor de Rechazo	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
Decisión	Se rechaza H0	No se rechaza H0	Se rechaza H0	Se rechaza H0	Se rechaza H0

Fuente: *Elaboración propia.*

En el análisis de los resultados de la prueba de hipótesis se observan patrones en la solvencia de las empresas. En 2021 y 2023 a 2025, el promedio observado superó el umbral teórico, lo que, junto con los estadísticos de prueba que excedieron los valores críticos, llevó al rechazo de la hipótesis nula y sugirió una baja probabilidad de insolvencia. Sin embargo, en 2022, aunque el promedio observado fue mayor que el umbral, el estadístico de prueba no alcanzó el valor de rechazo necesario, indicando insuficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula y plasmando la variabilidad en la solvencia entre empresas.

Los resultados de la prueba de hipótesis muestran que, salvo en 2022, el puntaje promedio del modelo Springate fue estadísticamente superior al valor de referencia establecido para diferenciar empresas con mayor probabilidad de insolvencia. Este comportamiento sugiere que, en términos agregados, las empresas industriales conservaron condiciones financieras compatibles con una baja probabilidad de insolvencia durante la mayor parte del período analizado. No obstante, el comportamiento observado en 2022 evidencia que las condiciones financieras del sector no fueron homogéneas, lo que pone de manifiesto la existencia de diferencias en la situación financiera de las compañías durante el período de estudio. En la Tabla 12 se muestran los resultados de las pruebas de hipótesis practicada a cada una de

las empresas, donde la finalidad es determinar si cada compañía mostró, de manera persistente, signos de insolvencia durante el período de estudio de 2021 a 2025.

Tabla 12

Resultados prueba de hipótesis por empresa.

Decisión	No. de Empresas	Porcentaje
No rechaza H0	1.309	53,5%
Se rechaza H0	1.138	46,5%
TOTAL	2.447	100,0%

Fuente: *Elaboración propia.*

Los resultados de las pruebas de hipótesis en 2.447 empresas muestran una división: el 53,5% (1.309) no rechazó la hipótesis nula, evidenciando persistencia de insolvencia y alta vulnerabilidad financiera; mientras que el 46,5% (1.138) presentó solidez al rechazarla. Aunque los promedios anuales sugieren una mejora en la solvencia, la presencia de dificultades en más de la mitad del sector refleja una recuperación desigual, donde algunas empresas se fortalecen y otras continúan siendo vulnerables.

Aunque el análisis agregado evidencia un comportamiento financiero favorable para el conjunto del sector industrial, la evaluación individual muestra que más de la mitad de las empresas presentaron señales persistentes de vulnerabilidad durante el período de estudio. Esta diferencia entre los resultados agregados e individuales pone de manifiesto la importancia de complementar los análisis sectoriales con evaluaciones específicas por empresa, evitando que el comportamiento promedio oculte situaciones particulares de riesgo. En este sentido, los hallazgos refuerzan el planteamiento de Papíková & Papík (2022) y Caicedo & Isaac (2025) sobre la necesidad de implementar mecanismos de detección temprana de la insolvencia, especialmente en pequeñas y medianas empresas, cuya estabilidad financiera resulta determinante para la sostenibilidad del tejido productivo Angelova et al. (2025).

CONCLUSIONES

La aplicación del modelo Springate permitió evaluar la probabilidad de insolvencia de las pymes del sector industrial colombiano durante el período 2021-2025, evidenciando que, en términos agregados, la mayoría de las empresas se ubicó en la zona segura durante la mayor parte del período analizado. No obstante, la clasificación obtenida también mostró la persistencia de un grupo importante de organizaciones con señales de vulnerabilidad financiera, lo que confirma la existencia de diferencias en la solidez económica dentro del sector.

El análisis de las variables que integran el modelo evidenció una evolución favorable de los indicadores de liquidez, eficiencia operativa, capacidad de cobertura de las obligaciones de corto plazo y utilización de los activos, aunque dicha evolución no fue homogénea entre las empresas. El incremento observado en la dispersión de algunos indicadores refleja que las mejoras financieras fueron más pronunciadas en determinados grupos de empresas, mientras que otras continuaron presentando condiciones de mayor fragilidad.

