

ISSN: 2683-1597



# Project Design and Management

Janeiro - Junho, 2026

VOL. 8 NÚM. 1



<https://www.mlsjournals.com/Project-Design-Management>

## **EQUIPO EDITORIAL / EDITORIAL TEAM / EQUIPA EDITORIAL**

### **Editor Jefe / Editor in chief / Editor Chefe**

Luis Alonso Dzul López. Universidad Internacional Iberoamericana, México  
Roberto Alvarez. Universidad de Buenos Aires, Argentina

### **Editores Asociados / Associate Editors / Editores associados**

Alina Eugenia Pascual Barrera. Universidad Internacional Iberoamericana, México  
Ernesto Bautista Thompson. Universidad Internacional Iberoamericana, México  
Lazaro Cremades Oliver. Universidad Politécnica de Cataluña  
José del Carmen Zavala Loría. Universidad Internacional Iberoamericana, México  
Santos Gracia Villar. Universidad Europea del Atlántico

### **Secretaria / Secretary / Secretário**

Beatriz Berrios Aguayo. Universidad de Jaén, España

### **Consejo Científico Internacional / International scientific committee / Conselho científico internacional**

Miguel Angel López Flores Instituto Politécnico Nacional, México  
Brenda Brabo Diaz. Instituto Politécnico Nacional, México  
Lázaro Cremades. Universidad Politécnica de Cataluña, España  
Fermín Ferriol Sánchez. Universidad Internacional Iberoamericana, México  
Miguel Ysrrael Ramírez Sánchez, Universidad Internacional Iberoamericana, México  
Armando Anaya Hernández. Universidad Internacional Iberoamericana, México  
Ramón Pali Casanova. Universidad Internacional Iberoamericana, México  
Jorge Crespo. Universidad Europea del Atlántico, España  
María Luisa Sámano, Centro de Investigación y Tecnología Industrial de Cantabria, España  
Carmen Varela. Centro de Investigación y Tecnología Industrial de Cantabria, España  
Alejandro Ruiz Marín, Universidad Autónoma del Carmen, México  
Asteria Narváez García. Universidad Autónoma del Carmen, México  
Ricardo Armando Barrera Cámara. Universidad Autónoma del Carmen, México  
Claudia Gutiérrez Antonio. Universidad Autónoma de Querétaro, México  
Felipe André Angst. Universidad Católica de Mozambique, Mozambique  
Luis Borges Gouveia. Universidade Fernando Pessoa, Portugal  
Rodrigo Florencio da Silva. Instituto Politécnico Nacional, México.  
Charles Ysaacc da Silva Rodrigues. Universidad de Guanajuato, México.

### **Patrocinadores:**

Funiber - Fundación Universitaria Iberoamericana  
Universidad internacional Iberoamericana. Campeche (México)  
Universidad Europea del Atlántico. Santander (España)  
Universidad Internacional Iberoamericana. Puerto Rico (EE. UU)  
Universidade Internacional do Cuanza. Cuito (Angola)

### **Colaboran:**

Centro de Investigación en Tecnología Industrial de Cantabria (CITICAN)  
Grupo de Investigación IDEO (HUM 660) - Universidad de Jaén

Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Campeche (CITTECAM) – México

## SUMARIO • SUMMARY • RESUMO

---

- Editorial.....5
- Uso de la inteligencia artificial para reducir los tiempos de producción en la gestión de eventos recreativos corporativos.....7  
Use of artificial intelligence to reduce production times in corporate recreational event management  
*Giancarlo Castillo Ghiotto. Universidad Internacional Iberoamericana, Perú*
- Diseño hidráulico de una red de suministro de agua en circuito en una zona urbana crítica mediante la ecuación de Hazen-Williams.....22  
Hydraulic design of a looped water supply network in a critical urban area using the Hazen-Williams equation  
*Suka Lau Komba Augusto, José Paulo Kai, Pedro Gelson Morais. Universidad Jean Piaget de Angola / Universidad Agostinho Neto (FEUAN) / Centro de Investigación y Desarrollo de Sonangol, Angola*
- Sistema de predicción del comportamiento del activo financiero (EUR/USD) en el mercado Forex, utilizando herramientas de aprendizaje automático. Caso: Ecuador.....43  
Global Predictive system for the behavior of the financial asset (EUR/USD) in the Forex market using machine learning tools. Case: Ecuador  
*Mateo López Huerta, Jon Arambarri, Saul Domingo. Fundación Universitaria Iberoamericana, Ecuador / Universidad Europea del Atlántico, España.*
- Implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en el Sector Financiero de la República Dominicana.....64  
Implementation of the Cybersecurity and Information Security Regulation in the Financial Sector of the Dominican Republic  
*Luis Rafael Villalona Mateo, Ernesto Bautista Thompson. Universidad Internacional Iberoamericana, Republica Dominicana, México.*
- Análisis y propuesta sobre la enseñanza en diseño y gestión de proyectos a nivel posgrado en Iberoamérica.....82  
Analysis and proposal for teaching project design and management at the postgraduate level in Ibero-America  
*Miguel Ángel López Flores, Jesús Enrique Morales Rico, Nazareth Gómez Pérez, Alejandra Hernández Rojas. Universidad Europea del Atlántico, España / Instituto Politécnico Nacional, México / Universidad Internacional Iberoamericana, México.*
- La importancia del servicio al cliente como factor de crecimiento empresarial.....99  
The importance of customer service as a factor of business growth  
*Kabwe Lusombo Omari, Nelo Alberto João. Universidad Internacional Iberoamericana / Universidade Lurio, Mozambique.*
- Digitalización, sostenibilidad y rentabilidad en la educación empresarial universitaria europea: El proyecto Start DSP.....117  
Digitization, Sustainability, and Cost-Effectiveness in European University Business Education: The Start DSP Project

*Emmanuel Soriano Flores, Thomas Andre Prola. Universidad Internacional Iberoamericana, Francia / Universidad Europea del Atlántico, España.*

- Análisis actual del desafío de la rehabilitación energética en la República Dominicana.....130  
Challenges and opportunities: A multidimensional analysis of the energy crisis in the Dominican Republic  
*Solangel Raquel Montesino Almonte, Débora Libertad Ramírez Vargas. Universidad Internacional Iberoamericana, República Dominicana, México.*

# Editorial

---

El presente número de MLS Project Design & Management reafirma el compromiso de la revista con la difusión de investigaciones científicas multidisciplinarias orientadas a la generación de conocimiento aplicado, a la innovación tecnológica y al fortalecimiento de las capacidades organizacionales, educativas e ingenieriles. Los trabajos que integran esta edición reflejan la diversidad de perspectivas y problemáticas que caracterizan a las sociedades contemporáneas y evidencian la necesidad de articular soluciones sostenibles y adaptativas. Las contribuciones exponen cuatro ejes temáticos de liderazgo y gestión en el que se ubican los trabajos relacionados con la formación en dirección de proyectos y el servicio al cliente como factor de crecimiento organizacional; tecnología e innovación destacan las investigaciones sobre inteligencia artificial generativa aplicada a procesos empresariales y el desarrollo de modelos predictivos para mercados financieros mediante aprendizaje automático y la seguridad cibernética; educación y desarrollo de competencias se encuentra el estudio sobre emprendimiento sostenible y digital desarrollado en el contexto europeo; e ingeniería donde se agrupan las investigaciones orientadas al diseño de redes hidráulicas y a la rehabilitación de infraestructuras eléctricas, ambas enfocadas en garantizar servicios esenciales bajo criterios de eficiencia y desarrollo sostenible. Desde diferentes enfoques metodológicos y escenarios geográficos, las investigaciones reflejan la importancia de optimizar procesos, incorporar herramientas digitales, fortalecer la formación especializada y desarrollar infraestructuras resilientes capaces de responder a las demandas de un entorno económico y social cada vez más complejo.

El primer artículo analiza la incorporación de inteligencia artificial generativa en una empresa de eventos recreativos corporativos, mostrando una reducción significativa del tiempo de producción mediante el uso de ChatGPT en tareas creativas y administrativas. Los resultados demuestran que la IA puede constituirse en una herramienta estratégica para incrementar la eficiencia operativa, siempre que su implementación esté acompañada de procesos de capacitación, supervisión y gobernanza organizacional.

La segunda investigación aborda el dimensionamiento hidráulico de una red de abastecimiento de agua para el Barrio 11 de Noviembre, en Luanda. A través del método de Hardy-Cross y del análisis de sensibilidad de los principales parámetros hidráulicos, se propone una solución técnica capaz de garantizar un suministro eficiente y sostenible. El estudio ofrece una metodología replicable para otras características urbanas con problemas similares de acceso al recurso hídrico.

El tercer artículo desarrolla un sistema de predicción para el mercado de divisas EUR/USD mediante la integración de algoritmos de aprendizaje automático y redes neuronales recurrentes LSTM. La propuesta busca reducir el impacto del factor emocional en las decisiones de inversión, aportando una aproximación basada en inteligencia artificial para mejorar la precisión y robustez de las estrategias de trading en entornos financieros altamente dinámicos.

El cuarto artículo analiza la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en las entidades financieras de la República Dominicana, identificando brechas en talento, tecnología, cultura organizacional y cumplimiento normativo. Como aporte, desarrolla herramientas prácticas para fortalecer la resiliencia digital, optimizar la toma de decisiones y apoyar el diseño de políticas y marcos regulatorios.

La quinta investigación sobre los desafíos que enfrenta la formación en dirección de proyectos en México mediante la revisión del panorama académico y profesional, detalla la escasa oferta de programas especializados y la necesidad de fortalecer la formación de competencias gerenciales desde el nivel universitario. El estudio remarca la importancia de profesionalizar la gestión de proyectos como una disciplina estratégica para la competitividad y el desarrollo organizacional.

El sexto artículo analiza la contribución del servicio al cliente al crecimiento empresarial desde una perspectiva cualitativa. Los hallazgos muestran que las competencias en atención, negociación y ética comercial influyen directamente en la satisfacción del consumidor y en el

incremento de las ventas. La investigación resalta el papel del capital humano como un factor clave para la consolidación y sostenibilidad de las organizaciones.

El séptimo artículo estudia la incorporación de los principios de sostenibilidad, digitalización y rentabilidad en la enseñanza del emprendimiento en universidades de Alemania, España, Grecia e Irlanda, en el marco del proyecto europeo START DSP. Los resultados mencionan que los educadores conceden una mayor relevancia a la sostenibilidad, mientras que la digitalización y la rentabilidad son percibidas como elementos inherentes al desarrollo empresarial.

El octavo artículo presenta un diagnóstico de las redes eléctricas del Circuito Cítrico Dominicano 701, en República Dominicana, identificando problemas estructurales que afectan la calidad y continuidad del servicio. La propuesta de rehabilitación integral incorpora criterios de sostenibilidad, modernización tecnológica y participación comunitaria, lo que demuestra que la mejora de la infraestructura energética constituye un elemento esencial para el bienestar social y el desarrollo territorial.

Las investigaciones indican que la innovación, la transformación digital y la sostenibilidad constituyen dimensiones transversales para la generación de soluciones a problemas complejos. En este sentido, MLS Project Design & Management reafirma su compromiso con la divulgación de conocimiento científico riguroso y pertinente, capaz de contribuir al fortalecimiento institucional, al desarrollo tecnológico y a la construcción de sociedades más resilientes y sostenibles.

Antes de finalizar esta editorial, es importante para todos los que colaboramos en este nuevo proyecto el agradecer al equipo de colaboradores, informático y técnico, así como a la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER) y a las Universidades que han proporcionado todo el apoyo material para que este número pueda llevarse a cabo, con la convicción de que estamos en el camino correcto hacia el reconocimiento internacional.

Dr. Luis A. Dzul López  
Dr. Roberto M. Álvarez  
Editores en Jefe

**USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA REDUCIR LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA GESTIÓN DE EVENTOS RECREATIVOS CORPORATIVOS**  
**USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO REDUCE PRODUCTION TIMES IN CORPORATE RECREATIONAL EVENT MANAGEMENT**

**Giancarlo Castillo Ghiotto**

Universidad Internacional Iberoamericana, Perú

[[giancarlo.castillo@investigacion.uneatlantico.es](mailto:giancarlo.castillo@investigacion.uneatlantico.es)] [<https://orcid.org/0009-0008-9052-5391>]

---

**Información del manuscrito:**

**Recibido/Received:** 13/02/2026

**Revisado/Reviewed:** 20/04/2026

**Aceptado/Accepted:** 05/05/2026

---

**RESUMEN**

**Palabras clave:**

ChatGPT, inteligencia artificial generativa, gestión de eventos, productividad, Colombia.

Introducción. En agencias de eventos recreativos corporativos, los ciclos de producción suelen depender de rutinas manuales que elevan horas de trabajo y retrabajo. Este estudio analiza si la incorporación de IA generativa se asocia con una reducción del tiempo total de producción. Metodología. Se aplicó un diseño cuasi-experimental antes-después (caso único, fase pre y fase post) en una empresa del sector de eventos recreativos corporativos (Bogotá, Colombia), entre junio y septiembre de 2025. Se compararon tres eventos de naturaleza comparable producidos sin IA y luego con apoyo sistemático de ChatGPT en tareas creativas y administrativas (conceptualización, propuesta, presupuestación y selección de proveedores). La variable dependiente fue el tiempo total de producción (horas), medido desde la recepción del brief hasta la aprobación final. El análisis priorizó estimaciones de diferencias pareadas, intervalos de confianza y tamaños de efecto, dada la muestra reducida. Resultados. En los tres eventos se observó una reducción consistente del tiempo total (51 h, 60 h y 69 h), equivalente a un ahorro promedio de 60 h (19.1%). El mayor ahorro se concentró en Conceptualización (23.3 h) y Elaboración de propuesta (20.0 h). En Validación final se registró un leve aumento (+1.3 h), asociado a mayor revisión de calidad. Conclusión. Los hallazgos sugieren que la IA generativa puede funcionar como palanca de eficiencia en agencias medianas cuando se integra con gobernanza, capacitación y verificación humana. Las conclusiones deben interpretarse como evidencia aplicada y exploratoria por el tamaño muestral y tratarse de un único caso. Se recomienda replicar con más eventos y organizaciones y ampliar métricas (costo, calidad y satisfacción del cliente).

---

**ABSTRACT**

**Keywords:**

Introduction. Corporate recreational event agencies often rely on manual routines that extend production cycles and increase rework. This study examines whether adopting generative AI is associated with reduced event production time. Methodology. A quasi-

---

---

ChatGPT, generative artificial intelligence, event management, productivity, Colombia.

experimental before–after single-case design was conducted in a corporate recreational events company (Bogotá, Colombia) between June and September 2025. Three comparable events were produced under a traditional approach (no AI) and then with systematic ChatGPT support for creative and administrative tasks (concept development, proposal drafting, budgeting, and supplier selection). The dependent variable was total production time (hours) from brief reception to final approval. Given the small sample, the analysis prioritized paired differences, confidence intervals, and effect sizes. Results. A consistent reduction in total production time was observed across events (51 h, 60 h, and 69 h), yielding an average saving of 60 h (19.1%). The largest savings occurred in Concept Development (23.3 h) and Proposal Preparation (20.0 h), while Final Validation slightly increased (+1.3 h), reflecting additional quality checks. Conclusions. Findings suggest generative AI can be an efficiency lever for mid-sized agencies when combined with governance, training, and human verification. Results should be interpreted as applied and exploratory due to the small sample and single organizational setting. Future research should test replicability with more events and additional outcomes (cost, quality, and client satisfaction).

---

## **Introducción**

Este artículo contribuye en tres niveles. Primero, ofrece evidencia cuantitativa en condiciones reales sobre el impacto temporal del uso de IA generativa en la producción de eventos corporativos en Colombia, un contexto poco cubierto por la literatura. Segundo, desagrega el ahorro por fases del proceso, lo que permite identificar dónde la IA agrega más valor y dónde podría introducir sobrecostos por verificación. Tercero, integra indicadores de aceptación del equipo para discutir sostenibilidad de la adopción. El documento se organiza de la siguiente manera: la sección de Método describe el diseño cuasi-experimental y la intervención; Resultados presenta el efecto observado y el desglose por fases; y Discusión y conclusiones interpreta los hallazgos, sus implicaciones y limitaciones.

### ***Contribuciones y estructura del artículo***

La hipótesis principal (H1) plantea que la incorporación sistemática de IA generativa (ChatGPT) en tareas creativas y administrativas se asocia con una reducción del tiempo total de producción (horas) respecto a eventos producidos sin IA. La hipótesis nula (H0) plantea que no se observarán diferencias relevantes en el tiempo total.

Para precisar el mecanismo operativo, se plantean hipótesis secundarias: (H1a) el mayor ahorro se concentra en fases intensivas en redacción/ideación (Conceptualización y Elaboración de propuesta); (H1b) el ahorro es menor en fases con dependencia de terceros (Selección de proveedores); y (H1c) la Validación final puede mantener o aumentar levemente por mayores controles de verificación. Adicionalmente, (H2) la aceptación del equipo será alta (utilidad percibida y facilidad de uso), favoreciendo sostenibilidad de la adopción.

### ***Objetivo, preguntas e hipótesis***

Adicionalmente, la adopción efectiva de IA depende de la aceptación por parte de los usuarios. El Technology Acceptance Model plantea que la utilidad percibida y la facilidad de uso influyen en la intención de uso y en la adopción real (Davis, 1989). Modelos posteriores, como UTAUT2, incorporan factores como expectativas de desempeño, esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras (Venkatesh et al., 2012). En consecuencia, una evaluación completa debe combinar métricas operativas (horas ahorradas) con indicadores de percepción del equipo, ya que una ganancia temporal podría ser insostenible si la herramienta es rechazada o genera sobrecarga cognitiva.

Este estudio interpreta la IA generativa como una capacidad habilitadora que puede fortalecer capacidades dinámicas organizacionales: la habilidad de percibir oportunidades, aprovecharlas mediante reconfiguración de recursos y adaptar rutinas para sostener desempeño superior en entornos cambiantes (Teece, 2007). En una agencia de eventos, la capacidad de reconfigurar rápidamente un concepto, reajustar un presupuesto o replantear la selección de proveedores frente a cambios del cliente se traduce en menor fricción, mayor velocidad y mejor calidad de respuesta.

### ***Marco conceptual: capacidades dinámicas y aceptación tecnológica***

En Colombia, la discusión sobre adopción de IA generativa en organizaciones se ha intensificado, y reportes de mercado apuntan a un interés creciente en la región. Aun así, persiste una brecha entre el entusiasmo por la herramienta y su integración efectiva en procesos operativos. En el sector eventos, han surgido iniciativas de “event tech” local,

pero la madurez de procesos y la disponibilidad de datos aún limitan una adopción sistemática (Bmotik, 2024). En este contexto, un enfoque pragmático consiste en introducir IA como apoyo en tareas de alto consumo de tiempo, medir su impacto con métricas claras y ajustar el proceso mediante aprendizaje organizacional.

### ***Estado del arte: aplicaciones de IA en la industria de eventos***

La investigación y la práctica profesional han propuesto múltiples aplicaciones de IA en la cadena de valor de eventos. En la etapa previa al evento, los algoritmos pueden apoyar el marketing y la comunicación mediante segmentación de audiencias y personalización de mensajes; por ejemplo, plataformas del sector han reportado mejoras en engagement cuando se aplican técnicas de segmentación asistidas por IA en campañas de email (Bizzabo, 2023). Asimismo, el análisis predictivo puede estimar asistencia y comportamiento de registro para ajustar logística y aforos; un caso ilustrativo es el uso de modelos de machine learning para predecir participación en eventos de sectores específicos, lo que permite optimizar recursos y reducir desperdicios (Bayne & Innala, 2024).

Durante el evento, se describen usos como chatbots para atención de asistentes, recomendadores para networking y sistemas de analítica en tiempo real para gestión de colas y movilidad. En el pos-evento, la IA puede automatizar reportes, análisis de satisfacción y generación de contenido de seguimiento. No obstante, parte importante de esta literatura se orienta a eventos masivos o conferencias con infraestructura digital robusta; en contraste, las agencias medianas que gestionan eventos recreativos corporativos enfrentan limitaciones de datos, heterogeneidad de requerimientos y alta dependencia de conocimiento tácito. En estos escenarios, la IA generativa es especialmente atractiva porque no requiere, en su versión básica, grandes volúmenes de datos estructurados para aportar valor: puede acelerar tareas de redacción, ideación y estructuración documental a partir de un brief relativamente corto.

A nivel regional, la adopción de IA generativa se encuentra en una fase temprana y desigual. Reportes periodísticos basados en análisis de plataformas de aprendizaje han señalado que países latinoamericanos muestran incrementos relevantes en interés y formación en IA generativa, aunque persisten brechas de implementación práctica en organizaciones (Albuquerque, 2025). Por ello, además de discutir potenciales beneficios, resulta necesario producir evidencia aplicada que pueda guiar decisiones de inversión en pequeñas y medianas empresas del sector.

En síntesis, aunque existe consenso en que la IA puede transformar la industria de eventos, la evidencia empírica sobre el impacto en productividad —medido de forma directa en horas de trabajo— es todavía limitada. Este artículo responde a esa brecha con un diseño cuasi-experimental centrado en el tiempo total de producción y en el desglose por fases, generando resultados accionables para gerentes de proyectos y directores de operaciones en servicios creativos.

Sin embargo, la adopción de IA en servicios intensivos en creatividad y coordinación presenta retos. Por un lado, existe el riesgo de producir contenido genérico que no capture el contexto del cliente; por otro, surgen preocupaciones de privacidad y uso de datos cuando se emplean sistemas externos para procesar información de participantes o detalles internos de la empresa. En la literatura se identifican preocupaciones sobre confianza, transparencia y protección de datos en eventos “aumentados” por IA (Adams, 2021). Además, experiencias de campo en trabajos de conocimiento sugieren que el impacto de IA no es uniforme: depende del tipo de tarea, del grado de estructuración, de la capacidad del usuario para formular instrucciones eficaces y de la necesidad de verificación posterior (Dell'Acqua et al., 2023).

La gestión de un evento corporativo recreativo puede analizarse como un proyecto de ciclo corto: inicia con un brief del cliente, sigue con conceptualización y diseño, pasa por construcción de propuesta y presupuesto, selección de proveedores, validación y cierre. Cada etapa contiene entregables concretos (conceptos, piezas visuales, cronogramas, propuestas económicas, contratos, planos de montaje) y decisiones que se retroalimentan. En este tipo de proyectos, el tiempo de respuesta y la iteración rápida son determinantes para ganar competitividad, especialmente cuando el cliente compara varias agencias. La IA generativa puede intervenir como “asistente” en tareas de ideación, redacción de propuestas, estructuración de presupuestos y evaluación comparativa de alternativas. En términos económicos, estas herramientas actúan como tecnologías de predicción y apoyo cognitivo que reducen el costo de producir y revisar información, alterando la frontera de productividad del trabajo de conocimiento (Agrawal et al., 2022).

La evidencia empírica específica en eventos está creciendo, pero aún es limitada en métricas operativas. Estudios recientes reportan mejoras de eficiencia en planificación y producción de contenidos con apoyo de IA generativa, siempre que se mantenga verificación humana para asegurar precisión y pertinencia (Keiper, 2023). Revisiones sistemáticas en gestión de eventos también señalan que la mayor parte de aplicaciones se concentra en personalización, analítica y automatización, y recomiendan más estudios cuantitativos con indicadores directos de productividad en entornos reales (Kumar & Ratten, 2025). En este marco, medir horas de producción por fase aporta evidencia accionable para agencias medianas.

### ***IA generativa y gestión de eventos como proyectos***

El problema central que motiva este artículo es la ausencia de evidencia empírica, en condiciones reales de operación, sobre cuánto puede reducirse el tiempo de producción de eventos recreativos corporativos al incorporar IA generativa como herramienta de apoyo en tareas clave del proceso. La pregunta no es únicamente tecnológica: para que la IA genere valor, debe integrarse en un flujo de trabajo con roles claros, criterios de calidad, control de versiones y mecanismos de verificación. En ese sentido, la investigación se plantea como un estudio aplicado que cuantifica el impacto temporal de una intervención concreta (uso de ChatGPT) en una empresa real, con un diseño cuasi-experimental apropiado cuando no es posible asignar aleatoriamente tratamientos en un entorno productivo (Shadish et al., 2002).

En paralelo, la aparición de modelos de lenguaje de gran escala y herramientas de inteligencia artificial (IA) generativa ha abierto oportunidades para automatizar y acelerar tareas cognitivas en múltiples industrias. Estudios recientes evidencian que estos sistemas pueden mejorar productividad en tareas de redacción, síntesis, atención al cliente y apoyo analítico, con variabilidad según el tipo de trabajo y la experiencia del usuario (Brynjolfsson et al., 2025; Eloundou et al., 2024). En el ámbito de eventos, la literatura muestra un creciente interés por IA aplicada a personalización, análisis predictivo, optimización de comunicaciones y soporte creativo, aunque predominan abordajes descriptivos y falta evidencia causal en contextos latinoamericanos (Abdul Halim et al., 2023).

La industria de eventos corporativos en Colombia ha recuperado dinamismo en los últimos años, pero su operación cotidiana continúa apoyándose en prácticas intensivas en trabajo manual: coordinación por correo y mensajería, elaboración de propuestas en documentos no estandarizados, presupuestos construidos desde cero y búsqueda de proveedores basada en experiencia previa. Estas rutinas, aunque funcionales, tienden a prolongar el ciclo de producción y a elevar el costo indirecto por horas hombre,

especialmente en agencias medianas donde una misma persona asume múltiples roles (diseño, logística, compras y atención al cliente). Diversas fuentes han resaltado la relevancia económica del sector y su necesidad de modernización mediante soluciones digitales, en un entorno en el que los clientes exigen respuestas más rápidas, propuestas personalizadas y trazabilidad en costos (Forbes Staff, 2024).

## Método

El estudio utilizó información operativa interna de la empresa y no recolectó datos personales de participantes del evento. Las interacciones con IA se limitaron a información necesaria para conceptualización y construcción de propuestas, evitando compartir datos sensibles. Se adoptaron prácticas de verificación humana de todo contenido generado por IA, reconociendo que la herramienta puede producir respuestas plausibles pero incorrectas, lo cual demanda controles de calidad y responsabilidad profesional (Dell'Acqua et al., 2023).

### ***Consideraciones éticas y de gobernanza***

El análisis se realizó a dos niveles. Primero, se estimó el ahorro absoluto y relativo por evento y el promedio del periodo. Segundo, se evaluó la diferencia promedio mediante un contraste t pareado con  $n=3$  pares ( $gl=2$ ). Se reportó el intervalo de confianza al 95% con distribución t y el tamaño de efecto mediante Cohen dz. Dada la baja potencia estadística con  $n$  pequeño, se complementó con un intervalo bootstrap percentil sobre las diferencias. También se calculó un contraste no paramétrico (Wilcoxon) como verificación conservadora, reconociendo su limitada capacidad con  $n=3$ . Finalmente, se desagregó el ahorro por fases y se calculó la contribución de cada fase al ahorro total promedio. Los datos de percepción se resumieron con medias y porcentaje de acuerdo (4-5).

### ***Análisis de datos***

El análisis se realizó en tres pasos. Primero, se estimó el ahorro absoluto y relativo por evento y el promedio del periodo, además del desglose por fases para identificar dónde se concentra el cambio. Segundo, se reportaron estimaciones complementarias (intervalo de confianza y tamaño de efecto) sobre las diferencias pareadas. Dado el tamaño muestral ( $n=3$  pares), cualquier inferencia estadística se interpreta como exploratoria; por ello, el énfasis se coloca en la consistencia direccional del cambio, la magnitud del efecto y la coherencia con la lógica del proceso. Tercero, se resumieron los datos de aceptación con medias y porcentajes de acuerdo (4-5) en escala Likert.

### ***Control de comparabilidad y calidad de medición***

La comparabilidad entre eventos es un desafío recurrente en estudios aplicados de gestión de proyectos, ya que cada cliente introduce variaciones en alcance, urgencia y número de iteraciones. Para mitigar esta amenaza, la selección de los tres casos buscó similitud en el tipo de servicio (eventos recreativos corporativos), en la estructura de entregables y en el flujo general de aprobación (brief → concepto → propuesta y presupuesto → validación). Asimismo, se mantuvo el mismo equipo núcleo de producción y se utilizó el mismo esquema de registro de horas antes y después de la intervención.

El registro de tiempos se realizó mediante bitácoras internas por evento, en las que cada responsable registró horas efectivas dedicadas a tareas del proyecto. Para fortalecer la consistencia del dato, los registros se contrastaron con evidencias operativas: versiones

de documentos (propuesta y presupuesto), marcas temporales de archivos y cronología de comunicaciones con cliente y proveedores. El objetivo no fue estimar productividad individual, sino capturar el esfuerzo agregado del equipo por fase, evitando incentivos a subregistro o sobre registro.

Respecto a la intervención, se definieron prácticas mínimas de uso de ChatGPT para evitar que el resultado dependiera de un uso esporádico o improvisado. Entre estas prácticas se incluyeron: (a) uso de prompts con estructura (contexto, rol, restricciones, formato de salida), (b) iteración breve para mejorar precisión (máximo de tres rondas por entregable), (c) validación humana obligatoria antes de enviar al cliente, y (d) registro de horas de interacción con IA como variable auxiliar. Estas prácticas buscan balancear velocidad y control de calidad, considerando que la IA puede producir textos persuasivos con errores si no se verifica.

Finalmente, se reconoce que un diseño antes-después puede estar expuesto a efectos de aprendizaje (maduración): el equipo mejora naturalmente con la práctica. No obstante, el periodo de observación fue acotado y el cambio operativo fue explícito (incorporación de IA generativa), por lo que la magnitud del ahorro y su concentración en fases específicas constituyen señales compatibles con un efecto de intervención más que con una mejora gradual. Aun así, futuras réplicas con mayor número de observaciones podrían modelar tendencias preexistentes con mayor precisión.

### ***Procedimiento***

Para evaluar aceptación y barreras, se aplicó una encuesta interna al equipo (n=10) con escala Likert de 1 a 5, construida a partir de dimensiones de utilidad percibida y facilidad de uso propuestas por el TAM y extendidas por UTAUT2 (Davis, 1989; Venkatesh et al., 2012). La encuesta incluyó ítems sobre facilidad, eficiencia, calidad percibida y disposición a continuar usando IA.

La variable dependiente fue el tiempo total de producción (en horas), definido como el número de horas transcurridas invertidas por el equipo desde la recepción del brief hasta la aprobación de la propuesta final. El tiempo se registró mediante bitácoras internas y trazabilidad de entregables. Además, el tiempo se desagregó en cinco fases del flujo real de trabajo: (1) Conceptualización, (2) Elaboración de propuesta, (3) Presupuestación, (4) Selección de proveedores y (5) Validación final. La variable independiente se operacionalizó como “uso de IA generativa” (sin IA vs. con IA) y, de forma complementaria, se registraron horas efectivas de interacción con ChatGPT por evento.

### ***Variables e instrumentos***

La intervención consistió en incorporar ChatGPT como herramienta de apoyo en tareas específicas: (a) conceptualización y generación de ideas temáticas y guiones de experiencia; (b) redacción y estructuración de la propuesta comercial; (c) apoyo a la presupuestación mediante estructuración de rubros, supuestos y verificación de coherencia; y (d) apoyo en la selección de proveedores a través de matrices comparativas, criterios y redacción de comunicaciones. El uso se guió por prompts estandarizados y por criterios de calidad internos (relevancia para el cliente, coherencia con la marca, viabilidad logística).

### ***Intervención: uso de IA generativa (ChatGPT)***

El estudio se realizó en una empresa del sector de eventos recreativos corporativos, agencia de eventos ubicada en Bogotá, Colombia, especializada en eventos recreativos corporativos. La unidad de análisis fue el proceso completo de producción de

un evento, desde la recepción del brief hasta la aprobación de la propuesta final por parte del cliente. Se seleccionaron tres eventos comparables producidos bajo un enfoque tradicional (sin IA) y luego producidos con apoyo de IA generativa durante el periodo junio-septiembre de 2025. Los eventos analizados fueron: Día del Padre, Quinquenios y Festival del Viento.

### ***Caso de estudio y unidad de análisis***

Se utilizó un diseño cuasi-experimental antes-después (caso único, fase pre y fase post) con lógica de interrupción: la interrupción corresponde a la adopción sistemática de ChatGPT como apoyo en tareas específicas del flujo de producción. La unidad de análisis fue el proceso completo de producción de un evento (del brief a la aprobación final). En total se observaron seis mediciones temporales agregadas (tres eventos en fase pre sin IA y tres eventos en fase post con IA), seleccionadas por comparabilidad de entregables, flujo de aprobación y equipo núcleo.

Dado el número limitado de observaciones, el diseño se asume como aplicado y exploratorio: permite estimar magnitud del cambio y localizar en qué fases se concentra el ahorro, pero no pretende una atribución causal fuerte equivalente a diseños con series largas o grupos control.

## **Resultados**

No obstante, se identificaron barreras organizacionales (PI-4) asociadas a resistencia inicial, necesidad de capacitación para formular prompts efectivos y preocupación por errores o contenido genérico. Asimismo, emergió la necesidad de políticas claras sobre qué información puede compartirse con sistemas externos y cómo documentar el proceso de verificación, en línea con preocupaciones de privacidad reportadas en estudios cualitativos del sector (Adams, 2021).

La encuesta interna (n=10) muestra una aceptación alta de la herramienta. La facilidad de uso obtuvo una media de 4.2 (DE=0.9) y la percepción de mejora en eficiencia 4.4 (DE=0.8). La afirmación "Continuaría usando herramientas de IA en proyectos futuros" obtuvo 4.8 (DE=0.6) y 90% de acuerdo (4-5). Estos resultados son coherentes con el TAM: la utilidad percibida y la facilidad de uso son altas, lo que favorece intención de uso (Davis, 1989).

Además de la eficiencia percibida, el equipo reportó mejoras en calidad del trabajo/propuesta (media 4.0; DE=0.7) y un alto nivel de comodidad al incorporar la herramienta (media 4.3; DE=0.8). Los porcentajes de acuerdo (respuestas 4-5) fueron 80% para eficiencia, calidad y comodidad. Estos resultados sugieren que, pese a la necesidad de verificación, la IA fue valorada como un apoyo que mejora la velocidad sin deteriorar la calidad percibida del entregable.

En cuanto a barreras, las principales se agrupan en tres categorías: (1) barreras de competencia (aprendizaje de prompting y criterios para evaluar salidas), (2) barreras de proceso (definir en qué puntos se usa IA y dónde se requiere aprobación humana), y (3) barreras de gobernanza (privacidad, manejo de información confidencial y registro de decisiones). Estas barreras son consistentes con experiencias del sector que señalan que la tecnología debe acompañarse de cambios organizacionales para materializar beneficios (Abdul Halim et al., 2023).

### ***Percepción del equipo y barreras emergentes***

Adicionalmente, se registró el tiempo efectivo de interacción con ChatGPT por evento (Tabla 1). En promedio, se utilizaron 14.7 h de IA por evento. Este registro permite interpretar la IA como un insumo productivo: se invierten horas en interacción (prompts, iteraciones y refinamiento) para obtener horas de ahorro en el proceso total. Si bien con  $n=3$  no se establece una relación funcional robusta, la métrica sugiere que el retorno temporal de la herramienta puede variar según la complejidad del evento y el grado de estructuración del brief. A nivel operativo, esto refuerza la necesidad de desarrollar competencias de prompting y plantillas reutilizables para aumentar la eficiencia marginal del uso de IA.

Al relacionar el ahorro con las horas de uso de IA se obtiene un indicador de productividad denominado IA-Leverage (horas ahorradas por cada hora de interacción con IA). En Día del Padre, el IA-Leverage fue 5.10; en Quinquenios, 5.00; y en Festival del Viento, 3.14. El promedio fue 4.41. La variación sugiere que, aunque la IA genera ahorros en todos los casos, eventos más complejos pueden requerir mayor tiempo de interacción para lograr salidas adecuadas, reduciendo el apalancamiento por hora de IA. En la práctica, esto refuerza que la IA no es “automática”: su rendimiento depende de la claridad del brief, de la calidad de los prompts y de la disponibilidad de insumos internos para contextualizar respuestas (listas de proveedores, tarifas, restricciones del venue).

### ***Indicadores derivados: intensidad de uso y productividad***

Un hallazgo relevante es que, en Validación final, el tiempo aumenta levemente (+1.3 h; -6.7% relativo). Este incremento sugiere un desplazamiento de esfuerzo hacia la revisión y ajuste final de insumos generados con IA (por ejemplo, verificación de supuestos de costos, adaptación del lenguaje a la cultura del cliente y control de coherencia narrativa). En términos de gestión, esto es consistente con la evidencia de campo sobre el “frente tecnológico irregular”, donde la IA puede acelerar ciertas tareas pero introduce necesidad de verificación y edición humana para asegurar calidad (Dell'Acqua et al., 2023).

Para responder directamente a las preguntas PI-1 a PI-3, el tiempo total se desagregó en cinco fases operativas. La Tabla 1 resume los promedios por fase para los tres eventos, así como el ahorro absoluto, el ahorro relativo y la contribución al ahorro total promedio (60 h). Los mayores ahorros se concentran en Conceptualización (23.3 h; 29.2% relativo) y en Elaboración de propuesta (20.0 h; 22.2%), que en conjunto explican aproximadamente el 72% del ahorro total. En Presupuestación se observa un ahorro medio (13.0 h; 15.6%), mientras que en Selección de proveedores el ahorro es menor (5.0 h; 12.5%).

**Tabla 1***Promedios por fase: horas sin IA vs. con IA, ahorro relativo y contribución al ahorro total*

Fase	Promedio sin IA (h)	Promedio con IA (h)	Ahorro (h)	Ahorro relativo (%)	Contribución al ahorro total (%)
Conceptualización	80.0	56.7	23.3	29.2%	38.9%
Elaboración de propuesta	90.0	70.0	20.0	22.2%	33.3%
Presupuestación	83.3	70.3	13.0	15.6%	21.7%
Selección de proveedores	40.0	35.0	5.0	12.5%	8.3%
Validación final	20.0	21.3	-1.3	-6.7%	-2.2%

*Nota.* Contribución calculada como (Ahorro fase / 60 h). Valores negativos indican aumento de tiempo con IA en esa fase. Elaboración propia.

### ***Desglose del ahorro por fases del proceso***

La Tabla 2 presenta estimaciones complementarias sobre la diferencia promedio (Sin IA - Con IA). El contraste t pareado y el tamaño de efecto se reportan como aproximaciones exploratorias dada la muestra (n=3 pares). En paralelo, la prueba exacta no paramétrica (Wilcoxon) no alcanza significancia (p=0.25), resultado esperable por baja potencia con n pequeño. En consecuencia, la interpretación se apoya principalmente en (i) la consistencia del ahorro en los tres eventos, (ii) la magnitud práctica del cambio (60 h promedio; 19.1%), (iii) el intervalo de confianza de la diferencia promedio y (iv) la concentración del ahorro en fases específicas del proceso.

**Tabla 2***Inferencia estadística de la reducción del tiempo total (n=3 eventos)*

Estadístico	Resultado
Diferencia promedio (Sin IA - Con IA)	60.0 h
IC 95% (t, df=2)	[37.6 h, 82.4 h]
t de Student (pareada)	t(2)=11.54; p=0.0074
Tamaño de efecto (Cohen dz)	dz=6.67 (muy grande)
Bootstrap IC 95% (percentil; n=3)	[51 h, 69 h]
Wilcoxon pareado (exacto; n=3)	W=0; p=0.25 (baja potencia con n pequeño)

*Nota.* El IC 95% se estimó con distribución t (gl=2). El bootstrap reporta el intervalo percentil sobre las diferencias (n=3).

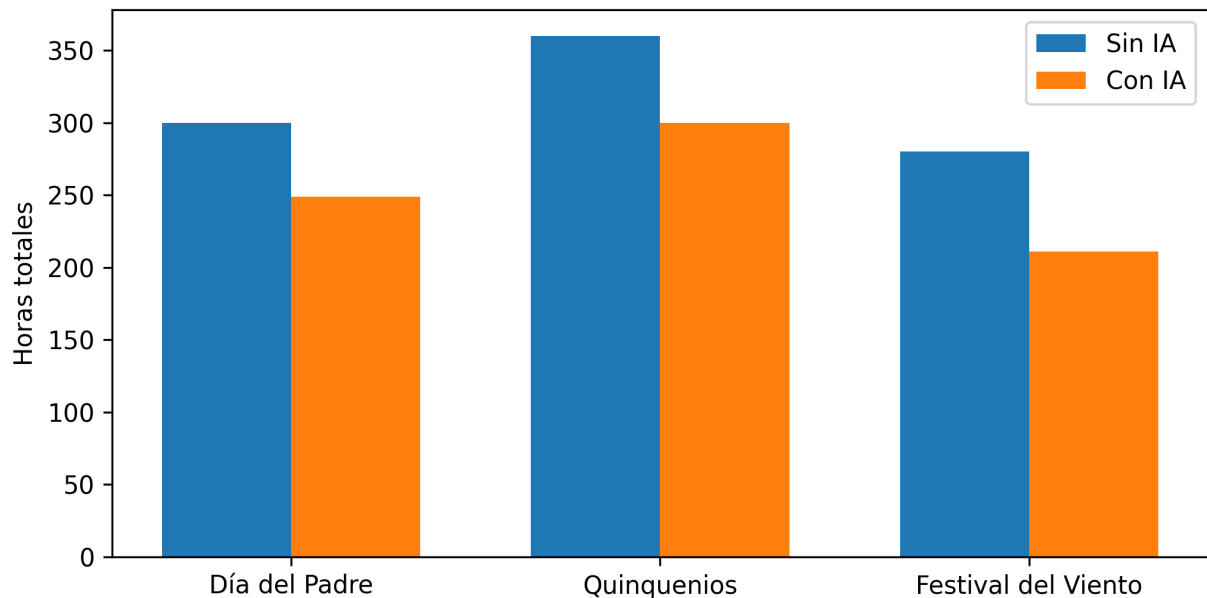
La Tabla 3 presenta los tiempos totales de producción en horas para los tres eventos analizados, comparando el enfoque tradicional (sin IA) y el enfoque con apoyo de IA generativa. En los tres casos se observa una reducción sustantiva del tiempo total: Día del Padre pasó de 300 h a 249 h (51 h menos), Quinquenios de 360 h a 300 h (60 h menos) y Festival del Viento de 280 h a 211 h (69 h menos). El ahorro promedio fue de 60 h, equivalente a una reducción relativa del 19.1% sobre el tiempo sin IA.

**Tabla 3**  
Tiempos totales de producción por evento (horas)

Evento	Tiempo sin IA (horas)	Tiempo con IA (horas)	Diferencia (horas)	Horas de uso de IA
Día del Padre	300 h	249 h	51 h ↓	10 h
Quinquenios	360 h	300 h	60 h ↓	12 h
Festival del Viento	280 h	211 h	69 h ↓	22 h
Promedio	313.3 h	253.3 h	60 h ↓	14.7 h

*Nota.* Diferencia expresada como (Sin IA - Con IA). Elaboración propia con base en registros internos de una empresa del sector de eventos recreativos corporativos (Bogotá, Colombia).

**Figura 1**  
Comparación de horas totales de producción sin IA vs. con IA



*Nota.* Barras más bajas indican reducción del tiempo total con apoyo de IA generativa.

## Discusión y conclusiones

En conclusión, la incorporación de IA generativa (ChatGPT) en el flujo de producción de eventos recreativos corporativos en Bogotá, Colombia, se asoció con una reducción promedio del 19.1% en el tiempo total de producción, concentrada principalmente en conceptualización y elaboración de propuesta. La evidencia sugiere que la IA puede ser una palanca de eficiencia para agencias medianas, siempre que se acompañe de capacitación, estandarización de prompts, gobernanza y verificación de calidad. Para investigación futura se recomienda: (a) ampliar el número de eventos y organizaciones para evaluar replicabilidad; (b) incorporar métricas de costo y calidad (no solo tiempo); (c) comparar diferentes herramientas y modos de uso (asistido, automatizado, con plantillas); y (d) evaluar impactos en satisfacción del cliente y en desempeño comercial a mediano plazo. En un entorno donde la IA generativa está transformando el trabajo de conocimiento, generar evidencia aplicada en contextos

latinoamericanos resulta clave para orientar una adopción responsable y efectiva (Brynjolfsson et al., 2025; Eloundou et al., 2024).

### ***Conclusiones y líneas futuras***

El estudio presenta limitaciones relevantes. La principal es el tamaño muestral reducido (tres eventos), lo que limita potencia estadística y generalización. Sin embargo, la consistencia direccional en los tres casos, el tamaño de efecto muy grande y el intervalo de confianza aportan evidencia pragmática útil para decisiones internas. En segundo lugar, se trata de un solo caso organizacional; agencias con procesos más maduros o con distinta tipología de eventos podrían experimentar impactos diferentes. En tercer lugar, aunque se buscó comparabilidad, cada evento tiene particularidades que pueden influir en tiempo; por ello, la interpretación se centra en el efecto combinado con controles razonables, no en causalidad perfecta.

### ***Limitaciones***

Un aspecto crítico es la gobernanza de datos. Aunque este estudio evitó el uso de datos personales de asistentes, en la práctica muchas agencias manejan bases de participantes y detalles sensibles del cliente. Por ello, las políticas de privacidad y el manejo responsable de información deben acompañar la adopción, considerando preocupaciones reportadas en el sector (Adams, 2021). Adicionalmente, la organización debe definir criterios de uso: qué tareas se delegan a IA, qué tareas requieren validación obligatoria, y cómo documentar decisiones y fuentes.

### ***Recomendaciones de implementación para agencias medianas***

A partir de los resultados y de la experiencia operativa del caso, se proponen cinco recomendaciones para implementar IA generativa en agencias medianas de eventos corporativos. Primero, definir casos de uso priorizados por consumo de tiempo y frecuencia. En este estudio, la mayor ganancia provino de conceptualización y propuesta; por tanto, esas áreas deberían ser el punto de entrada. La recomendación es mapear el proceso “as-is”, estimar horas por fase y seleccionar tareas repetitivas o parcialmente estructurables (por ejemplo, redacción de secciones estándar, matrices de opciones, borradores de cronogramas).

Segundo, construir una biblioteca de prompts y plantillas por tipo de evento e industria del cliente. La evidencia sugiere que la calidad de los resultados depende de la precisión del contexto entregado a la IA. Estandarizar prompts reduce la variabilidad entre usuarios, acelera la curva de aprendizaje y permite replicar mejores prácticas. En eventos, la estandarización puede incluir plantillas de storytelling, guiones de experiencia, listas de deliverables y formatos de propuesta, alineados con recomendaciones prácticas sobre cómo la IA generativa puede apoyar la organización de eventos (Estanyol, 2024).

Tercero, fortalecer la “base de conocimiento” interna. Aunque la IA puede producir estructuras útiles sin datos, su precisión aumenta cuando se alimenta con información propia: tarifarios, históricos de costos, catálogos de proveedores, restricciones de venues y políticas del cliente. Esta recomendación conecta con la economía de la IA como tecnología de predicción: el valor surge cuando se reduce el costo de producir decisiones informadas, pero requiere insumos y supuestos calibrados (Agrawal et al., 2022). En la práctica, esto implica tener repositorios ordenados y accesibles, además de protocolos para actualizar información crítica.