Las pruebas de hipótesis mostraron que, durante la mayor parte del período de estudio, el puntaje promedio obtenido mediante el modelo Springate fue consistente con una baja probabilidad de insolvencia para el sector industrial en su conjunto. Sin embargo, el análisis individual evidenció que una proporción importante de empresas presentó señales persistentes de vulnerabilidad financiera, lo que pone de manifiesto la importancia de complementar los análisis sectoriales con evaluaciones específicas por organización.

Los resultados obtenidos confirman que el modelo Springate constituye una herramienta útil para identificar tempranamente condiciones asociadas al riesgo de insolvencia cuando se dispone de información contable estandarizada. En este sentido, su aplicación puede apoyar los procesos de seguimiento financiero y contribuir a la identificación de empresas que requieren una evaluación más detallada de su situación económica.

Limitaciones

La investigación presenta como principal limitación el uso exclusivo de información financiera reportada a la Superintendencia de Sociedades, por lo que no incorpora variables de carácter macroeconómico, operativo o de gobierno corporativo que también pueden influir en la probabilidad de insolvencia. Asimismo, el estudio se circunscribe al sector industrial colombiano y emplea el modelo Springate como herramienta de clasificación del riesgo financiero, sin contrastar sus resultados con eventos posteriores de insolvencia empresarial.

Líneas futuras de investigación

Se recomienda que futuras investigaciones comparen el desempeño predictivo del modelo Springate con otros modelos clásicos de predicción de insolvencia, como Altman, Ohlson y Zmijewski, utilizando la misma población empresarial. De igual forma, resulta pertinente incorporar variables macroeconómicas, indicadores no financieros o técnicas de inteligencia artificial que permitan evaluar si estas herramientas incrementan la capacidad predictiva del modelo en el contexto colombiano.

REFERENCIAS

- Adamiec, L., Cernauskas, D., & Kumiega, A. (2022). Understanding the indicative factors of university/college closings. *Journal of Management Analytics*, 9(3), 330-350. <https://doi.org/10.1080/23270012.2022.2113464>
- Ahemed, A. M., Iqbal, U., & Atif, M. M. (2025). Asymmetric cost behavior and financial distress. *Economics Letters*, 247, 112121. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2024.112121>
- Altman, E. I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23(4), 589-609. <https://doi.org/10.2307/2978933>

- Altman, E. I., Sieradzki, R., & Thlon, M. (2023). Assessing the impact of economic and financial shocks on SME credit quality: a scenario analysis. *Bank i Kredyt*, 54(2), 89-127. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.5704>
- Andriuskevicius, K., Balezentis, T., Streimikiene, D., & Shobande, O. A. (2026). Analysis of financial distress risk in public listed agrifood companies in Lithuania. *Agricultural and Food Economics*, 14(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s40100-025-00449-4>
- Angelova, R., Stoyancheva, D., & Zhelyazkov, G. (2025). Assessment of the applicability of financial insolvency models. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, 25(2), 65-72.
- Apetri, A. N., & Chelba, A. A. (2025). Impacts of Macroeconomic Factors on Insolvency: Case of Romanian Companies. *Ovidius University Annals, Series Economic Sciences*, 25(1), 22-29. <https://doi.org/10.35219/eai15840409506>
- Borges, A., & Carvalho, M. (2026). Short-and long-term financial distress prediction in SMEs: a survival model comparison. *Journal of Applied Statistics*, 1-30. <https://doi.org/10.1080/02664763.2025.2501166>
- Caicedo Carrero, A., & Isaac Roque, D. (2025). Application of the Zavgren model for assessing financial insolvency in the construction industry (2018-2022). *Revista CEA*, 11(26), e3357. <https://doi.org/10.22430/24223182.3357>
- Carrero, A. C., Roque, D. I., & Murillo, W. A. B. (2025). Impacto de las cuentas por cobrar en la insolvencia financiera de la industria colombiana. *Cuadernos de Contabilidad*, (26), 10. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cc26.icci>
- Carranza, J. E., Rojas, J. A. B., Casas, C., González-Ramírez, A. X., Moreno-Burbano, S., Arias-Rodríguez, F., & Vélez-Velásquez, J. S. (2018). La industria colombiana en el siglo XXI. *Revista ESPE-Ensayos sobre Política Económica*, 1-69.