Cuarto, instaurar compuertas de calidad (quality gates) y trazabilidad. El leve incremento de tiempo en Validación final refleja la necesidad de revisar outputs. En lugar de percibirlo como pérdida, puede interpretarse como inversión en control de riesgos

(errores en presupuesto, incoherencias con el brief, promesas inviables). Se recomienda definir checklists por entregable (propuesta, presupuesto, selección de proveedores) y registrar qué partes fueron asistidas por IA y cómo se verificaron. Este enfoque ayuda a evitar dependencia acrítica y a mejorar aprendizaje organizacional.

Quinto, gestionar el cambio y la capacitación. La encuesta mostró alta aceptación, pero también barreras de competencia y gobernanza. Para sostener beneficios, es necesario capacitar al equipo en formulación de prompts, evaluación crítica de respuestas y adaptación al tono del cliente. Desde el enfoque de aceptación tecnológica, reforzar utilidad percibida y reducir esfuerzo percibido aumenta la intención de uso y la adopción real (Davis, 1989; Venkatesh et al., 2012). Adicionalmente, el liderazgo debe promover un uso responsable: la IA como complemento del talento humano, no como sustituto de criterio profesional, en línea con la discusión sobre cómo las tecnologías digitales amplifican capacidades cuando se rediseñan procesos y se desarrollan nuevas habilidades (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

En conjunto, estas recomendaciones permiten convertir la IA generativa en una palanca operativa sostenible: no solo acelerar tareas, sino institucionalizar un modo de trabajo más rápido, consistente y verificable. Para organizaciones que compiten por velocidad de respuesta, esta capacidad puede traducirse en ventaja comercial (más propuestas atendidas, mayor tasa de conversión) y en liberación de tiempo para diseñar experiencias de mayor impacto.

El desglose por fases indica un mapa claro de priorización. Primero, integrar IA en conceptualización y propuesta ofrece el mayor retorno temporal. Aquí, prácticas como plantillas de prompts por tipo de cliente, generadores de storytelling por industria, y checklists de coherencia pueden estandarizar calidad y acelerar iteración. Segundo, en presupuestación, la IA aporta al estructurar rubros y verificar coherencia, pero requiere acceso a datos internos (tarifas, históricos) para maximizar precisión. Tercero, en selección de proveedores, el beneficio es menor, probablemente porque existen restricciones externas (tiempos de respuesta de proveedores, negociación humana) que la IA no puede eliminar.

### ***Implicaciones operativas: dónde integrar IA y cómo gobernarla***

Asimismo, el hallazgo de alta intención de continuidad sugiere que la adopción es viable cuando los usuarios perciben utilidad y bajo esfuerzo. En línea con TAM y UTAUT2, la estrategia de adopción debería reforzar condiciones facilitadoras: capacitación, estándares de prompts, bibliotecas de ejemplos, y soporte de liderazgo para reducir ansiedad y resistencia (Davis, 1989; Venkatesh et al., 2012). En organizaciones donde la rotación es alta o la curva de aprendizaje es pronunciada, estas condiciones pueden ser determinantes para sostener los beneficios observados.

Desde la perspectiva de capacidades dinámicas, la IA generativa puede interpretarse como un recurso complementario que habilita reconfiguración más rápida de rutinas: acelera la creación de propuestas, facilita exploración de alternativas y soporta decisiones bajo presión de tiempo. Al reducir el ciclo de producción, la empresa puede responder a más oportunidades comerciales o dedicar más tiempo a actividades de alto valor (relación con el cliente, diseño experiencial, negociación estratégica). Esto se alinea con la idea de que el rendimiento sostenible proviene de microfundamentos organizacionales que permiten sentir y aprovechar oportunidades en entornos cambiantes (Teece, 2007).

### **Implicaciones para capacidades dinámicas y ventaja competitiva**

El incremento leve en Validación final aporta una lección importante: la IA no elimina la responsabilidad profesional ni el control de calidad. La agencia debe invertir tiempo en verificar y adaptar la salida de la herramienta al contexto específico, lo que coincide con hallazgos de campo sobre la necesidad de “calibrar” la IA y gestionar sus limitaciones (Dell'Acqua et al., 2023). En términos prácticos, una implementación madura debería incorporar listas de verificación, revisión por pares y control de versiones para capturar el beneficio neto sin comprometer calidad.

Estos resultados son coherentes con la literatura sobre IA generativa y productividad en trabajo de conocimiento. Investigaciones en contextos corporativos encuentran que la IA puede acelerar tareas de redacción y análisis, y que el beneficio suele ser mayor cuando el trabajo es parcialmente estructurable y cuando se combinan capacidades humanas con apoyo de IA (Brynjolfsson et al., 2025). De forma complementaria, la evidencia sobre impactos potenciales en el mercado laboral sugiere que los modelos de lenguaje tienen alta exposición en tareas administrativas y de soporte, que son precisamente componentes relevantes en la producción de eventos (Eloundou et al., 2024).

El principal aporte empírico del estudio es la evidencia de una reducción promedio del 19.1% (60 h) en el tiempo total de producción de eventos recreativos corporativos en Bogotá, Colombia, tras introducir IA generativa como apoyo sistemático. El patrón de ahorro por fases sugiere que la IA agrega mayor valor en actividades de alta carga cognitiva y de iteración rápida: conceptualización y elaboración de propuesta. En estas etapas, la herramienta funciona como un acelerador de generación de alternativas, estructuración de textos y síntesis de ideas, lo que reduce el tiempo de producir una primera versión y facilita iteraciones con el cliente.

## **Agradecimientos**

Se agradece a la empresa del sector de eventos recreativos corporativos (Valorabien S.A.S.) por facilitar el acceso a registros operativos y por la disposición del equipo para documentar tiempos y participar en la encuesta interna.

## **Referencias**

- Abdul Halim, A. H., Zamzuri, N. H., & Ghazali, A. R. (2023). The transformative role of artificial intelligence in the event management industry. *Journal of International Business, Economics and Entrepreneurship*, 8(2), 98–106. <https://doi.org/10.24191/jibe.v8i2.24045>
- Adams, K. (2021). Privacy concerns in AI-enhanced events: A qualitative study of participant sentiments. *Journal of Data Privacy*, 14(2), 99–115.
- Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2022). *Prediction machines: The simple economics of artificial intelligence* (Updated and expanded ed.). Harvard Business Review Press.
- Albuquerque, A. (2025, julio 12). Chile lidera en adopción de IA generativa en Latinoamérica, según Coursera. La Tercera. <https://www.latercera.com/tendencias/noticia/chile-lidera-en-adopcion-de-ia-generativa-en-latinoamerica-segun-coursera/>
- Asociación Colombiana de Congresos y Convenciones. (2021). Cifras del sector eventos (contracción 2020-2021) [Como se citó en Forbes Staff, 2024]. En Forbes Staff. (2024, 10 de julio). Sector de eventos aporta US\$3.400 millones a la economía del

- país, según datos del Dane. *Forbes Colombia*. <https://forbes.co/2024/07/10/actualidad/sector-de-eventos-aporta-us3-400-millones-a-la-economia-del-pais-segun-datos-del-dane>
- Bayne, A., & Innala, J. (2024). *Predicting attendance at events within the life-science sector using machine learning*. KTH Royal Institute of Technology Bachelor Thesis. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1884568/FULLTEXT01.pdf>
- Bizzabo. (2023). Optimizing email engagement with AI segmentation. *Bizzabo Blog*. <https://www.bizzabo.com/blog/ai-audience-segmentation>
- Bmotik. (2024, 11 de noviembre). Bmotik: la primera startup de Event Tech corporativo en Shark Tank Colombia. *Bmotik Blog*. <https://bmotik.com/bmotik-la-primer-startup-de-event-tech-corporativo-en-shark-tank-colombia/>
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W.W. Norton & Co.
- Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. (2025). *Generative AI at work*. *Quarterly Journal of Economics*, 140(2), 889–942. <https://doi.org/10.1093/qje/qjae044>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Dell'Acqua, F., McFowland III, E., Mollick, E. R., Lifshitz-Assaf, H., Kellogg, K. C., & Rajendran, S. (2023). *Navigating the jagged technological frontier: Field experimental evidence of the effects of AI on knowledge work (HBS Working Paper No. 24-013)*. Harvard Business School. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4573321>
- Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2024). GPTs are GPTs: Labor market impact potential of LLMs. *Science*, 384(6702), 1306–1308. <https://doi.org/10.1126/science.adj0998>
- Estanyol, E. (2024, julio). ¿Cómo puede ayudar la IA generativa en la organización de eventos? (I). *Revista COMeIN*, (145). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9701954>
- Keiper, M. C. (2023). ChatGPT in practice: Increasing event planning efficiency through artificial intelligence. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 33, 100454. <https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2023.100454>
- Kumar, D., & Ratten, V. (2025). *Artificial intelligence in event management: A systematic literature review*. *Event Management*. Advance online publication. <https://doi.org/10.3727/152599525X17483017436968>
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin. <https://doi.org/10.1198/jasa.2005.s22>
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319–1350. <https://doi.org/10.1002/smj.640>
- Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 157–178. <https://doi.org/10.2307/41410412>

**DISEÑO HIDRÁULICO DE UNA RED DE SUMINISTRO DE AGUA EN  
CIRCUITO EN UNA ZONA URBANA CRÍTICA MEDIANTE LA ECUACIÓN  
DE HAZEN-WILLIAMS**  
**DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE UMA REDE MALHADA DE ABASTECIMENTO  
DE ÁGUA EM ÁREA URBANA CRÍTICA UTILIZANDO A EQUAÇÃO DE HAZEN-  
WILLIAMS**  
**HYDRAULIC DESIGN OF A LOOPED WATER SUPPLY NETWORK IN A CRITICAL  
URBAN AREA USING THE HAZEN-WILLIAMS EQUATION**

**Suka Lau Komba Augusto**

Universidad Jean Piaget de Angola, Angola

[[sukalaukombaaugusto@gmail.com](mailto:sukalaukombaaugusto@gmail.com)] [<https://orcid.org/0009-0007-0292-2702>]

**José Paulo Kai**

Universidad Agostinho Neto (FEUAN) / Universidad Jean Piaget de Angola, Angola

[[josepkai@gmail.com](mailto:josepkai@gmail.com)] [<https://orcid.org/0009-0006-3255-9900>]

**Pedro Gelson Morais**

Universidad Jean Piaget de Angola, Kapalanga / Centro de Investigación y Desarrollo de Sonangol, Angola

[[pedrogelson@live.com.pt](mailto:pedrogelson@live.com.pt)] [<https://orcid.org/0009-0006-3255-9900>]

---

**Información del manuscrito:**

**Recibido/Received:** 31/12/2025

**Revisado/Reviewed:** 23/03/2026

**Aceptado/Accepted:** 18/03/2026

---

**RESUMEN**

**Palabras clave:**

distribución de agua,  
dimensionamiento del sistema,  
hardy-cross, red en bucle, pérdida  
de carga, análisis de sensibilidad.

Esta investigación tuvo como objetivo el diseño hidráulico de una red de distribución de agua en bucle a gran escala, utilizando el Bairro 11 de Novembro (Luanda) como caso de estudio, un área crítica que enfrenta graves deficiencias en su sistema existente. La metodología integró la determinación de la demanda de agua a través de la evaluación de las necesidades aparentes basadas en el consumo de agua per cápita en Luanda, entrevistas y consultas técnicas con análisis hidráulico utilizando el método de Hardy-Cross y la ecuación de Hazen-Williams ( $C=140$ ), aplicando correcciones iterativas ( $\Delta Q$ ) hasta lograr el equilibrio del bucle ( $\epsilon \leq 0,01$  m). El análisis de sensibilidad OAT identificó el coeficiente de rugosidad ( $C$ ) como el parámetro más crítico para la pérdida de carga ( $S \approx 2,6$ ), mientras que los coeficientes de demanda ( $K_1, K_2$ ) impactan directamente los caudales ( $S \approx 1$ ). La red diseñada presenta caudales que oscilan entre 125,41 L/s y 5,90 L/s, con diámetros de 350 mm a 80 mm y velocidades entre 0,6 y 2,9 m/s. Se logró el equilibrio hidráulico con un promedio de 3,7 iteraciones por bucle y  $\Sigma\Delta H=0$  m. El análisis de sensibilidad identificó el coeficiente de rugosidad ( $C$ ) como el parámetro más crítico para las pérdidas de carga ( $S \approx 2,6$ ). La solución propuesta es técnicamente viable y replicable, lo que representa una contribución significativa a la ingeniería de saneamiento en contextos de rápido crecimiento urbano, aunque los resultados

---

dependen de las estimaciones de demanda y del coeficiente C, que requieren calibración futura.

---

#### **RESUMO**

**Palavras chave:**

distribuição de água, dimensionamento do sistema, hardy-croos, rede malhada, perda de carga.

Esta pesquisa objetivou o dimensionamento hidráulico de uma rede malhada de grande porte para abastecimento de água, tomando como caso de estudo o Bairro 11 de Novembro (Luanda), uma localidade crítica onde se enfrentam severas deficiências no sistema existente. A metodologia integrou a determinação da demanda hídrica via deção necessidades aparentes pelo consumo de água per capita em Luanda, entrevistas e consultas técnicas com a análise hidráulica pelo método de Hardy-Cross utilizando a equação de Hazen-Williams ( $C=140$ ), aplicando correções iterativas ( $\Delta Q$ ) até o equilíbrio das malhas ( $\epsilon \leq 0,01$  m). A análise de sensibilidade OAT identificou o coeficiente de rugosidade ( $C$ ) como parâmetro mais crítico para perdas de carga ( $S \approx 2,6$ ), enquanto os coeficientes de demanda ( $K_1, K_2$ ) impactam diretamente as vazões ( $S \approx 1$ ). A rede dimensionada apresenta vazões entre 125,41 L/s e 5,90 L/s, com diâmetros de 350 mm a 80 mm, velocidades entre 0,6 e 2,9 m/s. O equilíbrio hidráulico foi alcançado com uma média de 3,7 iterações por anel e  $\Sigma\Delta H=0$  m. A análise de sensibilidade identificou o coeficiente de rugosidade ( $C$ ) como o parâmetro mais crítico para as perdas de carga ( $S \approx 2,6$ ). A solução proposta é tecnicamente viável e replicável, constituindo uma contribuição significativa para a engenharia de saneamento em contextos de rápido crescimento urbano, embora os resultados dependam de estimativas de demanda e do coeficiente C, que requerem calibração futura.

---

#### **ABSTRACT**

**Keywords:** water distribution, system sizing, hardy-cross, meshed network, head loss.

This research aimed at the hydraulic design of a large-scale looped water distribution network, using the Bairro 11 de Novembro (Luanda) as a case study a critical area facing severe deficiencies in its existing system. The methodology integrated water demand determination via assessing apparent needs based on per capita water consumption in Luanda, interviews, and technical consultations with hydraulic analysis using the Hardy-Cross method and the Hazen-Williams equation ( $C=140$ ), applying iterative corrections ( $\Delta Q$ ) until loop balance was achieved ( $\epsilon \leq 0.01$  m). The OAT sensitivity analysis identified the roughness coefficient ( $C$ ) as the most critical parameter for head loss ( $S \approx 2.6$ ), while demand coefficients ( $K_1, K_2$ ) directly impact flow rates ( $S \approx 1$ ). The designed network features flow rates ranging from 125.41 L/s to 5.90 L/s, with diameters from 350 mm to 80 mm, and velocities between 0.6 and 2.9 m/s. Hydraulic balance was achieved with an average of 3.7 iterations per loop and  $\Sigma\Delta H=0$  m. The sensitivity analysis identified the roughness coefficient ( $C$ ) as the most critical parameter for head losses ( $S \approx 2.6$ ). The proposed solution is technically viable and replicable, representing a significant contribution to sanitation engineering in contexts of rapid urban growth, although the results depend on demand estimates and the C coefficient, which require future calibration.

---

## Introducción

El sistema de abastecimiento resulta bastante complejo, y no solo en lo que respecta al mantenimiento y al funcionamiento. Por lo general, se trata de la parte más costosa del proyecto global de abastecimiento de agua, por lo que requiere una atención especial en lo que respecta al consumo *per cápita*, los parámetros del sistema, las hipótesis de cálculo adoptadas y las metodologías, con el fin de lograr un proyecto eficiente.

Luanda registra un crecimiento demográfico, agravado por el éxodo rural. Según EPAL-EP (2021), esta situación hace que el problema del suministro de agua a la población sea crítico. En el barrio 11 de Noviembre, del distrito urbano de Kima Kieza, en el municipio de Cazenga, el sistema de distribución y suministro de agua potable no es suficiente para abastecer a toda la población y a las instalaciones, debido al crecimiento de las infraestructuras y al aumento de la población. Dado que se trata de un barrio problemático, se ha prestado especial atención a su inclusión en esta investigación como caso de estudio, con el fin de encontrar una solución para la nueva red de distribución y suministro de agua en esa población, que se ha visto perjudicada por las deficiencias del sistema.

Ante esta situación, el objetivo general del estudio era proponer una nueva red de distribución y abastecimiento de agua, de tipo mallado. En concreto, se ha tratado de: (1) Aplicar una metodología sistematizada para el dimensionamiento hidráulico de una red de gran envergadura en el barrio 11 de Noviembre, distrito de Kima Kieza, Luanda; (2) Elaborar un proyecto ejecutivo completo y técnicamente viable para dicha red, definiendo una jerarquía de diámetros, garantizando caudales equilibrados y asegurando la capacidad para responder a las demandas de punta; (3) Realizar un análisis de sensibilidad del sistema proyectado, identificando los parámetros críticos para su sostenibilidad a largo plazo; y (4) Demostrar la eficacia y la estabilidad del uso conjunto de la ecuación de Hazen-Williams y del método de Hardy-Cross como herramienta para el dimensionamiento de redes de distribución de agua de gran envergadura.

La determinación de los consumos y los caudales de los sistemas de distribución de agua es una etapa fundamental para el correcto dimensionamiento de estas infraestructuras. Los caudales de diseño deben tener en cuenta los diferentes tipos de consumo —doméstico, comercial, institucional, industrial y público—, además de prever las necesidades para la extinción de incendios y compensar las pérdidas de carga continuas ( $h_f$ ) y las posibles fugas. Las fórmulas para el cálculo de las pérdidas de carga continuas ( $h_f$ ) establecen relaciones entre las siguientes seis variables hidráulicas principales: longitud de la tubería (L), presión (P), diámetro (D), caudal (Q), pérdida de carga ( $h_f$ ) y rugosidad interna ( $\epsilon$ ) (Nogueira y Justino, 2013).

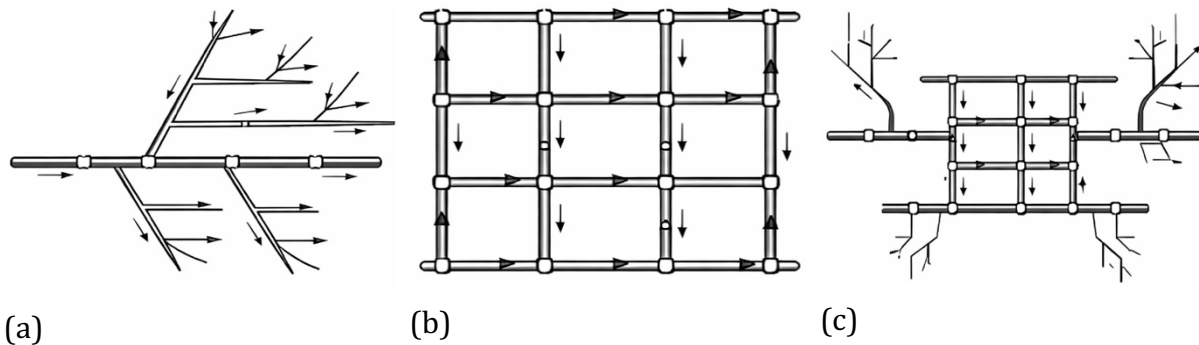
A pesar de la existencia de normas y metodologías consolidadas para el dimensionamiento de redes de abastecimiento, se observa una falta de estudios aplicados al contexto angoleño que integren, de forma sistemática, la determinación de la demanda local, el dimensionamiento hidráulico mediante métodos clásicos y el análisis de sensibilidad de los parámetros críticos. Esta carencia se nota especialmente en los barrios periféricos de Luanda, como el 11 de Noviembre, donde el rápido crecimiento urbano no ha ido acompañado de proyectos de ingeniería que garanticen la sostenibilidad y la resiliencia del sistema a largo plazo.

### Redes de distribución de agua

Las redes de distribución de agua son un conjunto de depósitos que distribuyen el agua hasta los puntos de consumo (conexiones domésticas). Existen tres tipos de redes de distribución, tal y como se muestra en la siguiente figura:

Figura 1

(a) Red ramificada, (b) Red en malla y (c) Red mixta



Nota. Adaptado de Rossman (2000), Mays (2011), AWWA (2012) y Walski et al. (2003)

La red ramificada se caracteriza por una estructura jerárquica en forma de árbol, en la que el suministro de agua se realiza a partir de una tubería principal, que se divide progresivamente en tuberías secundarias y terciarias hasta llegar a los puntos de consumo. Este tipo de red se caracteriza por la sencillez de su diseño y por un menor coste de implantación, por lo que se utiliza con frecuencia en pequeñas comunidades o zonas periféricas. Sin embargo, presenta una baja redundancia hidráulica, lo que puede provocar interrupciones en el suministro en caso de averías o trabajos de mantenimiento (Walski et al., 2003; AWWA, 2012).

La red en malla está formada por tuberías principales interconectadas que forman anillos o mallas cerradas, lo que permite que el agua llegue a cualquier punto del sistema por múltiples vías. Esta configuración ofrece una mayor fiabilidad operativa, una mejor distribución de las presiones y una mayor flexibilidad en situaciones de mantenimiento o emergencia. A pesar de que su construcción resulta más costosa, su uso está muy extendido en zonas urbanas de densidad de población media y alta (Rossman, 2000; Mays, 2011).

La red mixta es el resultado de la combinación de la red ramificada y la red en malla, y es la solución más habitual en los sistemas reales de abastecimiento de agua. Por lo general, las zonas centrales y más críticas del sistema utilizan redes en malla, mientras que las regiones periféricas se abastecen a través de ramificaciones. Este tipo de red busca un equilibrio entre el coste, la fiabilidad y la eficiencia hidráulica (AWWA, 2012; Walski et al., 2003).

### Método de Hardy-Cross

La red mixta es el resultado de la combinación de la red ramificada y la red en malla, y es la solución más habitual en los sistemas reales de abastecimiento de agua. Por lo general, las zonas centrales y más críticas del sistema utilizan redes en malla, mientras que las regiones periféricas se abastecen a través de ramificaciones. Este tipo de red busca

un equilibrio entre el coste, la fiabilidad y la eficiencia hidráulica (AWWA, 2012; Walski et al., 2003).

Se trata de un método interactivo para equilibrar los caudales en redes en malla, basado en la ley de conservación de la masa (nudos) y la ley de conservación de la energía (mallas).

La pérdida de carga continua en cada tramo se calcula mediante una fórmula del tipo:

$$\Delta H \text{ ou } h_f = k \cdot Q^n \quad (1)$$

donde:

- Para Darcy-Weisbach:  $n \approx 2$  (pero  $f$  depende de  $Re$  y de la rugosidad, y puede variar con  $Q$ )
- Para Hazen-Williams:  $n = 1,852$  e  $k$  depende de  $C$  (coeficiente de rugosidad).

El análisis del equilibrio hidráulico de los sistemas de redes de distribución de agua se basa en las dos leyes fundamentales de la mecánica de fluidos —la de la continuidad y la de la conservación de la energía— y, además, en una relación entre el caudal (o velocidad) y la pérdida de carga (o variación de presión) (Munson et al., 2020), establecida mediante las ecuaciones de Darcy-Weisbach (fórmula universal de la pérdida de carga) o de Hazen-Williams.

### ***Ecuación de Hazen-Williams***

La elección de la fórmula de Hazen-Williams para el dimensionamiento de redes de gran envergadura va más allá de la mera eficiencia numérica, ya que influye directamente en la fiabilidad operativa y la sostenibilidad del sistema. La rapidez de convergencia del método permite analizar más escenarios de demanda y escasez, optimizando los diámetros y definiendo configuraciones de red más robustas y resilientes (Tsutiya, 2006). Esta mayor agilidad en el cálculo permite analizar alternativas que garanticen unas presiones mínimas adecuadas en todos los puntos de la red, incluso en períodos de máxima demanda o en situaciones de crecimiento demográfico, asegurando así un suministro equitativo de agua, un factor socioambiental fundamental (Heller y Pádua, 2006). Desde el punto de vista medioambiental, la selección cuidadosa de coeficientes  $C$  realistas, junto con un dimensionamiento hidráulico preciso, contribuye a reducir las pérdidas por fugas y a minimizar la energía necesaria para el bombeo, lo que fomenta la eficiencia energética y la conservación de los recursos hídricos (Carrijo, 2012). Por lo tanto, la elección metodológica se refleja no solo en el diseño de la red, sino también en su capacidad para servir a la sociedad de forma justa y respetuosa con el medio ambiente.

La elección entre las ecuaciones de Hazen-Williams y Darcy-Weisbach determina la dinámica y la eficiencia del proceso iterativo de equilibrio hidráulico.

A pesar de sus ventajas prácticas, la aplicación de la ecuación de Hazen-Williams presenta algunas limitaciones que deben explicarse con claridad. Se reconoce su validez para el flujo de agua a temperaturas habituales (alrededor de 20 °C) en régimen turbulento rugoso, lo cual es típico en las redes de distribución. Sin embargo, en situaciones en las que los diámetros son muy pequeños, las velocidades son reducidas (regímenes laminar o de transición) o los fluidos presentan una viscosidad significativamente diferente, la ecuación de Darcy-Weisbach, al ser teóricamente más amplia, sería la opción más adecuada (Giles, 2004). Además, el coeficiente de rugosidad "C" no es constante a lo largo de la vida útil de la tubería, sino que disminuye con el

envejecimiento, las incrustaciones y la corrosión, un aspecto crítico que el presente análisis de sensibilidad ha tratado de evaluar (Mays, 2000).

Mientras que la fórmula universal de Darcy-Weisbach presenta una relación en la que el exponente  $n$  es aproximadamente 2, pero el coeficiente  $f$  varía implícitamente con el número de Reynolds y la rugosidad, la ecuación de Hazen-Williams destaca por su simplicidad estructural, con un exponente fijo  $n = 1.852$  y un coeficiente  $k$  que depende únicamente del coeficiente de rugosidad  $C$  del material (Azevedo Netto y Álvarez, 2004).

$$\Delta H = \frac{1}{(0,2785C)^{1,85}} \times \frac{L}{D^{4,87}} \times Q^{1,85} \quad (2)$$

Esta característica hace que la relación entre caudal y pérdida de carga sea explícita y directa, lo que simplifica considerablemente los cálculos dentro del algoritmo iterativo de Hardy-Cross (Tsutiya, 2006).

En el caso de las redes de distribución de agua potable, la elección de la fórmula de Hazen-Williams está ampliamente justificada por una serie de ventajas prácticas decisivas. En primer lugar, su simplicidad computacional agiliza el proceso: con un exponente  $n$  constante, el cálculo de la corrección del caudal por malla ( $\Delta Q$ ) resulta más estable y directo, sin necesidad de reevaluar un factor de fricción  $f$  variable en cada iteración (Porto, 2004). En consecuencia, se observa una mayor velocidad de convergencia, con un menor número de ciclos necesarios para alcanzar el equilibrio. Esta eficiencia se complementa con su facilidad de implementación en herramientas informáticas habituales, como las hojas de cálculo. Además, los manuales de referencia como los de Azevedo Netto y Tsutiya, que proporcionan tablas normalizadas del coeficiente  $C$ , garantizan la compatibilidad y la fiabilidad de los proyectos (Tsutiya, 2006). Por último, la adaptación al régimen de flujo típico en redes de abastecimiento con flujo turbulento rugoso justifica el uso de esta fórmula empírica, calibrada originalmente para estas condiciones.

### ***Limitación de la ecuación de Hazen-Williams***

A pesar de estos aspectos, la aplicación de la ecuación de Darcy-Weisbach sigue siendo fundamental en situaciones concretas en las que el rigor físico y la precisión general son imprescindibles. Esta fórmula universal debe tenerse en cuenta cuando el sistema funciona con fluidos cuya viscosidad difiere significativamente de la del agua a 20 °C, como en casos de temperaturas extremas u otros líquidos (Giles, 2004). También resulta necesaria en regímenes de flujo no turbulentos, como en conductos con diámetros muy reducidos o velocidades muy bajas, donde pueden darse regímenes laminares o de transición, fuera del ámbito de validez de la ecuación de Hazen-Williams. Por último, cuando se conoce con gran precisión la rugosidad absoluta ( $\epsilon$ ) del material y el diseñador busca la máxima rigurosidad física en el modelado, la fórmula de Darcy-Weisbach, basada en la mecánica de fluidos, ofrece una representación más completa y precisa de la física del flujo en cualquier condición (Azevedo Netto y Álvarez, 2004).

La evolución del dimensionamiento de las redes de abastecimiento parte de métodos clásicos, como el de Hardy-Cross, e incorpora enfoques contemporáneos basados en la optimización y la calibración avanzada. Johns, Keedwell y Savić (2014) aportaron el algoritmo genético ALCO-GA, que aumenta la eficiencia en la búsqueda de soluciones viables en redes complejas. Cui y Kuczera (2025) ampliaron esta perspectiva al aplicar algoritmos genéticos a la optimización de reglas operativas, con el objetivo de minimizar los costes anuales en sistemas sujetos a incertidumbres.

En el ámbito de la calibración, Rai y Lingayat (2021) validaron el uso de EPANET al comparar sus resultados con soluciones analíticas obtenidas mediante el método de Hardy-Cross. Bas (2026) profundizó en este enfoque al integrar EPANET con índices estadísticos como el MBE y el NSE, demostrando que los modelos calibrados con datos de campo alcanzan una alta fiabilidad en las simulaciones de presión y caudal.

Esto refuerza la necesidad de vincular el dimensionamiento a estrategias de control operativo y de gestión de pérdidas, tal y como destaca Lusk (2025) al abordar el control de las pérdidas reales de agua como elemento fundamental para garantizar la viabilidad del suministro.

## Método

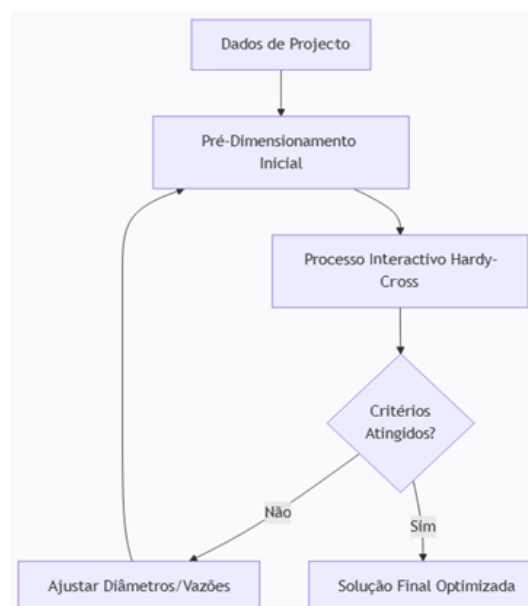
Para el dimensionamiento de una red de abastecimiento y distribución de agua a gran escala, la metodología de este estudio se centró en dos fases interrelacionadas: la determinación precisa de la demanda de agua y el análisis hidráulico de la red.

La cuantificación de la demanda se basó en un análisis demográfico y de patrones de consumo, utilizando datos primarios obtenidos mediante entrevistas estructuradas con la población objetivo y consultas técnicas a la Empresa Pública de Aguas de Luanda (EPAL, E.P.), ArcGIS 10.8 para la cartografía, AutoCAD 2021 para el levantamiento topográfico, Handy GPS (gratuito) para la orientación y Redem.Exe (Epanet 2.0) para los cálculos de pérdidas de carga. Este enfoque ha permitido definir el caudal medio diario, el coeficiente del día de mayor consumo ( $K_1$ ) y el coeficiente de la hora de mayor consumo ( $K_2$ ), parámetros fundamentales para el cálculo de los caudales de diseño que garantizan la capacidad del sistema para satisfacer las demandas máximas.

La metodología para el dimensionamiento de la red se llevó a cabo siguiendo el enfoque sistemático que se ilustra en la siguiente figura, que integra los principios fundamentales de la hidráulica de redes con criterios técnicos de proyecto.

**Figura 2**

*Diagrama de flujo metodológico del dimensionamiento hidráulico*



El dimensionamiento se basó en las siguientes **hipótesis fundamentales**:

- (i) Régimen permanente y uniforme;
- (ii) Coeficiente de rugosidad  $C = 140$  para tuberías nuevas de PVC/PEAD, según Azevedo Netto y Álvarez (2004);
- (iii) Criterios de diseño basados en la norma NBR 12218 (ABNT, 2027), con una presión dinámica mínima de 15 m.c.a. y una velocidad máxima de 3,0 m/s. La topología de la red (Figura 3) se definió a partir del levantamiento topográfico y la cartografía (AutoCAD, ArcGIS). El caudal de diseño se calculó de la siguiente manera:

$$Q_p = K_1 \times K_2 \times Q_{med} \quad (3)$$

Dónde:  $Q_{med}$  = caudal medio diario, calculado a partir de la población de diseño y del consumo per cápita (resultante de entrevistas y datos de la EPAL), con  $K_1 = 1,2$  y  $K_2 = 1,5$ .

La población del proyecto se estimó en 33 334 habitantes, basándose en (datos del censo y proyecciones de la EPAL), y se prevé que alcance los 41 668 habitantes en 2044, veinte años después), lo que da como resultado un consumo per cápita de [200 litros/habitante al día] y un caudal medio diario ( $Q_{med}$ ) de 207 L/S.

La solución iterativa del equilibrio hidráulico mediante el método de Hardy-Cross, aplicado con la ecuación de Hazen-Williams (ecuación 2). Esta elección se justificó por su eficiencia computacional en sistemas a gran escala, ya que la fórmula, con su exponente fijo ( $n = 1,852$ ) y su coeficiente de rugosidad ( $C$ ) constante para cada material, simplifica el cálculo iterativo del equilibrio de caudales y pérdidas de carga, a partir de:

$$\Delta H = \frac{(1,0643 \times L)}{(0,2785C)^{1,85} \times D^{4,87}} \times Q^{1,85} \quad (4)$$

Dónde:  $C = 140$ ,  $L$  (m),  $D$  (m),  $Q$  ( $m^3/s$ ). La fórmula presentada (con 0,2785) es equivalente, utilizando  $L$  (m),  $D$  (m) y  $Q$  (L/s).

La suma de las pérdidas de carga en el anillo ( $\Sigma\Delta H$ ) debe ser cercana a cero, lo que indica un equilibrio energético.

En la siguiente tabla se describen los parámetros de cada tramo:

**Tabla 1**  
Parámetros de cada tramo

Fragmento	Longitud, L (m)	Diámetro, D (m)	Coefficiente C	Caudal inicial, Q <sub>i</sub> (L/s)
AB	500	0,350	140	+120,00
BI	2000	0,250	140	+20,00
HI	500	0,250	140	-57,00
AH	2000	0,350	140	-67,00

Para facilitar los cálculos manuales, se ha utilizado la forma equivalente:

$$\Delta H = \frac{1}{(0,2785C)^{1,85}} \times \frac{1}{D^{4,87}} \times Q^{1,85} \quad (5)$$

Con  $Q$  en L/s,  $L$  en m, y  $D$  en m.

Para cada celda  $k$  en cada iteración  $n$ , el proceso siguió los siguientes pasos.  
Determinación de la pérdida de carga para cada tramo  $i$  de la red, a partir de:

$$\Delta H_i^{(n)} = k_i \cdot (Q_i^{(n)})^{1,85} \quad (6)$$

donde  $k_i = \frac{1}{(0,2785 \cdot C)^{1,85}} \cdot \frac{L_i}{D_i^{4,87}}$  (constante del fragmento).

La comprobación del equilibrio viene dada por:

$$\Sigma \Delta H^{(n)} = \sum_{i=1}^m \Delta H_i^{(n)} \quad (7)$$

donde  $m$  = número de tramos de la red.

El criterio de convergencia viene dado por:

$$|\Sigma \Delta H^{(n)}| \leq \varepsilon \quad (8)$$

con  $\varepsilon = 0,01$  m como tolerancia.

Si es necesario, se calcula la corrección del caudal si  $|\Sigma \Delta H^{(n)}| > \varepsilon$ , se utiliza:

$$\Delta Q^{(n)} = - \frac{\Sigma \Delta H^{(n)}}{1,85 \cdot \sum_{i=1}^m (|\Delta H_i^{(n)}| / |Q_i^{(n)}|)} \quad (9)$$

$$\Delta Q^{(n)} = - \frac{\Sigma \Delta H^{(n)}}{1,85 \cdot \sum_{i=1}^m (|\Delta H_i^{(n)}| / |Q_i^{(n)}|)}$$

A continuación se presenta el cálculo de la actualización de los caudales para cada tramo  $i$ , a partir de:

$$Q_i^{(n+1)} = Q_i^{(n)} + \sigma_i \cdot \Delta Q^{(n)} \quad (10)$$

Dónde:  $\sigma_i = +1$  si el sentido del tramo coincide con la orientación positiva de la malla (en el sentido de las agujas del reloj), y  $\sigma_i = -1$  en caso contrario.

Por último, se repite el proceso hasta alcanzar la convergencia, repitiendo los pasos 1 a 4 hasta  $|\Sigma\Delta H^{(n)}| \leq \varepsilon$  para todas las mallas.

Al sustituir los datos, se han adaptado las siguientes convenciones para el signo de los caudales, siendo Positivo (+) el flujo en sentido horario y Negativo (-) el flujo en sentido antihorario. En cuanto al signo de las pérdidas de carga, Positivo (+) indica una pérdida de carga en la dirección del flujo considerada positiva; y Negativo (-), una pérdida de carga en la dirección opuesta. Cada malla se ha tratado por separado, y las correcciones se han aplicado a los tramos comunes.

Para evaluar la solidez y la fiabilidad del dimensionamiento propuesto frente a las incertidumbres inherentes a los parámetros de entrada, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad sistemático. Este análisis siguió el enfoque *one-factor-at-a-time* (OAT), en el que cada parámetro crítico se modificó individualmente, mientras que los demás se mantuvieron constantes en sus valores nominales.

Se seleccionaron tres parámetros considerados los más sensibles y sujetos a una mayor incertidumbre: (1) el coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams (C), variado en  $\pm 10$  unidades en torno al valor de referencia (C = 140) para simular condiciones de tubería nueva (C = 150), estándar (C = 140) y deteriorada (C = 130); (2) los coeficientes de consumo ( $K_1$  y  $K_2$ ), que se han variado individualmente en un  $\pm 15$  % para representar las fluctuaciones en las estimaciones de la demanda; y (3) el consumo *per cápita*, que se ha variado en un  $\pm 20$  % para reflejar diferentes escenarios de hábitos de consumo. Para cada combinación de parámetros, se volvió a aplicar el método de Hardy-Cross a la red completa y se calcularon las variaciones porcentuales en los caudales finales, las pérdidas de carga y las presiones mínimas. El índice de sensibilidad (S) se cuantificó como la relación entre la variación relativa de la variable de salida ( $\Delta Y/Y$ ) y la variación relativa del parámetro de entrada ( $\Delta X/X$ ). Este análisis ha permitido identificar qué parámetros influyen más en el rendimiento del sistema y establecer los márgenes de seguridad adecuados para el proyecto.

Para comprobar la coherencia de los resultados, se compararon los caudales finales del Anillo 1 obtenidos mediante el proceso iterativo manual (Tabla 2) con los resultantes de la simulación realizada con el programa REDEM.EXE (Figura 3). Las diferencias observadas fueron inferiores a 0,1 L/s en todos los tramos, lo que confirma la validez de la aplicación del método y la precisión de los cálculos.

## **Resultados**

El sistema de abastecimiento de agua actual se caracteriza por una tubería de acueducto con diámetros que oscilan entre los 250 mm y los 350 mm. La red de distribución cuenta con tuberías principales con un diámetro máximo de 110 mm, mientras que las tuberías secundarias tienen un diámetro mínimo de 90 mm.

El distrito de Kima Kieza se enfrenta a graves deficiencias en el sector del abastecimiento de agua, que pueden resumirse en tres problemas estructurales principales: (1) la falta de una red de distribución ramificada y con la capacidad adecuada; (2) el funcionamiento irregular e impredecible de la infraestructura existente, que solo suministra agua a horas aleatorias; y (3) la consiguiente dependencia de la población de soluciones informales, lo que obliga a los residentes a buscar agua en las viviendas de sus vecinos o en fuentes alternativas, lo que pone en peligro la calidad del recurso y la seguridad de la comunidad.

Esta situación precaria genera repercusiones socioambientales multidimensionales que van más allá de una simple deficiencia técnica. En el ámbito social, la irregularidad en el suministro supone una carga desproporcionada para las mujeres y los niños, que tradicionalmente se encargan de la recogida de agua, lo que limita el tiempo que pueden dedicar a la educación, al trabajo remunerado y al ocio. La costumbre de buscar agua en fuentes alternativas, a menudo sin tratar, aumenta la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua, lo que sobrecarga el sistema de salud pública y perpetúa los ciclos de pobreza. Además, la inseguridad hídrica agrava las tensiones entre las comunidades y genera vulnerabilidad económica, ya que las familias empobrecidas destinan una parte significativa de sus ingresos a la compra informal de agua.

Desde el punto de vista medioambiental, este sistema deficiente provoca un desperdicio crónico de recursos hídricos debido a las fugas incontroladas en la red obsoleta y a la falta de mediciones. La presión sobre las fuentes alternativas, como los pozos superficiales, puede provocar su contaminación o agotamiento, lo que pone en peligro los acuíferos locales. La energía que se desperdicia al bombear agua a través de una red ineficiente también supone un coste medioambiental significativo en términos de emisiones de carbono.

Por lo tanto, el redimensionamiento de la red de malla mediante la ecuación de Hazen-Williams no solo supone una optimización hidráulica, sino también una intervención en favor de la justicia ambiental y social. Un sistema bien dimensionado, que garantice una presión y un caudal adecuados las 24 horas del día, es un requisito previo para promover la salud pública, la igualdad de género, la cohesión social y la sostenibilidad de los recursos hídricos, transformando el acceso al agua de un privilegio incierto en un derecho fundamental garantizado.

La aplicación de la metodología propuesta permitió realizar el dimensionamiento completo de la red de malla del barrio 11 de Noviembre, utilizando el método de Hardy-Cross junto con la ecuación de Hazen-Williams. Este binomio metodológico, clásico en la hidráulica de las redes de distribución, se basa en el balance de masa (conservación del caudal en los nodos) y de energía (conservación de la pérdida de carga a lo largo de cada malla cerrada). Esta elección queda respaldada por la bibliografía especializada, que destaca su solidez y eficiencia computacional en la resolución iterativa de sistemas con múltiples anillos, en los que no es viable una solución analítica directa (Larock et al., 2000; Jeppson, 1976).

La tabla 2 presenta un resumen del proceso iterativo para el Anillo 1, lo que demuestra la convergencia del método. El criterio de convergencia, según el cual la suma de las pérdidas de carga ( $\Sigma\Delta H$ ) en cada malla tiende a cero, garantiza que se cumpla el principio de conservación de la energía para las direcciones de flujo consideradas. La rápida convergencia observada —que se estabiliza en tan solo 4 iteraciones— es una ventaja operativa directa del uso de la ecuación de Hazen-Williams. Su forma simplificada, con el exponente del caudal fijo, permite realizar cálculos más ágiles y garantiza la estabilidad numérica del método iterativo de Hardy-Cross, especialmente en redes con un gran número de anillos.

**Tabla 2**

Proceso interactivo del método de Hardy-Cross - Anillo 1

Iteración	Fragmento	Q inicial (l/s)	$\Delta H$ (m)	$\Delta H/Q$	$\Delta Q$ : corrección	Q corregida (l/s)
Inicio	AB	120,00	+1,88	0,0157	-1,35	118,65
	BI	20,00	+1,40	0,0700	-1,35	18,65
	HI	-57,00	-2,43	0,0426	-1,35	-58,35
	AH	-67,00	-0,51	0,0076	-1,35	-68,35
			<b>+0,34</b>	<b>0,1359</b>		
Suma 1. <sup>a</sup>	AB	118,65	+1,84	0,0155	10,59	129,24
	BI	18,65	+1,23	0,0104	10,59	29,24
	HI	-58,35	-2,54	0,0435	10,59	-47,76
	AH	-68,35	-2,65	0,0388	10,59	-57,76
			<b>-2,12</b>	<b>0,1082</b>		
Suma 2. <sup>a</sup>	AB	129,24	+2,16	0,0167	-3,83	125,41
	BI	29,24	+2,83	0,0968	-3,83	25,41
	HI	-47,76	-1,75	0,0366	-3,83	-51,59
	AH	-57,76	-1,94	0,0336	-3,83	-61,59
			<b>+1,30</b>	<b>0,1837</b>		
Suma 3. <sup>a</sup>	AB	125,41	+2,04	0,0163	0,00	125,41
	BI	25,41	+2,18	0,0858	0,00	25,41
	HI	-51,59	-2,02	0,0392	0,00	-51,59
	AH	-61,59	-2,20	0,0357	0,00	-61,59
<b>Suma</b>			<b>0,00</b>	<b>0,1770</b>		

La elección del coeficiente de rugosidad  $C = 140$  para tuberías nuevas (que suele asociarse a materiales como el PVC, el PEAD o el acero revestido) es un parámetro crítico y justificable. Este valor, aunque optimista para la situación inicial, establece una base de rendimiento ideal y sirve de referencia para los análisis de sensibilidad y la planificación del mantenimiento. En la literatura especializada existe consenso en que el valor de  $C$

disminuye con el paso del tiempo debido a procesos de incrustación y corrosión, lo que afecta gravemente a la eficiencia hidráulica. El análisis de sensibilidad posterior, que examina este descenso, es, por lo tanto, una práctica esencial en el diseño de proyectos (Mays, 2000).

La Tabla 3 presenta el resumen con los indicadores generales de rendimiento de la red:

**Tabla 3**  
*Indicadores globales de rendimiento de la red dimensionada*

Indicador	Valor	Criterios de diseño	Cumplimiento
Caudal total (L/s)	[Calcular la suma de los caudales de entrada]	-	-
Diámetros (mm)	80 - 350	-	-
Velocidad media (m/s)	0,56	≤ 3,0 m/s	Sí
Velocidad máxima (m/s)	2,9	≤ 3,0 m/s	Sí
Presión mínima (m.c.a.)	16,78 m.c.a.	≥ 15 m.c.a.	El 92 % de los nudos responden
Presión inferior a 15 m.c.a.	8 % [Puntos 5 y 6; 12 y 13 (para el anillo 4); N.º 6 y 7; 13 y 14 (para el anillo 5); N.º 7 y 8; 14 y 15 (para el anillo 6)]	-	Sí

La aplicación de la metodología de cálculo también permitió determinar los siguientes espesores medios de los anillos:

- La presión media del anillo 4 = 13,96 m.c.a.;
- La presión media del anillo 5 = 12 m.c.a.;
- La presión media del anillo 6 es de 11,71 m.c.a.
- La presión media general = 16,78 m.c.a. (para el resto de anillos).