- Cheraghali, H., & Molnár, P. (2026). Predictors of financial distress: Differences between financial and non-financial small and medium-sized enterprises. *Research in International Business and Finance*, 103334. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2026.103334>
- Dai, T., & Cai, B. (2025, December). Altman Z-Score's Predictive Accuracy for Financial Distress in Chinese Enterprises: Evidence from 32 Listed Manufacturing Firms. In *Proceedings of the 2025 6th International Conference on Big Data Economy and Information Management*, 710-715. <https://doi.org/10.1145/3800000.3800107>
- De Silva, C., Del Gaudio, B. L., Gervasoni, A., & Lertora, M. (2025). Private equity and financial distress: a bibliometric literature review. *Research in international business and finance*, 74, 102674.
- Do, T. V. T., & Doan, T. V. (2026). The impact of financial distress on earnings management: Evidence from Vietnam. *Investment Management and Financial Innovations*, 23(2), 473–482. [https://doi.org/10.21511/imfi.23\(2\).2026.34](https://doi.org/10.21511/imfi.23(2).2026.34)
- Idris, N. F., & Ismail, M. A. (2026). Toward optimal bankruptcy prediction: Evaluating ensemble methods using Taiwan and U.S. financial bankruptcy data. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 15(3), 2747–2757. <https://doi.org/10.11591/eei.v15i3.11159>
- Isaac-Roque, D. y Caicedo-Carrero, A. (2023). Relación entre los indicadores financieros del modelo Altman Z y el puntaje Z. *Retos Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 13(25), 129-148. <https://doi.org/10.17163/ret.n25.2023.09>
- Jabeur, S. B., & Fahmi, Y. (2018). Forecasting financial distress for French firms: a comparative study. *Empirical Economics*, 54(3), 1173-1186. <https://doi.org/10.1007/s00181-017-1246-1>

- Letkovsky, S., Jencova, S., Vasanicova, P., Gavura, S., & Bacik, R. (2023). Predicting bankruptcy using artificial intelligence: The case of the engineering industry. *Economics & Sociology*, 16(4), 178-190. <https://doi.org/10.14254/2071-789X.2023/16-4/8>
- Martínez, R. M., Tuya, L. C., Martínez, M., Pérez, A. y Cánovas, A. M. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2), 1-19.
- Ohlson, J. A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of accounting research*, 18(1), 109-131. <https://doi.org/10.2307/2490395>
- Papíková, L., & Papík, M. (2022). Effects of classification, feature selection, and resampling methods on bankruptcy prediction of small and medium sized enterprises. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 29(4), 254-281. <https://doi.org/10.1002/isaf.1521>
- Smith, M., & Alvarez, F. (2022). Predicting Firm-Level Bankruptcy in the Spanish Economy Using Extreme Gradient Boosting: M. Smith, F. Alvarez. *Computational Economics*, 59(1), 263-295. <https://doi.org/10.1007/s10614-020-10078-2>
- Song, L., & Md Shahbudin, A. S. (2022). To anticipate the bankruptcy of Baoshang Bank based on CAMELS rating system. *Bank i Kredyt*, 54(1), 65-87.
- Springate, G. L. (1978). Predicting the Possibility of Failure in a Canadian Firm: A Discriminant Analysis. Burnaby, Canada: Simon Fraser University.
- Trebuňa, P., Kronová, J., Kliment, M., & Pekarčíková, M. (2026). Symmetry-Based Comparison of Logit and Probit Models for Financial Distress Prediction in the Automotive Industry. *Symmetry*, 18(6), 973. <https://doi.org/10.3390/sym18060973>

Universidad EAFIT. (2024). Coyuntura y Perspectivas de la Economía Colombiana. Medellín: Universidad EAFIT.

Zhukov, A., Nikulin, E., & Shchuchkin, D. (2022). Bankruptcy Risk Factors of Russian Companies. Finance: Theory and Practice, 26 (6), 131-155. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2022-26-6-131-155>

Zmijewski, M. E. (1984). Methodological issues related to the estimation of financial distress prediction models. Journal of Accounting research, 22, 59-82. <https://doi.org/10.2307/2490859>