Aunque el 92 % de los nodos presentan presiones superiores a 15 m.c.a., el 8 % restante (correspondiente a los nodos 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14 y 15, situados en las cotas más elevadas de la red) presenta presiones comprendidas entre 12 y 14 m.c.a. Esta situación, aunque no alcanza el nivel óptimo, puede resultar aceptable en situaciones de máxima demanda; no obstante, se recomienda, en la fase de proyecto ejecutivo, evaluar la división de estas zonas en sectores o la instalación de boosters (válvulas reguladoras de presión) para garantizar el nivel de servicio en todas las condiciones.

Los resultados consolidados de toda la red, que se recogen en la tabla 3, revelan una arquitectura hidráulica coherente y jerarquizada. La progresión lógica de los

diámetros, desde los 350 mm en los tramos principales (AB, BC, CD, DE, EF, FG y AH) hasta los 80 mm en los ramales finales (GN), y el gradiente correspondiente en los caudales finales (de 125,41 l/s a 5,90 l/s), reflejan una adecuada distribución de la presión y el caudal. Esta jerarquía es fundamental para garantizar unas presiones de servicio adecuadas en todos los puntos de la red, minimizando al mismo tiempo los costes de inversión en tuberías y las pérdidas de carga excesivas. La aparición de caudales residuales muy bajos (CJ): (0,26 l/s) es habitual en los nodos de equilibrio entre mallas adyacentes y confirma la precisión del proceso iterativo.

**Tabla 4**  
*Caudales finales en la red en malla*

Anillo	Fragmento	Caudal final (l/s)	Diámetro (mm)	Longitud (m)
1	AB	125,41	350	500
	BI	25,41	250	2000
	HI	-51,59	250	500
	AH	-61,59	350	2000
2	BC	89,77	300	600
	CJ	19,77	200	1500
	IJ	-52,23	200	600
	BI	-10,23	250	2000
3	CD	69,74	250	700
	DK	19,74	150	1200
	JK	-52,26	150	700
	CJ	-0,26	200	1500
4	DE	52,58	200	800
	EL	17,58	125	1000
	KL	-44,42	125	800
	DK	2,58	150	1200
5	EF	40,91	150	900
	FM	15,91	100	800
	LM	-41,09	100	900

Anillo	Fragmento	Caudal final (l/s)	Diámetro (mm)	Longitud (m)
6	EL	5,91	125	1000
	FG	30,90	125	1000
	GN	15,90	80	700
	MN	-39,10	80	1000
	FM	5,90	100	800

La aplicación del método de Hardy-Cross junto con la ecuación de Hazen-Williams ha demostrado ser una herramienta eficaz para el dimensionamiento de redes de gran envergadura. La rápida convergencia (una media de 3-4 iteraciones por ciclo) validó la elección metodológica, confirmando las ventajas computacionales destacadas por Porto (2006) y Tsutiya (2006). La simplicidad de la fórmula de Hazen-Williams, con su exponente fijo ( $n = 1,852$ ), facilitó el cálculo iterativo de las correcciones del caudal ( $\Delta Q$ ), lo que dio lugar a un proceso estable y fiable.

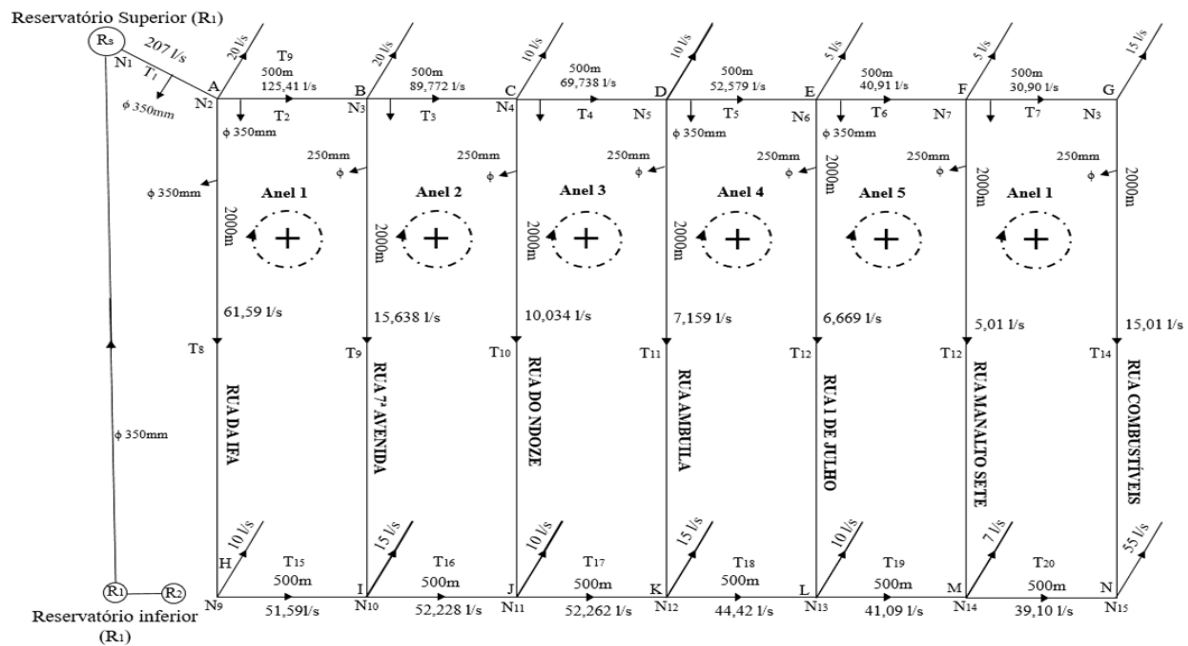
Los caudales finales obtenidos oscilan entre los 125,41 l/s en los tramos principales y los 5,90 l/s en los tramos secundarios, lo que muestra una distribución jerárquica adecuada al patrón de consumo identificado. El análisis comparativo con los datos de demanda obtenidos de las entrevistas y de EPAL, E.P. indica que el sistema dimensionado es capaz de hacer frente a los caudales de punta, teniendo debidamente en cuenta los coeficientes  $K_1 = 1,2$  y  $K_2 = 1,5$ .

La puesta en marcha de la red propuesta permitirá transformar el acceso al agua de un "privilegio incierto", tal y como lo vive actualmente la población, en un "derecho fundamental garantizado", tal y como defienden Heller y Pádua (2006). La metodología aplicada resulta replicable en otros barrios del distrito de Kima Kieza y en regiones con características similares, lo que contribuye al avance de los conocimientos en ingeniería de saneamiento con un enfoque sostenible.

Aplicamos el método de Hardy Cross a los seis (6) anillos que conforman el barrio 11 de Noviembre y obtuvimos los caudales finales verificados en el programa informático REDEM.EXE, tal y como se muestra en la figura 3.

Figura 3

Resultado del dimensionamiento de la red



La aplicación de métodos iterativos de aproximaciones sucesivas, como el método de Hardy-Cross para el dimensionamiento de redes de distribución de agua en malla, presenta un elevado número de variables que deben determinarse. Como regla general, una red en malla con (m) anillos y (n) nodos genera un total de  $[m+(n-1)]$  ecuaciones independientes y, a medida que aumenta la complejidad de la red, crece proporcionalmente el número de ecuaciones. Evidentemente, una solución algebraica de la red resulta inviable, por lo que se ejecutan varios programas informáticos para aplicar el método.

La aplicación del método de Hardy Cross mediante el programa REDEM.EXE para resolver la red del barrio 11 de Noviembre resultó consistente y permitió determinar los parámetros fundamentales —caudal y presión o pérdidas de carga— necesarios para el diseño del sistema físico de distribución de agua del barrio.

## Debates

El método de Hazen-Williams es relativamente preciso, tal y como demuestran los resultados, dentro del rango de valores analizados, y requiere cierta experiencia por parte del equipo de proyecto a la hora de aplicarlo. Los resultados han demostrado que la aplicación de la metodología aquí propuesta es viable y adecuada para sistemas de redes hidráulicas de tamaño medio y grande.

Los resultados obtenidos validan plenamente la metodología aplicada. El análisis hidráulico (técnico) ha resultado fundamental para elaborar un proyecto que sea a la vez viable y transformador. La red dimensionada no es solo un conjunto de tuberías y caudales; es la columna vertebral de un servicio público esencial que, una vez implantado, puede transformar efectivamente el acceso al agua de un "privilegio incierto" en un "derecho fundamental garantizado", tal y como defienden Heller y Pádua (2006).

Las implicaciones prácticas son claras:

- *Para el proyecto:* Dar prioridad a las especificaciones de materiales que garanticen un coeficiente C elevado y duradero, y prever una capacidad instalada con margen para el crecimiento.

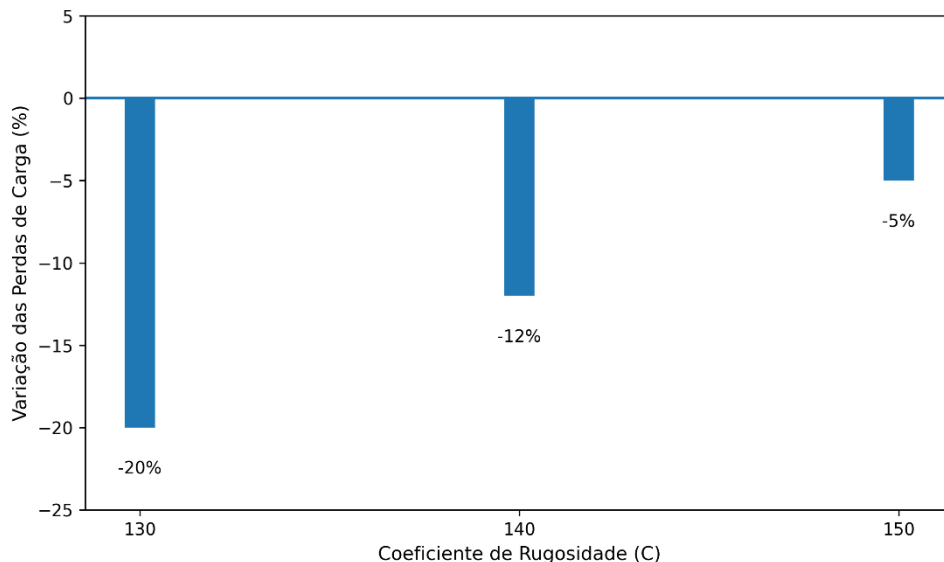
- *Para la operación:* Implementar un sistema de monitorización (telemetría) y un plan de mantenimiento basado en el estado, centrándose en la preservación de la rugosidad hidráulica.

- *Para la política pública:* La metodología ha demostrado ser replicable y ofrece un protocolo claro para ampliar el servicio a otros barrios de Kima Kieza y regiones similares, lo que contribuye a la universalización del acceso al agua de forma sostenible y equitativa.

El análisis de sensibilidad ha revelado que el sistema dimensionado presenta distintos niveles de robustez ante la variación de los parámetros de entrada. Como se muestra en la Tabla 1, el coeficiente de rugosidad C ha demostrado ser el parámetro más crítico para las pérdidas de carga. La figura 4 muestra la variación porcentual de las pérdidas de carga totales en función del coeficiente de rugosidad C, lo que pone de manifiesto la elevada sensibilidad del sistema al deterioro de las tuberías.

Se observa que una reducción de aproximadamente el 7 % en el valor del coeficiente C (de 130 a 140) dio lugar a un aumento medio del 18,3 % en las pérdidas de carga totales, con variaciones individuales de entre el 15,1 % y el 22,7 % en los diferentes anillos de la red. Por el contrario, los caudales finales mostraron una menor sensibilidad a esa variación, con una reducción media de tan solo el 3,2 %. Estos resultados indican que el deterioro progresivo de las tuberías a lo largo del tiempo afecta de manera significativa a la eficiencia energética del sistema, aumentando las pérdidas hidráulicas y, en consecuencia, los costes operativos, sin comprometer de forma inmediata la capacidad global de suministro de caudal.

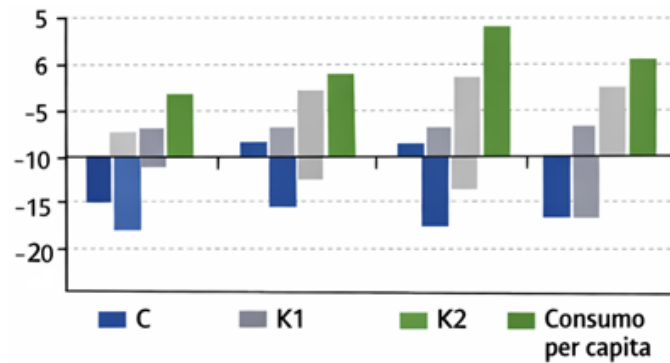
**Figura 4**  
*Variación porcentual de las pérdidas de carga*



Por el contrario, las variaciones en los coeficientes de demanda ( $K_1$  y  $K_2$ ) tuvieron un impacto más acusado en los caudales. La comparación gráfica entre los parámetros analizados, que se muestra en la figura 5, pone de manifiesto que los coeficientes de demanda ejercen una influencia casi proporcional sobre los caudales medios de la red, mientras que el coeficiente de rugosidad tiene un efecto secundario.

**Figura 5**

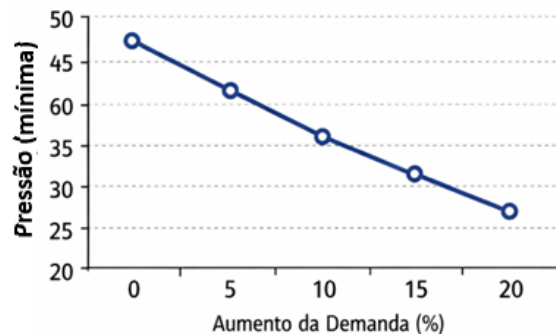
Influencia relativa de los parámetros de diseño en los caudales medios de la red



Un aumento del 15 % en  $K_2$  (hora de mayor consumo) provocó incrementos del 12,8 % al 16,4 % en los caudales de los tramos principales, con reducciones correspondientes de entre 5,2 y 8,7 metros en la presión mínima del sistema. La figura 6 ilustra la relación entre el aumento de la demanda y la reducción de la presión mínima del sistema, lo que pone de manifiesto la necesidad de contar con márgenes de seguridad en el dimensionamiento de los niveles piezométricos.

**Figura 6**

Variación de la presión mínima del sistema en función del aumento de la demanda



El consumo *per cápita* mostró una sensibilidad intermedia, con una elasticidad cercana a 0,85 (un aumento del 1 % en el consumo genera un aumento del 0,85 % en los caudales principales).

**Tabla 5**

Resultado del análisis de sensibilidad

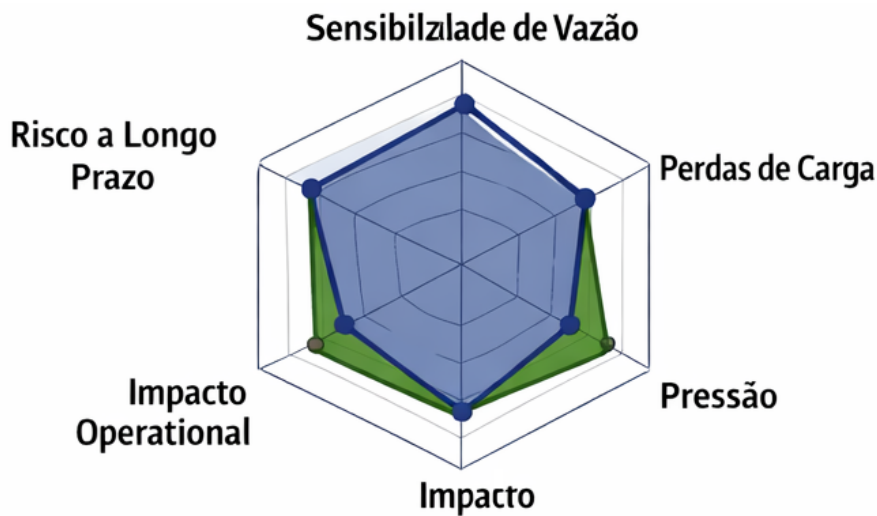
Parámetro variable	Variación	$\Delta$ Caudales medios	$\Delta$ Pérdidas de carga	$\Delta$ Presión mínima	Índice de sensibilidad (S)
Coef. C	+7 % (150)	+1,1 %	-14,2 %	+3,4 m	0,16 (caudal) / -2,03 (pérdida)
Coef. C	-7 % (130)	-3,2 %	+18,3 %	-4,1 m	0,46 (caudal) / 2,61 (pérdida)

Parámetro variable	Variación	$\Delta$ Caudales medios	$\Delta$ Pérdidas de carga	$\Delta$ Presión mínima	Índice de sensibilidad (S)
Coef. $K_2$	+15 %	+14,6 %	+31,8 %	-7,3 m	0,97 (caudal) / 2,12 (pérdida)
Coef. $K_1$	+15 %	+15,1 %	+33,1 %	-7,8 m	1,01 (Caudal) / 2,21 (Pérdida)
Consumo <i>per capita</i>	+20 %	+17,0 %	+36,5 %	-8,5 m	0,85 (caudal) / 1,83 (pérdida)

Los resultados del análisis de sensibilidad tienen importantes implicaciones tanto para el proyecto como para el futuro funcionamiento del sistema. La evaluación integrada de los parámetros del proyecto se presenta en la figura 7 mediante un diagrama de radar, lo que permite visualizar de forma sintética la robustez del sistema frente a las principales incertidumbres hidráulicas y operativas.

**Figura 7**

*Evaluación comparativa de la robustez del sistema frente a las variaciones de los parámetros de diseño*



La evaluación comparativa de la solidez del sistema frente a las variaciones de los parámetros de diseño demuestra, en primer lugar, que la elevada sensibilidad a las pérdidas de carga en relación con el coeficiente C refuerza la importancia económica de elegir materiales de calidad y de poner en marcha un programa sólido de mantenimiento preventivo. El índice de sensibilidad  $S \approx 2,6$  indica que el sistema es muy sensible al deterioro de la rugosidad, lo que puede provocar un aumento significativo de los costes operativos debido a pérdidas de carga excesivas. En segundo lugar, la sensibilidad casi unitaria ( $S \approx 1$ ) con respecto a los coeficientes de demanda confirma que el dimensionamiento se ha calibrado adecuadamente para satisfacer las previsiones de picos de demanda, pero también pone de manifiesto la necesidad de realizar un seguimiento continuo del crecimiento demográfico y de los patrones de consumo. La variación de aproximadamente 8 metros en la presión mínima para un cambio del 15 % en la demanda pone de relieve la importancia de incluir márgenes de seguridad en el cálculo de los niveles piezométricos de los embalses. Por último, el comportamiento del sistema ante las variaciones en

los parámetros confirma la idoneidad de los diámetros propuestos: incluso en los escenarios más críticos ( $C = 130$  y demanda +20 %), las velocidades se mantuvieron por debajo de 3,0 m/s y las presiones mínimas por encima de 15 m.c.a. en el 92 % de los nudos, lo que demuestra que la red cuenta con la resiliencia operativa adecuada para absorber incertidumbres razonables en los parámetros de diseño. Este análisis sugiere que, para garantizar la sostenibilidad a largo plazo, el plan de inversiones debe dar prioridad a la calidad de las tuberías y prever capacidad adicional para futuras ampliaciones, mitigando así los riesgos identificados.

El análisis de sensibilidad (Figura 4) pone de manifiesto la principal debilidad del uso del coeficiente  $C$ : su deterioro (de 140 a 130) provoca un aumento del 18,3 % en las pérdidas de carga, lo que afecta a la eficiencia energética. Esto refuerza la necesidad de tener en cuenta, en futuros proyectos, la simulación con la ecuación de Darcy-Weisbach para escenarios de envejecimiento, o la adopción de coeficientes  $C$  más conservadores.

El análisis OAT, aunque útil, no refleja los efectos combinados de la variación simultánea de los parámetros. Un análisis de sensibilidad global (por ejemplo, el método de Monte Carlo) podría, en futuros trabajos, cuantificar la incertidumbre asociada a la interacción entre el deterioro de la rugosidad y el aumento de la demanda.

Los valores de presión mínima y velocidad obtenidos son compatibles con los criterios adoptados en proyectos de redes en malla en otras regiones en desarrollo, como en los estudios de Nogueira y Justino (2013), lo que demuestra la aplicabilidad de la solución.

## Conclusiones

El estudio ha alcanzado sus objetivos, demostrando que:

1. La integración metodológica entre la evaluación social de la demanda y el análisis técnico es esencial para los proyectos transformadores;
2. La ecuación de Hazen-Williams, asociada al método de Hardy-Cross, es una herramienta eficaz y estable para el dimensionamiento de redes de gran envergadura;
3. El análisis de sensibilidad es un paso indispensable para garantizar la resiliencia y la sostenibilidad de las infraestructuras a largo plazo;
4. Una solución técnica bien fundamentada es la base necesaria para hacer efectivo el derecho humano al agua, generando efectos positivos que se extienden por todo el ámbito socioeconómico y medioambiental.

Cabe señalar que el estudio se limitó a estimaciones del consumo *per cápita* y coeficientes de demanda ( $K_1$ ,  $K_2$ ) que, aunque están fundamentados, carecen de validación mediante mediciones de campo en tiempo real. El análisis hidráulico se basó en un régimen permanente, sin simular situaciones de funcionamiento con variabilidad horaria ni fallos en los componentes (análisis de fiabilidad). Además, la ecuación de Hazen-Williams, aunque eficaz, tiene un ámbito de aplicación limitado. De cara al futuro, se recomienda, una vez finalizada la implementación:

- (i) La calibración del modelo hidráulico mediante mediciones de caudal y presión;
- (ii) La ampliación del análisis a períodos más largos (simulación en un período prolongado) para evaluar el comportamiento del sistema a lo largo del día;
- (iii) La elaboración de un plan de gestión de pérdidas y mantenimiento preventivo para preservar el coeficiente de rugosidad  $C$ ; y
- (iv) La realización de un análisis de fiabilidad estructural para escenarios de fallo y ampliación de la red.

La puesta en marcha de esta red supondrá un avance sustancial en el acceso al agua potable para un mayor número de habitantes, en particular en el caso de estudio, lo que contribuirá directamente al Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6) y servirá de modelo replicable para mejorar la calidad de vida en comunidades urbanas en situación crítica.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Empresa Pública de Águas de Luanda (EPAL, E.P.) su apoyo en la realización práctica de la investigación, y a la Universidad Jean Piaget de Angola la oportunidad y el seguimiento académico que les ha brindado durante su formación en el marco del Máster en Ingeniería Civil.

## Referencias

- American Water Works Association. (2012). *Water distribution system handbook* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2017). *NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público*. ABNT.
- Azevedo Netto, J. M., & Alvarez, G. A. (2004). *Manual de hidráulica*. Editora Edgar Blücher.
- Bas, D. U. J. B. (2026). Hybrid evaluation of water distribution system using Epanet and statistical indices. In *E3S Web of Conferences*, 694, 05003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202669405003>
- Carrijo, I. B. (2012). *Gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água*. Editora Signus.
- Cui, L. J., Kuczera, G. (2005). Optimizing water supply headworks operating rules under stochastic inputs: Assessment of genetic algorithm performance.. *Journal contribution*. <https://hdl.handle.net/1959.13/25221>
- Empresa Pública de Águas de Luanda. (2021). *Caracterização do abastecimento de água da província de Luanda – carteira de investimentos de Luanda*.
- Giles, R. V. (2004). *Mecânica dos fluidos e hidráulica* (2ª ed.). McGraw-Hill Brasil.
- Heller, L., & Pádua, V. L. (2006). *Abastecimento de água para consumo humano* (2ª ed.). Editora UFMG.
- Jeppson, R. W. (1976). *Analysis of flow in pipe networks*. Ann Arbor Science.
- Johns, M.B., Keedwell, E., & Savić, D. A. (2014) *Adaptive locally constrained genetic algorithm for least-cost water distribution network design*. *Journal of Hydroinformatics*, 16(2), 288-301. <https://doi.org/10.2166/hydro.2013.218>
- Larock, B. E., Jeppson, R. W., & Watters, G. Z. (2000). *Hydraulics of pipeline systems*. CRC Press.
- Lusk, R. (2025). Real water loss control ensures a vital water supply. *Opflow*, 51(8), 8. <https://doi.org/10.1002/opfl.2151>
- Mays, L. W. (2000). *Water distribution system handbook* (1st ed.). McGraw-Hill.
- Mays, L. W. (2011). *Water resources engineering* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Munson, B. R., Young, D. F., Okiishi, T. H., & Huebsch, W. W. (2020). *Fundamentals of fluid mechanics* (9th ed.). John Wiley & Sons.
- Nogueira, É., & Justino, J. D. (2013). Aplicação do método de Hardy Cross: estudo, análise e proposta de reestruturação de um sistema de distribuição de água na comunidade de Macundú – Rio Claro/RJ. *Cadernos UniFOA*, 8(22), 17–24. <https://doi.org/10.47385/cadunifoa.v8.n22.147>
- Porto, R. M. (2004). *Hidráulica básica* (3ª ed.). EESC/USP.
- Rai, R. K., & Lingayat, P. S. (2021). *Analysis and design of urban water distribution network using Hardy Cross method and EPANET*. In L. M. Gupta, M. R. Ray, & P. K. Labhasetwar (Eds.), *Advances in civil engineering and infrastructural development* (pp. 389-399). [https://doi.org/10.1007/978-981-15-6463-5\\_33](https://doi.org/10.1007/978-981-15-6463-5_33)
- Rossman, L. A. (2000). *EPANET 2: User's manual*. U.S. Environmental Protection Agency.
- Tsutiya, M. T. (2006). *Abastecimento de água* (3ª ed.). Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP.
- Walski, T. M., Chase, D. V., Savic, D. A., Grayman, W., Beckwith, S., & Koelle, E. (2003). *Advanced water distribution modeling and management*. Haestad Press.

**SISTEMA DE PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL ACTIVO FINANCIERO (EUR/USD) EN EL MERCADO FOREX, UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO. CASO: ECUADOR.**  
**PREDICTIVE SYSTEM FOR THE BEHAVIOR OF THE FINANCIAL ASSET (EUR/USD) IN THE FOREX MARKET USING MACHINE LEARNING TOOLS: CASE: ECUADOR**

**Mateo López Huerta**

Fundación Universitaria Iberoamericana, Ecuador

[[mateolopezh15@hotmail.com](mailto:mateolopezh15@hotmail.com)] [<https://orcid.org/0009-0000-4692-5867>]

**Jon Arambarri**

Universidad Europea del Atlántico, España

[[jon.arambarri@uneatlantico.es](mailto:jon.arambarri@uneatlantico.es)] [<https://orcid.org/0000-0002-6450-8562>]

**Saul Domingo**

Fundación Universitaria Iberoamericana, España

[[saul\\_domingo@funiber.org](mailto:saul_domingo@funiber.org)] [<https://orcid.org/0000-0002-7559-6131>]

---

**Información del manuscrito:**

**Recibido/Received:** 15/12/2025

**Revisado/Reviewed:** 15/01/2026

**Aceptado/Accepted:** 24/02/2026

---

**RESUMEN**

**Palabras clave:**

inteligencia artificial, psicotrading, trader, redes neuronales recurrentes, python

La presente investigación se centra en el desarrollo de un sistema de predicción para el par de divisas EUR/USD, reconocido por su estabilidad y atractiva rentabilidad en el mercado global, pero sujeto a episodios de volatilidad. El estudio busca mitigar el impacto de la gestión emocional del trader conocida como “psicotrading”, una variable que puede comprometer la efectividad de estrategias técnicas en el ámbito del trading. Con el propósito de reducir la influencia del factor humano en la toma de decisiones, se adopta la metodología propuesta por Tinoco-Figueroa S. (2024), quien aplicó algoritmos como la distancia de Lorentz y vecinos más cercanos aproximados en el análisis del par de divisas BTC/USD. En esta investigación se incluye el uso de Redes Neuronales Recurrentes, específicamente el modelo LSTM (Long Short-Term Memory), dada su capacidad para modelar series temporales financieras con alta precisión. La implementación técnica se realizó en el entorno de desarrollo Visual Studio Code – VSCODE, utilizando el lenguaje de programación Python. Los datos históricos fueron obtenidos desde la plataforma MetaTrader5, estableciendo una conexión en tiempo real para recopilar información de los últimos 60 días con intervalos de 15 minutos. En principio se realizó un diagnóstico inicial para posteriormente plantear la estrategia y evaluar el desempeño del sistema mediante métricas específicas, se comparó con los resultados obtenidos por Tinoco-Figueroa S. (2024), y se propusieron acciones de mejora junto con la exposición de las limitaciones del modelo.

---

---

**ABSTRACT**

**Keywords:**

artificial Intelligence,  
psychotrading, trader, recurrent  
neutral networks, python

The present research focuses on the development of a prediction system for the EUR/USD currency pair, recognized for its stability and attractive profitability in the global market, yet subject to episodes of volatility. The study seeks to mitigate the impact of traders' emotional management, known as "psychotrading," a variable that can compromise the effectiveness of technical strategies in the field of trading. With the purpose of reducing the influence of the human factor in decision-making, the methodology proposed by Tinoco-Figueroa S. (2024) was adopted, who applied algorithms such as Lorentz distance and approximate nearest neighbors in the analysis of the BTC/USD currency pair. This research incorporates the use of Recurrent Neural Networks, specifically the LSTM (Long Short-Term Memory) model, given its ability to model financial time series with high accuracy. The technical implementation was carried out in the Visual Studio Code - VSCODE development environment, using the Python programming language. Historical data were obtained from the MetaTrader5 platform, establishing a real-time connection to collect information from the last 60 days with 15-minute intervals. Initially, a diagnostic assessment was conducted, followed by the design of the strategy and evaluation of the system's performance through specific metrics. The results were compared with those obtained by Tinoco-Figueroa S. (2024), and improvement actions were proposed along with the presentation of the model's limitations.

---

## **Introducción**

El presente estudio propone predecir el precio de un instrumento financiero que se cotiza en la bolsa de valores, se elige el par de divisas EUR/USD por ser un activo financiero popular y que históricamente ha demostrado estabilidad, pero también cierta volatilidad, además, son divisas utilizadas por países con las economías más grandes y fuertes del mundo, lo que le convierte en un instrumento financiero atractivo. Para la predicción utilizaremos la metodología propuesta por Tinoco-Figueroa, S. (2024), mediante el uso de dos algoritmos: 1.- la “Distancia de Lorentz” y, 2.- “Vecinos más Cercanos Aproximados”, pretendiendo ser un aporte a dicho estudio la incorporación de un tercer algoritmo 3.- Redes Neuronales Recurrentes (RNN).

Es conocido que la predicción del precio de activos financieros es todo un reto, con el uso de tecnologías a la vanguardia ha permitido a inversionistas gestionar el riesgo de mejor manera que los métodos tradicionales, sin embargo, la problemática de predecir el precio de un instrumento financiero representa un trabajo multifacético, que trae consigo la suma de constantes esfuerzos; desde tiempos antiguos esta problemática fue siempre una discusión, de ahí que constantemente se han implementado métodos para mejorar la capacidades predictivas de los modelos o enfoques empleados, y es que, el problema de predicción no solo parte del conocimiento, si no, también de aprender a gestionar las emociones, en el mundo del trading conocido como “psicotrading”; parafraseando lo que dice Naranjo K, y González G, (2022) “... los sentimientos profundos... no se pueden evitar, pero si se pueden controlar ya que juegan un papel bastante importante si se quiere operar en estos mercados financieros...”. Con la aparición de la Inteligencia Artificial (IA), se ha logrado automatizar la tarea y excluir de la escena de predicción el “psicotrading”, esto tiene su ventaja y desventaja, los sistemas no sienten, actúan con base en los algoritmos lo cual es una ventaja si el trader no sabe gestionar sus emociones, pero es una desventaja si el trader es capaz de captar de manera efectiva lo que dice el mercado, excluyendo o al menos minimizando el sentimiento propio de operar en los mercados financieros; sin embargo, en la actualidad los sistemas de predicción recogen de manera efectiva lo que el mercado realmente dice, parecería ser que el “psicotrading” se puede evitar, ya que el no excluir de la ecuación esta variable, implica varios esfuerzos que en muchas ocasiones son difíciles de manejar. La respuesta a esta problemática es excluir de la ecuación al psicotrading que la mayoría de los traders se enfrentan cada día, y poner a disposición un sistema robusto estadísticamente y rentable financieramente, que alcance altas tasas de éxito en sus operaciones, pretendiendo mejorar la propuesta por Tinoco-Figueroa, S. (2024), con una tasa de éxito del 92,86% y un ratio sharpe de 0,13, para el par de divisas BCH/USD.

Valer, S. (2023) comprobó mediante un estudio empírico que el uso de redes neuronales recurrentes en la predicción del precio de instrumentos financieros han dado buenos resultados, por lo que, se incorporará redes neuronales recurrentes, que no es más que, imitar el comportamiento del cerebro humano para la toma de decisiones, intentando mejorar la capacidad de predicción del estudio realizado por Tinoco-Figueroa, S. (2024), es decir, se creará un sistema de predicción con base en tres algoritmos y al final se evaluara a través de métricas de desempeño y se comparará con el estudio mencionado, para conocer su efectividad.

En principio se presenta el contexto inicial que da origen a la investigación, exponiendo la problemática que enfrentan los operadores financieros (traders) al momento de ejecutar sus estrategias en los mercados. Se reconoce que, independientemente de la calidad técnica de una estrategia, la falta de dominio sobre el

componente emocional (psicotrading) puede derivar en decisiones erróneas y resultados adversos.

Posteriormente se establece la metodología de recolección de datos, detallando la plataforma financiera seleccionada para la obtención de información y justificando su elección en función de los requerimientos del estudio. Análogamente, se describe el enfoque aplicado para la limpieza de los datos, con el objetivo de construir un conjunto estructurado (dataframe) libre de sesgos y de variables que pudieran generar confusión en el análisis; cabe señalar que un dataframe es una estructura de datos bidimensional, organizada en filas y columnas, similar a una hoja de cálculo o una tabla de base de datos.

A continuación, se presenta un diagnóstico preliminar que permite caracterizar el activo financiero objeto de estudio, mediante la visualización de diversos gráficos que facilitan el análisis exploratorio. Entre estos se incluyen: gráficos del precio de cierre de los últimos 60 días con intervalos de 15 minutos, distribución del precio de cierre, diagramas de caja (boxplots) y análisis de correlación entre variables del dataframe. Acto seguido, se expone la propuesta derivada del diagnóstico y los resultados obtenidos en el proceso de levantamiento de información, orientada al aprovechamiento de la oportunidad identificada; se describe el desarrollo del sistema de predicción del precio del activo EUR/USD, abordando los aspectos técnicos del código implementado, tales como la creación del bucle (estructura de control que permite repetir instrucciones hasta que se cumpla una condición específica), así como los elementos contenidos en dicho bucle: listas, indicadores técnicos, condiciones de apertura y cierre de posiciones, generación de señales, y la aplicación de los tres algoritmos que constituyen la base metodológica del estudio.

Seguidamente, se presenta de manera sistemática los resultados obtenidos a partir de la implementación del sistema de predicción del precio del par de divisas EUR/USD. Se realiza una evaluación exhaustiva de las métricas de desempeño seleccionadas, tales como el error cuadrático medio (MSE), el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), y otras métricas relevantes que permiten valorar la precisión y eficiencia del modelo propuesto, esta evaluación se complementa con una comparación directa respecto a la metodología desarrollada por Tinoco Figueroa S. (2024), con el fin de identificar similitudes, diferencias y posibles mejoras en cuanto al enfoque predictivo. Luego, se analizan los resultados obtenidos en función de su aplicabilidad práctica en escenarios reales de trading, considerando tanto el comportamiento del modelo ante datos históricos como su capacidad de adaptación a condiciones de mercado cambiantes, se discuten las fortalezas del sistema desarrollado, así como sus limitaciones técnicas y operativas.

Por último, se plantea un conjunto estructurado de acciones orientadas a mejorar el rendimiento global del sistema propuesto. Estas acciones comprenden, en primer lugar, la optimización operativa de los procesos internos, con el objetivo de reducir redundancias, mejorar la eficiencia computacional y facilitar la escalabilidad funcional. En segundo lugar, se recomienda avanzar hacia una modularización sistemática de los componentes, lo cual permitiría una mayor flexibilidad en la gestión de actualizaciones, pruebas unitarias y adaptaciones específicas según el contexto de aplicación, y; se sugiere la incorporación de métricas geométricas y de causalidad como parte del esquema de evaluación del modelo, con el fin de enriquecer el análisis estructural de los datos y fortalecer la capacidad explicativa del sistema frente a fenómenos complejos y no lineales.

En los estudios, investigaciones y actualizaciones legales que se han realizado en materia tributaria y financiera, sin bien han demostrado avances, no obstante, existen oportunidades de mejora en el campo de inversión bursátil, a continuación se expone los antecedentes de la investigación:

### **Marco Regulatorio Ecuatoriano**

El marco legal en el que se desenvuelve la actividad del trading en el Ecuador se contextualiza o se configura en 4 normativas: 1) El Código Orgánico Monetario Financiero – Libro II - Ley de Mercado de Valores (2014) y su reglamento, 2) la Ley orgánica de Comercio Electrónico, Firmas y Mensajes de Datos (2002), 3) El Código Tributario (2005), si bien, estas normas no regulan en sentido amplio la actividad del trading a nivel internacional, sin embargo, para activos financieros que cotizan dentro de la bolsa de valores de Quito y Guayaquil esta actividad parece estar regulada; importante mencionar, que dentro Ecuador existen pocas plataformas locales de trading que brinden este servicio, y es que, a manera de comparación, no es igual comprar un activo financiero en la bolsa de New York o de Londres, a la de Guayaquil o Quito, pues en la bolsa de valores de Ecuador no existen tantos compradores y vendedores, lo que le hace menos atractivo al mercado local, para actividades con rendimientos corto plazistas; lo contrario podría pasar con el inversionista de largo plazo, cuyo objetivo es encontrar rendimientos en tiempos más prolongados. En el año 2022 la Asamblea Nacional de Ecuador aprueba 4) la Ley Orgánica para el Desarrollo, Regulación y control de los Servicios Financieros Tecnológicos o también llamada la Ley Fintech, en el art 3 y 5 de la normativa establecen el ámbito de aplicación, los cuales son:

- “... i) Infraestructuras tecnológicas para canalizar medios de pago;
- ii) Servicios financieros tecnológicos;
- iii) Sociedades especializadas de depósitos y pagos electrónicos;
- iv) Servicios tecnológicos del mercado de valores; y, (lo resaltado me corresponde)
- v) Servicios tecnológicos de seguros.”

El artículo 8 de la Ley Fintech, establece que las instituciones encargadas del control del cumplimiento de la normativa son: 1) El Banco Central del Ecuador, 2) La Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros y 3) La Superintendencia de Bancos o la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria en el ámbito de sus competencias; sin embargo, en el artículo 8.7 del Código Orgánico Monetario y Financiero, establece que el control de estas compañías estará a cargo de la Superintendencia de Compañías Valores y Seguros.

En el análisis normativo que realiza Ochoa Castillo, S (2024), manifiesta que, si bien la normativa actual regula la actividad del trading dentro del país, sin embargo esa normativa es local, no existe normativa o regulación alguna para compra-venta de activos financieros en plataformas internacionales en el contexto tributario, la personas que se benefician del trading no pagan impuestos, lo hicieran, si compraran o vendieran activos financieros en la plataformas o con brokers locales, es decir, realizar trading es una actividad que no está prohibida, sin embargo, no existe regulación en materia tributaria; sin embargo, para las plataformas que ofrecen servicios financieros dentro del mercado de valores local si los hay, no existen tributos para los traders que compran o venden con brokers o plataformas internacionales, a más de impuestos por salida de divisas (ISD) que no representa un impuesto directo a la beneficios del trading, y es que regular esta actividad será un desafío para el sistema tributario ecuatoriano.

### **Sustento Teórico**

#### **Métodos Lineales**

Por su fácil interpretación, tienen ventaja sobre otros modelos, por ejemplo, los modelos ARIMA o ARIMAX, con la entrada en los años 90 con los modelos ARCH y Garch se da más importancia a lo volatilidad de los datos, sin embargo, es frecuente que los

errores estimados tengan exceso de curtosis. (Frances y Ghijssels. 1999, citado por Garcia, M y et al. 2013.)

### *Metodos no Lineales*

Es conocido que el precio de los activos financieros se mueve de forma no lineal, lo cual, algunos autores lo califican de métodos más efectivos para predicción, entre estos están: las Redes Neuronales Artificiales que tienen la facultad de capturar las relaciones no lineales entre los valores de entrada y salida. Zemke, 1999. (citado por Garcia, M y et al. 2013.), plantea que los mercados con menor número de operaciones, son más fáciles de predecir, utiliza técnicas de Aprendizaje Automático para predecir el valor del índice WIG a través de decisiones binarias, las cuatro técnicas que utiliza son: predicción con redes neuronales, clasificador bayesiano, K-nearest neighbor y K-nearest neighbor prediction scrutinized, en su estudio concluyo que mediante la técnica K-nearest neighbor y redes neuronales, con 64% de efectividad, se tienen mejores predicciones, debido a que la bolsa de valores está dominada a su relaciones no lineales de los datos. Por su parte Lu, Chang, Chen y Lee, 2009. (citado por García, M y et al. 2013.), realizan la predicción del índice B-Share de la bolsa de valores de Shanghai utilizando las metodologías MARS (multivariate adaptative regression splines), BPN (backpropagation neutral network), SVR (support vector regression) y MLR (multiple linear regression), en el estudio se concluyó que el Modelo MARS es el que arrojo mejores predicciones en termino de error y precisión que los demás, con un porcentaje de error del 1.5% y precisión del 82%. En otro estudio Gurasen, Kayakutlu y Daim, 2011. (citado por Garcia, M y et al. 2013.), compara 3 modelos para conocer su efectividad, estos son: el multi-layer perceptrón (MLP), el Dynamic artificial neutral network (DNA2) y un modelo hibrido de redes neuronales y Garch, los modelos se evaluaron con el error al cuadrado medio y la desviación absoluta media, y concluyo que el modelo que arroja mejores resultados es el modelo clásico MLP.

### *Modelos Híbridos*

Estos modelos como su nombre lo indica, combinan diferentes técnicas, lineales y no lineales. En un Estudio realizado por Wang, Wang Zhang Guo, 2012. (citado por Garcia, M y et al. 2013.), presenta un modelo hibrido (PHM), que es una combinación de los modelos Arima, exponential smoothing model (ESM) y BPNN, que captura la relaciones lineales y no lineales en una serie de tiempo, se utilizó los datos mensuales de los índices SZII de China y el Dow Jones Industrial Avarage Index (DJIUSA), lo resultados demostraron que con el modelo hibrido PHM entrega mejores salidas en términos de error y precisión que otros modelos como ARIMA, ESM Y BPNN, debido a su robustez. Otro estudio realizado por Dai, Wu y Lu (2012) y que llama la atención debido a los resultados alcanzados en la predicción del índice Nikkei 225 y Shanghai B-share, ya que presenta precisiones mayores al 80%, plantearon un modelo de predicción de series de tiempo mediante la combinación de análisis no lineales de componentes independientes y redes neuronales, sus resultados fueron fantásticos, no solo mejora la precisión de la predicción del enfoque de redes neuronales, si no, que supera los 3 métodos de comparación. Valer, S. (2023) realiza un estudio para predecir el precio de 4 activos financieros (TESLA, S&P500, Bitcoin y Petróleo), utiliza 3 metodologías: 1. Regresión Lineal, 2. Máquinas de vector soporte para la regresión (SVR) y Redes Neuronales (LSTM y GRU), los resultados muestran que ninguno de los modelos arrojan un rendimiento sobresaliente en términos de  $R^2$  al tratar de predecir la serie completa en días, sin embargo si se reduce a la mitad el periodo de predicción, las tendencias resultan predecibles en incluso se puede llegar a obtener precios exactos, de los 3 modelos los de

mejores predicciones, son los basados en redes neuronales. Tinoco-Figueroa, S. (2024), en su estudio “Machine Learning en Mercados Financieros”, presenta un modelo de predicción de precios basado en la “Distancia de Lorentz” y el uso del algoritmo “Vecinos más cercanos Aproximados” para ejercer actividades de trading, es decir, inversiones a corto plazo, aplicado al par de divisas BCH/USD, los resultados muestran una tasa de éxito del 92,86%.

### ***Modelos de Predicción con variables Macroeconómicas***

Existen algunos estudios, que demuestran la significancia de los activos financieros con variables macroeconómicas, como la tasa de inflación, la tasa de interés, el precio del dólar, el PIB entre otros. Kwon y Shin (citado por García, M y et al. 2013.) en su estudio en base a una prueba de cointegración y otra de causalidad de Granger, encuentra que los índices bursátiles están cointegrados con un conjunto de variables macroeconómicas: índice de producción, tipo de cambio, balanza comercial y la oferta monetaria, que ofrecen relación directa de equilibrio a largo plazo con cada Índice Bursatil; así mismo, Caldas y Pires (citado por García, M y et al. 2013.) evidenciaron a través del uso de variables macroeconómicas como el riesgo país y el principal índice de mercado Brasileño (Ibovespa), con las técnicas econométricas de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y del Método de Generalización de Momentos (GMM), demostraron que la política monetaria, la gestión de la deuda pública, la credibilidad y la reputación, afectan al riesgo país y el desempeño del mercado de valores brasileño.

### ***Selección de Metodología a utilizar***

Debido a que se eligió un proyecto de intervención, se procede a explicar las características del modelo teórico con el que se desarrollara la propuesta. A continuación, se describen las características del método de Tinoco-Figueroa, S. (2024), el cual es la base para desarrollar el proyecto que se plantea.

El método que se utilizará es con base a la metodología propuesta por Tinoco-Figueroa, S. (2024), en el que al modelo de predicción el activo financiero BCH/USD incorporó 2 algoritmos, el primero llamado la “distancia de Lorentz” y el segundo “Vecinos más cercanos aproximados”. Desde la ciencia de datos, la distancia de Lorentz se utiliza como una medida de similitud en conjunto de datos multidimensionales y la de vecinos cercanos más aproximados identifica puntos similares en un espacio multidimensional y captura esos puntos para predecir los movimientos; esto ha sido probado en su estudio y ha dado buenos resultados, una tasa de éxito del 92,86%, y con un ratio Sharpe de 0,13; lo que pretende realizar el presente estudio es incluir a dicho método Redes Neuronales Recurrentes para mejorar la capacidad de predicción y los retornos esperados con relación al riesgo asumido, pues conocemos que según la teoría la aplicación de Redes Neuronales Recurrente ha mejorado la capacidad de predicción en datos financieros como los estudios de Zemke, (1999), Dai, Wu y Lu (2012), Valer, S. (2023).

## **Método**

### ***Metodología para la recolección y tratamiento de la información***

La metodología que se utilizó para la recolección y tratamiento de datos se basa en la metodología utilizada por Tinoco-Figueroa (2024), la diferencia radica en las herramientas usadas para el tratamiento de la información, el entorno en el que se desarrolló el estudio de Tinoco-Figueroa (2024), fue en Google Colab y la obtención de

datos en Alpaca Markets, en el presente estudio se utilizó la herramienta VSCODE con el intérprete Python 3.11.3(.venv) y se obtuvo la información del bróker MetaTrader5, no se utiliza el mismo entorno y proveedor de datos, debido a que, el proveedor Alpaca Markets no cotiza el par de divisas EUR/USD, es un proveedor que oferta únicamente par de divisas con criptomonedas. Posterior se ordenó la información en un Data Frame con las siguientes variables:

- Open = precio de apertura
- High = precio más alto del día
- Low = precio más bajo del día
- Close = precio de cierre
- tick\_volume = volumen de transacciones

Los datos se obtienen en tiempo real, con una temporalidad de 60 días, con un intervalo de tiempo de 15 minutos, aquí es importante mencionar que, para la obtención de datos en tiempo real, fue necesario trabajar simultáneamente con el aplicativo abierto de MetaTrader5 y VSCODE, de tal forma, que permite enlazar los terminales para su conexión y obtención de datos.

El algoritmo clave del presente estudio es la distancia de Lorenz, para esto se instaló la librería *advanced\_ta* que es una librería para análisis técnico avanzado, una vez importado el módulo se utilizó la función “*LorentzianClassification*”, que permitió obtener la distancia Lorentziana (espacio – tiempo en relatividad), se calculó indicadores técnicos y ordenó en el data frame, estos indicadores son:

- RSI = Mide Fuerza del Movimiento
- WT = Indicador de momentum
- CCI = Detecta sobrecompra/sobreventa
- ADX = Mide fuerza de tendencia
- SMA = Promedio móvil simple

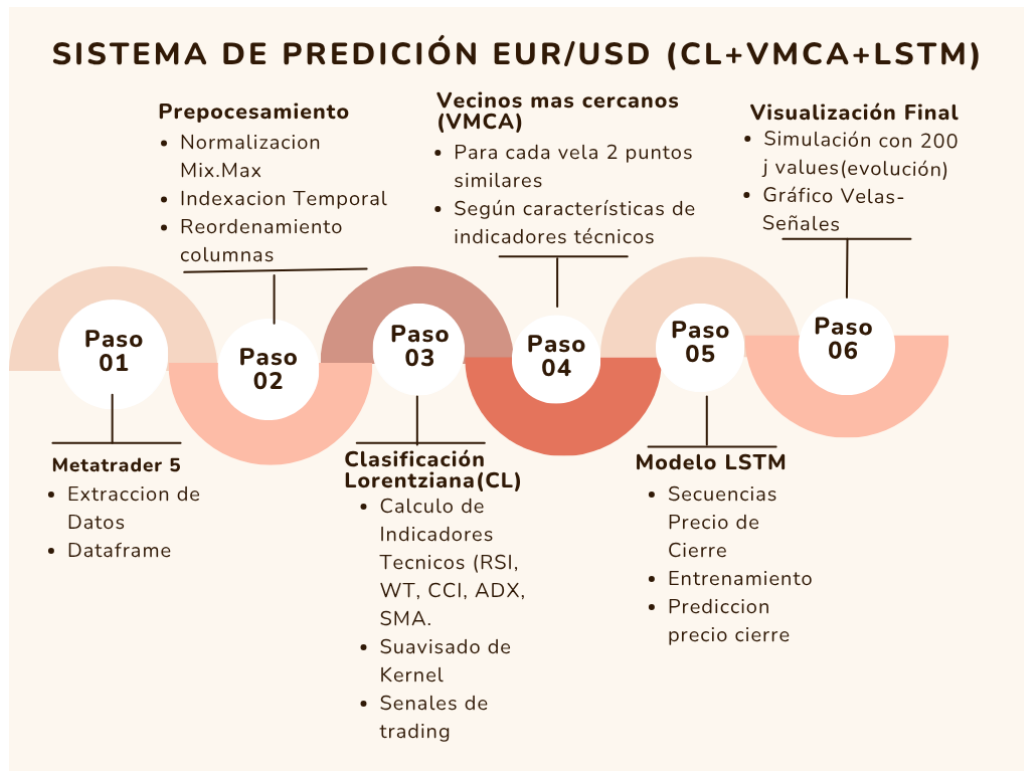
Por otra parte, se utilizó la función *neighborsCount*, con el cual el modelo buscó patrones históricos similares al patrón actual de las últimas 4130 velas, es decir esta función permitió una clasificación basada en vecinos más cercanos aproximados, detectar patrones repetitivos en el mercado, generar señales de trading basadas en comportamiento histórico y evitar el ruido de los datos.

### ***Diagrama Conceptual del Sistema***

El diagrama presentado ilustra la arquitectura modular del sistema de predicción, abarcando desde la fase de adquisición de datos hasta los procesos de modelado, inferencia y evaluación de rendimiento. Esta representación esquemática sintetiza de forma estructurada las funcionalidades operativas del sistema, evidenciando la integración secuencial de componentes analíticos, clasificatorios y predictivos.

**Figura 1**

*Diagrama Conceptual del Sistema*



El diagrama presentado ilustra la arquitectura modular del sistema de predicción, abarcando desde la fase de adquisición de datos hasta los procesos de modelado, inferencia y evaluación de rendimiento. Esta representación esquemática sintetiza de forma estructurada las funcionalidades operativas del sistema, evidenciando la integración secuencial de componentes analíticos, clasificatorios y predictivos.

### **Paso 1**

Se instaló en el terminal de VSCODE e importó los siguientes módulos:

Matplotlib.dates: Manejo de fechas en gráficos de tiempo.

Mplfinance: Librería especializada en gráficos financieros tipo velas.

Chain: Permite concatenar múltiples iterables de forma eficiente.

Warnings: Controla o suprime advertencias durante la ejecución.

Datetime, timedelta, date: Manipulación de fechas y tiempos, útil para series temporales.

MetaTrader5: API oficial para conectarse a la plataforma de trading MetaTrader 5. Permite descargar datos de mercado, enviar órdenes, etc.

Pandas: Manipulación de datos en estructuras tipo DataFrame.

Pandas\_ta: Extensión de pandas para aplicar indicadores técnicos como RSI, SMA, MACD, etc.

Numpy: Cálculo numérico eficiente, especialmente con arrays.

Matplotlib.pyplot: Visualización de datos en gráficos.

Pytz: Manejo de zonas horarias, útil para sincronizar datos de mercado.

Advanced\_ta.LorentzianClassification: Implementa un clasificador basado en funciones de Lorentz, útil para detectar patrones o anomalías en series temporales.

MinMaxScaler: Escala los datos entre 0 y 1, necesario para redes neuronales.

Sequential, LSTM, Dense: Componentes de Keras para construir redes neuronales, en este caso una red LSTM (Long Short-Term Memory), ideal para modelar series temporales como precios financieros.

Mean\_squared\_error, mean\_absolute\_error, r2\_score: Métricas para evaluar el rendimiento del modelo.

Math: Funciones matemáticas estándar (logaritmos, raíces, etc.).

Para lograr la conexión con MetaTrader5 desde VSCODE, fue necesario crear una cuenta demo en el aplicativo, y mantener sesión iniciada para que VSCODE pueda conectar, esto debido a que, MetaTrader5 no gestiona credenciales por si sola y necesita que el terminal de MT5 está abierto y logeado con una cuenta activa.

Se creó listas, que permitan almacenar los resultados e incluirlos en el DataFrame, con el objetivo de evaluar las simulaciones en el testeo previo y verificar los resultados en la predicción, las listas son las siguientes:

total\_trades\_list = Número Total de Operaciones

winning\_trades\_list = Numero de Operaciones Ganadas

lost\_trades\_list = Numero de Operaciones Perdidas

win\_rate\_list = Porcentajes de Numero de Operaciones Ganadas / Numero de Operaciones Perdidas

pips\_acum\_list = Acumulacion de Pips ganados o perdidos por estrategia

real\_pips\_acum\_list = Similar a pips\_acum\_list pero ajustado por costos reales

j\_values = Parametro

sharpe\_ratio\_list = Mide rendimiento ajustado del riesgo

Descarga y Preparación de Datos: Se descargó los datos del bróker metatrader5 y se preparó en un DataFrame.

## **Paso 2**

En base a los 3 algoritmos establecidos se creó un sistema de predicción, lo cual, se explica de la siguiente forma:

Normalización Min-Max: Se realizo la normalización de los datos en una escala entre 0 y 1, esto evita que variable con valores grandes dominen el modelo.

Indexación Temporal: Se organizo los datos según el tiempo, asignando marcas temporales.

Reordenamiento de columnas: Se ordena las columnas, según el siguiente orden: open, high, low, close, tick\_volume.

## **Paso 3**

Creación de bucle sobre valores de j: Dentro del bucle principal se implementó el sistema de predicción, en el que el parámetro "j", cambiara en intervalos de 1, para simular la efectividad de la estrategia.

Clasificación Loretziana: Se aplica un clasificador basado en la distancia de Lorentz, que utiliza indicadores técnicos como el RSI, WT, CCI, ADX y SMA como features, así mismo, se configuran filtros de volatilidad, régimen de mercado y suavizado de Kernel, el objetivo es detectar señales de entrada (posición larga o posición corta)

#### **Paso 4**

Vecinos más cercanos Aproximados: Dentro del clasificador Lorentziano se utilizó la función neighbors=2, este parámetro controla la suavidad y sensibilidad del modelo, con el número 2 se busca un equilibrio entre precisión y generalización, comparando cada punto con sus 2 vecinos más cercanos en el espacio Lorentziano.

#### **Paso 5**

Normalización y Modelado LSTM: Se normaliza los precios de cierre para modelar la dinámica temporal del precio y se crean secuencias para entrenar la red neuronal LSTM, que predecirá el próximo valor de cierre, entre más simulaciones tenga el modelo, mejor entrenado estará.

Construcción de trades: Se crea un DataFrame para registrar cada señal detectada

Evaluación de Señales: Se compara cada señal para determinar si fue ganadora o perdedora

Cálculos de Pips acumulados: Se suman los pips obtenidos para cada operación del mismo tipo, esto permite evaluar la rentabilidad acumulada.

Entrenamiento del modelo: Se ajustan parámetros internos, para que las predicciones del modelo se acerquen lo más posible a los valores reales, proceso de aprendizaje de la red neuronal.

#### **Paso 6**

Visualización final: Una vez que se ha simulado el modelo con 200 valores de  $j$  (parámetro), se evalúa el sistema de predicción desde el punto de vista estadístico y financiero, para conocer su robustez y rentabilidad.

A continuación, se exponen los indicadores, que servirán para evaluar el modelo:

- Error cuadrático medio (MSE): Se espera un valor cerca de 0, pues eso nos dirá que el modelo predecirá muy cerca de los valores reales.
- Error de Raíz cuadrada Media (RMSE): Se espera un valor cerca de 0, pues es nos dirá que el modelo predice con precisión
- Error Absoluto Medio (MAE): Se espera un valor cercano a 0, esto confirmara la idea de que el modelo predice por los menos muy cerca a los valores reales.
- Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ): Se espera un valor cercano a 1, pues nos dirá que el modelo captura bien la estructura del mercado, es decir los algoritmos están entendiendo de manera precisa la dinámica del activo financiero.
- Tasa de Éxito: Se espera una tasa mayor al 85%, esta quiere decir que de cada 10 operaciones ejecutadas 8,5 son exitosas, si bien la tasa de éxito en el estudio de Tinoco-Figueroa S. (2024), fue de 92,86%, una tasa mayor al 85%, es una tasa muy aceptable, sin embargo, se intentará, mejorar la tasa de mencionado estudio.
- Ratio de Sharpe: Se espera una tasa mayor al 0,5%, esto nos indicará una rentabilidad aceptable con respecto al riesgo asumido, el ratio de sharpe en el estudio de Tinoco-Figueroa S. (2024), fue de 0,13%, si bien se califica de una tasa aceptable por el número de pips acumulados, sin embargo, se intentará mejorar la tasa.
- Pips Acumulados: Se espera pips positivos, pues esto nos dirá que la estrategia está siendo rentable.
- Pips Acumulados Reales: A diferencia de los pips acumulados, se toma en cuenta los costos reales de cada operación, al igual, se espera pips positivos.

## Resultados

### Resultados del Levantamiento de Información

Con una temporalidad hasta de 60 días, se obtienen 4223 velas (la Tabla 1 muestra las primeras 5 velas), las cuales tienen 8 columnas. La variable “time” aparece en formato UNIX timestamp, y se consigue de los datos más actuales al momento de realizar la ejecución del Código.

**Tabla 1**

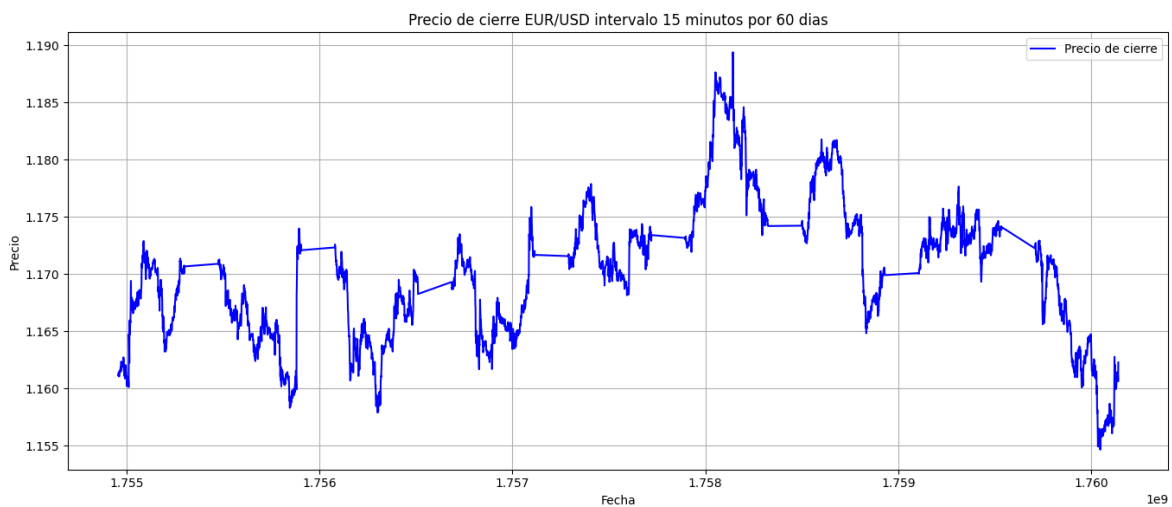
*Data Frame a 15 minutos por 60 días*

No Vela	time	open	high	low	close	tick_volum e	sprea d	real_volum e
	175495680	116.06	116.12	116.06	116.11			
0	0	8	3	7	4	20	51	0
	175495770	116.11	116.11	116.10	116.11			
1	0	4	8	0	4	90	45	0
	175495860	116.11	116.13	116.10	116.12			
2	0	4	0	5	7	249	30	0
	175495950	116.12	116.14	116.10	116.14			
3	0	7	9	9	0	179	29	0
	175496040	116.13	116.18	116.12	116.14			
4	0	9	2	2	1	553	8	0

Como se observa en la tabla 1 - vela No “0” de la variable “tick volume” es igual a 20, lo cual muestra “baja actividad”, es decir pocos compradores y vendedores, con un spread alto No “51” lo que infiere que en esa vela hubo baja liquidez, es importante mencionar que el spread es la diferencia entre el precio de compra y el precio de venta; observamos que el “real\_volume” está en 0, lo que significa que el bróker MetaTrade5 no tiene información de la variable.

**Figura 2**

*Precio de Cierre EUR/USD intervalo 15 minutos por 60 días*



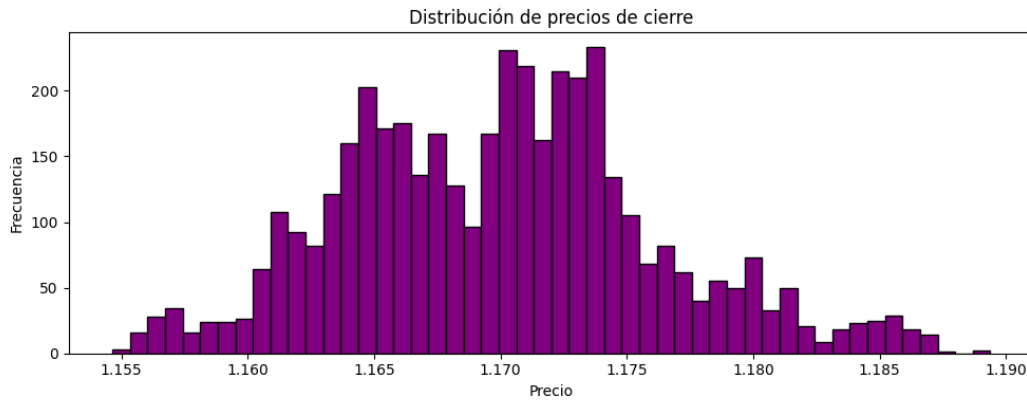
La Figura 2 muestra el movimiento del precio de cierre del activo EUR-USD, el cual, presenta valor mínimo - máximo de 1.15463 y 1.18948 respectivamente, es decir, diferencia de 348,5 Pips (Punto porcentual o unidad mínima de variación de precio) durante el periodo de 60 días, dependiendo del tamaño del lote, esto puede considerar una ganancia o pérdida considerable.

Considerando que el par de divisas EUR-USD en condiciones normales, mantiene su estabilidad, sin embargo, dicho par de divisas ha mostrado volatilidad en el mercado, evidenciándose su sensibilidad ante eventos económicos o políticos.

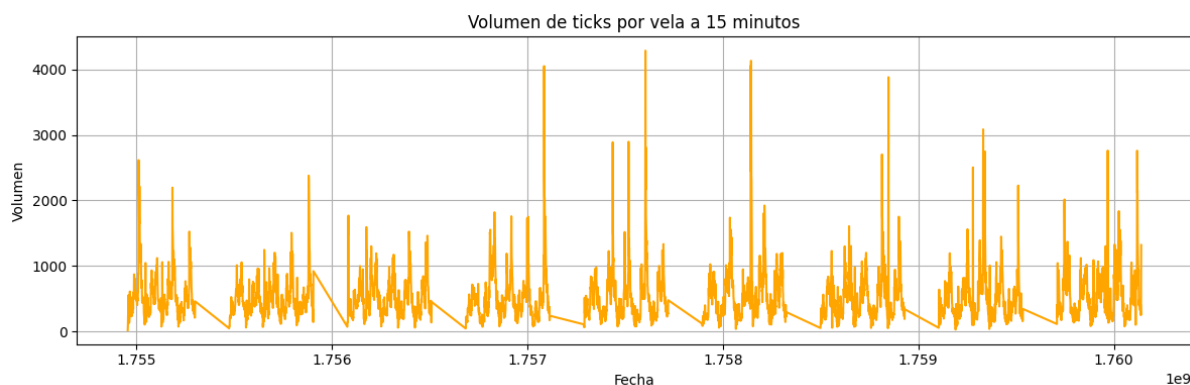
Seguidamente, la Figura 3 muestra el tipo de distribución que sigue el par de divisas EUR-USD, se trata de una distribución normal, esto quiere decir que tiene forma de campana o es aproximadamente simétrica; sugiere que aunque el precio pico más común ha sido alrededor de 1.17000 durante los 60 días, la amplitud del histograma (desde 1.15463 y 1.18948) muestra variaciones significativas, esto respalda la idea de un mercado con volatilidad moderada-alta; sin embargo, su simetría demuestra que los precios fueron relativamente equilibrados, es decir, sin sesgo extremo del tipo de cambio.

### Figura 3

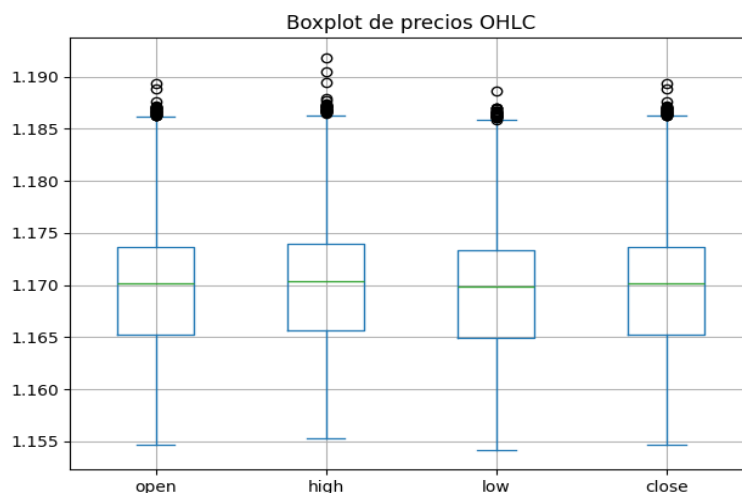
#### *Distribución de precios de cierre*



En la Figura 4 se observa el nivel de actividad en cada vela, se evidencia que existen momentos donde la actividad supera los 4000 ticks, es decir ha habido más de 4000 operaciones de compra-venta en dicha vela, lo que demuestra alta participación de inversionistas, por el contrario, hay momentos en donde se evidencia baja participación, lo que, puede demostrar consolidación del precio o bajo interés de los inversionistas.

**Figura 4***Volumen de ticks por vela a 15 minutos*

Ahora bien, en la Figura 5 se presenta un “Boxplot” o “Diagrama de Caja” con las variables del Dataframe (a excepción de tick\_volumen, por la escala de los datos), para visualizar la distribución estadística de los datos, la línea verde muestra la mediana, la caja muestra donde se concentra el 50% de los datos, los bigotes o línea azul la extensión de los datos, y los puntos negros, los datos atípicos u outliers.

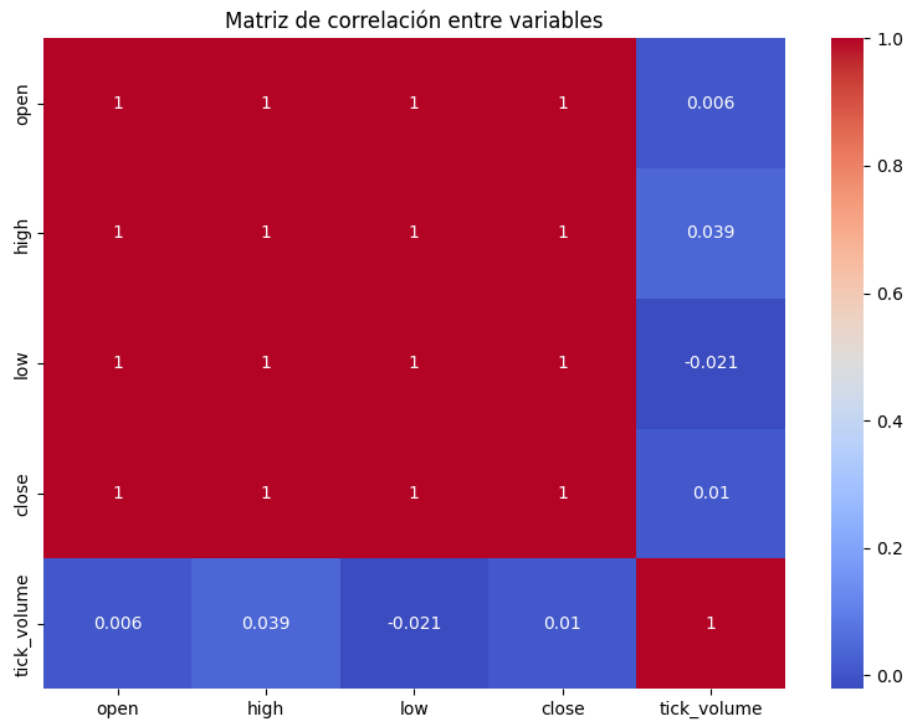
**Figura 5***Boxplot de precios OHLC*

Se evidencia que existe baja dispersión de los datos, pues la mediana y la caja esta alineada en todas las variables, lo que sugiere simetría y ausencia de ruido fuerte, es decir, comportamiento coherente y estable de los datos, sin embargo, existen datos atípicos lo que indica presencia de movimientos extremos en ciertas velas, lo que demuestra alta volatilidad o rupturas bruscas.

En la figura 6 se muestra la correlación existente entre las variables del DataFrame; las variables “open”, “high”, “low” y “close” están perfectamente correlacionadas entre sí, por el contrario, “tick\_volumen”, presenta correlaciones muy bajas con las demás variables, lo que indica que puede haber alta actividad sin grandes movimientos de precio.

**Figura 6**

Matriz de correlación entre valores



A continuación, se presenta una tabla resumen en donde se determinan los hallazgos claves del análisis efectuado:

**Tabla 2**

Resumen de Hallazgos Clave por Figura

Grafico	Variable	Hallazgos Clave
Precio de cierre EUR/USD (15 min, 60 días)	Precio de cierre	Valor mínimo (1.15463) – máximo de (1.18948), diferencia de 348,5 Pips durante de 60 días (oportunidad)
Histograma de precios de cierre	Precio de cierre	Mercado con volatilidad moderada-alta, precios relativamente equilibrados
Volumen de ticks por vela (15 min)	Volumen de transacciones	Momentos de alta participación (4000 ticks por vela), y momentos de baja participación, lo que puede demostrar consolidación del precio

			o bajo interes de los inversionistas (cotización 1,17000).
Boxplot de precios OHLC	Precio de apertura, Precio más alto del día, Precio más bajo del día, Precio de cierre	de	Baja dispersión de los datos, simetría y ausencia de ruido fuerte, sin embargo, existen datos atípicos lo que indica presencia de movimientos extremos en ciertas velas (oportunidad)
Matriz de correlación entre variables	Precio de apertura, Precio más alto del día, Precio más bajo del día, Precio de cierre, Volumen de Transacciones	de	Variables “open”, “high”, “low” y “close” perfectamente correlacionadas entre sí, por el contrario, “tick_volumen”, presenta correlaciones muy bajas, la cantidad de transacciones que se haga en una vela no explica el movimiento del precio.

### Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados, el proyecto ha sido exitoso en cuanto a la robustez estadística, sin embargo, en cuanto a las métricas de rentabilidad a presentado falencias; por la característica del activo financiero empleado para el modelo, según el diagnóstico inicial presentó estabilidad y solo en ciertos momentos volatilidad, por lo que, si bien, el sistema demostró solidez en la capacidad de predicción estadística, pero no fue capaz de capturar los movimientos bruscos del mercado, para generar rentabilidad aceptable en base al riesgo asumido. Al igual que la metodología de Tinoco Figueroa S. (2024), se recogieron los datos históricos de los últimos 60 días, con un intervalo de tiempo de 15 minutos, es decir, se obtuvieron 4223 velas o registros de datos; esta información permitió analizar y entrenar al modelo propuesto, se realizaron 200 simulaciones en el sistema VSCODE con los resultados que se exponen a continuación:

#### Métricas de Desempeño Estadístico

Error Cuadrático Medio: El resultado obtenido en las 200 simulaciones fue muy bajo o cercano a cero, de 0,0000 esto demuestra que los valores predichos están bastante cerca de los valores reales, es decir, una excelente capacidad predictiva.

Raíz cuadrada del Error Cuadrático Medio: Al igual que el anterior indicador, presento valores muy bajos oscilando en las 200 simulaciones entre los valores de 0,00067 a 0,00096, lo que corrobora lo manifestado, el sistema predice bien en términos estadísticos.

**Error Absoluto Medio:** Esta métrica que indica cuanto se equivoca el modelo en promedio, obtuvo valores muy cercanos a cero, en las 200 simulaciones oscilan entre 0,00047 y 0,00060, significa que el modelo tiene muy buena capacidad predictiva.

**Coefficiente de Determinación  $R^2$ :** En las 200 simulaciones presentó valores mayores al 0,98%, lo que significa que el modelo explica el 98% de la varianza, es decir, tiene un excelente ajuste.

**Tasa de Éxito:** Con 254 operaciones abiertas, se evidencio 226 operaciones ganadas y solamente 28 operaciones perdidas, es decir, una tasa de éxito del 88,98% en la mejor simulación, sin embargo, hay que destacar que en la peor simulación la tasa de éxito no bajo del 87%, lo que, demuestra que la tasa de éxito es muy alta e indica que las predicciones están fuertemente correlacionadas con los valores reales. Si bien la tasa es menor al 92,86% de Tinoco Figueroa S. (2024), sin embargo, es importante destacar que en las 200 simulaciones la tasa de éxito se comportó coherente y estable, bajando en un solo punto porcentual, a diferencia del estudio en mención en donde en una simulación se demuestra una tasa de éxito del 84,62%, es decir disminuye más de 8 puntos porcentuales.

#### *Métricas de Desempeño de Rentabilidad*

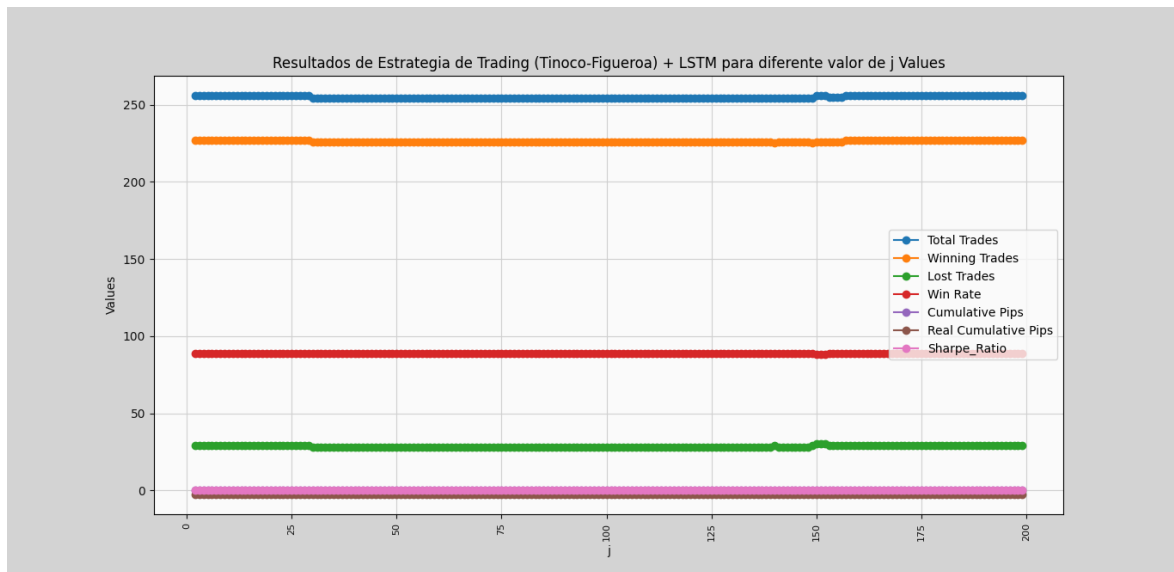
**Pips Acumulados:** El valor máximo de los pips acumulados se da en la interacción  $j = 2$ , con apenas 0,001695 pips, lo cual indica una rentabilidad marginal. Este resultado sugiere que, aunque el modelo puede estar acertando direcciones, la magnitud de los movimientos aprovechados es insuficiente para generar beneficios operativos relevantes.

**Pips Acumulados Reales:** Los pips acumulados reales presentan un valor negativo de -2.54, lo que evidencia que la estrategia no logra superar los costos operacionales ni compensar el riesgo asumido. Este resultado refuerza la necesidad de revisar los filtros de entrada/salida, el ratio riesgo/beneficio, y la estructura de gestión de operaciones.

**Ratio de Sharpe:** El Ratio de Sharpe máximo alcanzado es de 0.05 en la interacción  $j=2$ , un valor muy por debajo del umbral mínimo aceptable (usualmente  $\geq 1.0$ ). Esto indica que la estrategia no está generando retornos ajustados al riesgo de manera eficiente, y que el modelo, aunque preciso en predicción, no traduce esa precisión en rentabilidad neta.

**Figura 7**

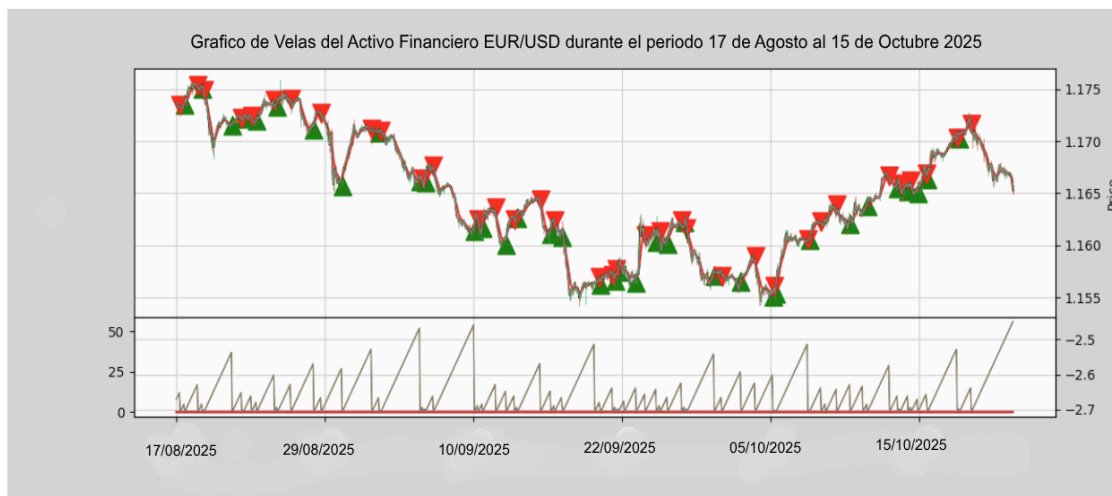
*Resultados de Estrategia de Trading (Tinoco-Figueroa) + LSTM para diferente valor de j values*



La Figura 7 muestra que, a lo largo de las 200 simulaciones realizadas, cada valor del parámetro  $j$  genera más de 250 operaciones. Se observa una tendencia consistente: el número de operaciones ganadoras supera las 220, mientras que las operaciones perdedoras se mantienen por debajo de 30. Esto se traduce en una tasa de éxito superior al 87%, lo cual evidencia una alta capacidad de predicción estadística por parte del modelo. No obstante, al analizar métricas de rentabilidad como el Ratio de Sharpe y los Pips Acumulados Reales, se confirma que, a pesar de la precisión direccional, la estrategia no logra traducir esa ventaja en beneficios netos. Esto sugiere que el sistema, aunque eficaz en términos de predicción, no es rentable operativamente, posiblemente debido a factores como el manejo del riesgo, los costos transaccionales o la estructura de salida de las operaciones.

## Figura 8

Gráfico de Velas del Activo Financiero EUR/USD durante el periodo 17 de agosto al 15 de octubre 2025



La Figura 8 representa un gráfico de velas con datos de 60 días con un intervalo de 15 minutos, en el cual según la estrategia planteada nos indica: triángulo rojo, existe tendencia bajista es decir el precio cerro mas bajo en la pugna entre compradores y vendedores (señal de venta); del mismo modo, el triángulo verde indica tendencia alcista el precio cerro mas alto (señal de compra).

## Discusión

La metodología planteada por Tinoco-Figueroa S. (2024), analizo un activo financiero de alta volatilidad (BTC/USD), al parecer el enfoque planteado captura de mejor forma los cambios de mercado, a diferencia de un activo con mayor estabilidad como el analizado en esta investigación (EUR/USD), que aunque el sistema capturó de buena forma la capacidad de predicción, sin embargo, no capturo información relevante como, cuando entrar o salir de una posición, sería interesante entonces, probar el sistema propuesto con un activo financiero de alta volatilidad

Conforme a los objetivos establecidos en la presente investigación, el modelo propuesto ha demostrado un desempeño estadístico satisfactorio, evidenciado en métricas de ajuste y precisión que validan su capacidad predictiva en términos cuantitativos. No obstante, al evaluar su aplicabilidad práctica en escenarios reales de inversión, se observó que dicho desempeño no se tradujo en una rentabilidad creciente sostenida en el tiempo.

Esta discrepancia sugiere que, si bien el modelo es técnicamente robusto desde una perspectiva estadística, aún presenta limitaciones en su capacidad para generar beneficios económicos tangibles, lo cual plantea la necesidad de futuras mejoras orientadas a optimizar su eficacia financiera

Por lo tanto, los resultados obtenidos en esta investigación evidencian una alta capacidad predictiva del modelo propuesto, aunque limitada rentabilidad operativa. Esta paradoja plantea oportunidades concretas para el desarrollo futuro, tanto en el ámbito

técnico como en el académico. A continuación, se presentan las líneas de trabajo recomendadas:

### **Propuestas**

#### *Optimización Operativa y Modularización*

Se propone incluir al diseño de un sistema de validación modular, filtros operativos dinámicos, ajustables por sesión horaria, volumen transaccional y volatilidad. Esta arquitectura permitiría adaptar las señales generadas por el modelo a las condiciones reales del mercado, reduciendo la exposición a escenarios de baja liquidez o alta incertidumbre. Además, se recomienda encapsular la lógica de simulación en funciones reutilizables que faciliten la automatización de pruebas y la exportación de métricas clave.

#### *Integración de Métricas Geométricas y Causalidad*

Finalmente, dado el interés en modelos geométricos como la Clasificación por Distancia de Lorentz, Vecinos más cercanos aproximados, se plantea incorporar métricas de curvatura y distorsión temporal para evaluar la estabilidad de las señales en función del comportamiento histórico del activo. Esta integración permitiría construir un marco de causalidad operativa, en el que las decisiones de entrada y salida no solo respondan a patrones estadísticos, sino también a estructuras geométricas del mercado.

### **Limitaciones**

Aunque se logró el cumplimiento de los objetivos planteados, sin embargo, a continuación, se presentan las limitaciones que hubo durante el desarrollo del proyecto: Siguiendo la metodología de Tinoco Figueroa S. el trabajo se realizó con un horizonte temporal de 60 días y con un intervalo de tiempo de 15 minutos, aunque se obtuvieron 4223 velas, lo que pudiera no ser representativo.

Aunque se establecieron filtros de volatilidad, al parecer la metodología planteada por Tinoco-Figueroa S. (2024), captura esa característica de mejor manera para un activo de alta volatilidad, mas no para un activo con mayor estabilidad, por lo que, sería importante establecer un módulo de validación modular que permita activar y desactivar filtros operativos según la sesión, volumen o volatilidad.

## **Referencias**

- Arana, C. (2021). *Redes neuronales recurrentes: Análisis de los modelos especializados en datos secuenciales*. Universidad del Centro de Estudios Macroeconómicos de Argentina (UCEMA), <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/238422/1/797.pdf>
- Carbo, S., Ganuza, J.J., Peña, D., & Poncela, P. (2023). *Análisis Financiero y Big Data: Aprendizaje Automático aplicado a la compraventa de criptomonedas*. Universidad Autónoma de Madrid. <https://portalcientifico.uam.es/es/es/ipublic/item/10417406>.
- Código Tributario Interno. (2005), de la Republica del Ecuador. <https://www.gob.ec/regulaciones/codigo-organico-tributario>
- da Silva, R. B. S. (2016). Abordagem histórica da bolsa de valores. *Maiêutica - Estudos Contemporâneos Em Gestão Organizacional*, 4(1). [https://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/GESTAO\\_EaD/article/view/1590](https://publicacao.uniasselvi.com.br/index.php/GESTAO_EaD/article/view/1590)

- Enriquez, J. (2022). Regulación en la Ley de Mercados de Valores sobre el Bitcoin, trading y criptomonedas, frente al derecho de seguridad jurídica. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/14496>
- Fresneda, N. (2023), *Iniciación al Trading*. Universidad Miguel Hernandez de ELICHE. <https://dspace.umh.es/bitstream/11000/29734/1/TFG-Fresneda%20Campoy%2c%20Naiara.pdf>
- García, M., Jalal, A., Garzon, L., & López, J. (2013). Métodos para predecir índices bursátiles. *Ecos De Economía*. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-42062013000200003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-42062013000200003&script=sci_arttext)
- Código Orgánico Monetario Financiero – Libro II - Ley de Mercado de Valores. (2014), de la Republica del Ecuador. <https://www.cosedo.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/LEY-MERCADO-VALORES.pdf>
- Ley orgánica de Comercio Electrónico, Firmas y Mensajes de Datos. (2002), de la Republica del Ecuador. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/Ley-de-Comercio-Electronico-Firmas-y-Mensajes-de-Datos.pdf>
- Ley Orgánica para el Desarrollo, Regulación y control de los Servicios Financieros Tecnológicos - Ley Fintech. (2022), de la Republica del Ecuador. [https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wpcontent/uploads/2023/01/RO\\_221\\_222\\_0215S2.pdf](https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wpcontent/uploads/2023/01/RO_221_222_0215S2.pdf)
- Maldonado, P. (2025), El milenial que hace dinero con derivados bancarios. *Revista Forbes Ecuador*, 7. <https://www.forbes.com.ec/money/el-milenial-hace-dinero-derivados-bancarios-n70729>
- Naranjo, K., & Gonzalez, G. (2022). El efecto de las emociones en las operaciones de trading de criptomonedas. <https://sophia.ugca.edu.co/index.php/contexto/article/view/1368/1791>.
- Ochoa Castillo, M (2024) La regularización del trading como actividad económica y su incidencia en el sistema tributario ecuatoriano. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12591>
- Pineda, C. (2022). *Aprendizaje automático y profundo en Python*. Ra-Ma Editorial.
- Schurmann, N. (2024), *Ultimate Python – Un libro para principiantes fácil de seguir*.
- Serrano Ruiz, F. (2024). *Day trading y operativa bursátil para dummies*. Ediciones HOEPLI.
- Soluciones Coherentes, Inc. (2025), El papel de la IA en el modelado y la previsión financiera. <https://www-coherentsolutions-com.translate.google/insights/ai-in-financial-modeling-and-forecasting? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc>
- Tinoco-Figueroa, S. (2024). Machine learning en mercados financieros: generando predicciones mediante la clasificación lorentziana y vecinos más cercanos aproximados. [Trabajo de obtención de grado, Tlaquepaque, Jalisco: ITESO]. <https://hdl.handle.net/11117/11403>
- Valer, S. (2023). *Predicción precios de Activos Financieros Empleando Aprendizaje Automático*. Universidad de Catabria. <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/30241>

**IMPLEMENTACIÓN DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD CIBERNÉTICA Y DE LA INFORMACIÓN EN ENTIDADES FINANCIERAS SUPERVISADAS POR EL BANCO CENTRAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA**  
**IMPLEMENTATION OF THE CYBERSECURITY AND INFORMATION SECURITY REGULATION IN FINANCIAL INSTITUTIONS SUPERVISED BY THE CENTRAL BANK OF THE DOMINICAN REPUBLIC**

**Luis Rafael Villalona Mateo**

Universidad Internacional Iberoamericana, República Dominicana

[[luis.villalona@doctorado.unini.edu.mx](mailto:luis.villalona@doctorado.unini.edu.mx)] [<https://orcid.org/0009-0009-8780-8160>]

**Ernesto Bautista Thompson**

Universidad Internacional Iberoamericana, México

[[ernesto.bautista@unini.edu.mx](mailto:ernesto.bautista@unini.edu.mx)] [<https://orcid.org/0000-0001-5219-6891>]

---

**Información del manuscrito:**

**Recibido/Received:** 05/11/2025

**Revisado/Reviewed:** 02/06/2026

**Aceptado/Accepted:** 23/06/2026

---

**RESUMEN**

**Palabras clave:**

Gestión de Proyectos; Seguridad Cibernética y de la Información; Ciberseguridad; Sector Financiero; Regulación Tecnológica.

Esta investigación aborda, de manera rigurosa y crítica, la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en las entidades financieras supervisadas por el Banco Central de la República Dominicana, estableciendo un marco analítico que permite identificar, evaluar y proponer soluciones a las principales limitantes que afectan su cumplimiento. A través de un enfoque metodológico mixto, sustentado en datos empíricos y análisis correlacional, se evidencian brechas significativas en áreas como la cultura organizacional en ciberseguridad, la capacitación del talento humano, la modernización tecnológica, la coordinación interinstitucional y la claridad normativa. Los hallazgos revelan que, aunque existe un avance en la adopción del reglamento, persisten desafíos estructurales que requieren intervenciones estratégicas para garantizar una implementación efectiva y sostenible. Como resultado, esta investigación pretende generar productos científicos de alto valor práctico, tales como un manual de implementación, una metodología de evaluación y un análisis costo-beneficio, que permiten a las instituciones financieras tomar decisiones informadas y estratégicas. Estos aportes posicionan esta investigación como una herramienta de referencia para el fortalecimiento de la resiliencia digital, y como un punto de partida para futuras investigaciones que deseen profundizar en la gobernanza de la ciberseguridad, la eficacia regulatoria y la transformación digital en contextos similares. En consecuencia, esta obra se proyecta como una contribución sustantiva al desarrollo de políticas públicas, al diseño de marcos normativos más robustos y a la consolidación de una cultura de seguridad cibernética tanto a nivel nacional como internacional.

---

**ABSTRACT**

**Keywords:**

Project Management,  
Cybersecurity and Information  
Security, Cybersecurity, Financial  
Sector, Technological Regulation.

This research rigorously and critically addresses the implementation of the Cybersecurity and Information Security Regulation in financial institutions supervised by the Central Bank of the Dominican Republic, establishing an analytical framework to identify, evaluate, and propose solutions to the main limitations affecting its compliance. Through a mixed methodological approach, supported by empirical data and correlational analysis, significant gaps are revealed in areas such as organizational culture in cybersecurity, human talent training, technological modernization, interinstitutional coordination, and regulatory clarity. The findings show that although progress has been made in adopting the regulation, structural challenges persist that require strategic interventions to ensure effective and sustainable implementation. Consequently, the study seeks to produce scientifically rigorous deliverables with substantial practical relevance, such as an implementation manual, an evaluation methodology, and a cost-benefit analysis, enabling financial institutions to make informed and strategic decisions. These contributions position this research project as a reference tool for strengthening digital resilience and as a starting point for future research aiming to deepen governance in cybersecurity, regulatory effectiveness, and digital transformation in similar contexts. Consequently, this work is projected as a substantive contribution to the development of public policies, the design of more robust regulatory frameworks, and the consolidation of a sustainable digital security culture, both nationally and internationally.

---

## Introducción

La transformación digital, impulsada por tecnologías como la inteligencia artificial, la computación en la nube y el Internet de las cosas (IoT), ha incrementado significativamente la exposición del sector financiero a riesgos cibernéticos complejos y persistentes. En este contexto, la literatura científica reciente ha abordado la ciberseguridad desde una perspectiva global, destacando su impacto en la estabilidad financiera y la necesidad de fortalecer los marcos regulatorios. Estudios del Fondo Monetario Internacional evidencian que los riesgos cibernéticos constituyen una amenaza sistémica creciente que requiere no solo regulación, sino también capacidades institucionales para su implementación efectiva (Gaidosch et al., 2026; Ravikumar, 2025). De igual manera, investigaciones del Banco de Pagos Internacionales señalan una evolución hacia enfoques regulatorios orientados a la resiliencia operativa, enfatizando la necesidad de mecanismos estructurados para la gestión del riesgo cibernético en las entidades financieras (Crisanto et al., 2023). En el ámbito regional, estudios del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización de los Estados Americanos evidencian que, aunque se han logrado avances normativos en América Latina, persisten brechas significativas en capacidades técnicas, cultura organizacional y coordinación interinstitucional, lo que limita la implementación efectiva de dichas regulaciones (BID & OEA, 2025; Banco Mundial, 2024). En República Dominicana, este proceso ha sido impulsado por políticas públicas como el programa República Digital, la expansión de la infraestructura de fibra óptica, y el desarrollo de zonas francas tecnológicas, lo que ha permitido una mayor conectividad, innovación y acceso a servicios digitales (Observatorio Nacional de Tecnologías de la Información y la Comunicación (ONTIC-RD, 2020).

En los últimos años, la República Dominicana ha experimentado un crecimiento significativo en su exposición a amenazas cibernéticas, en línea con las tendencias observadas a nivel global. Según datos de FortiGuard Labs, el país registró aproximadamente 5 mil millones de intentos de ciberataques en 2022, cifra que se redujo a cerca de 1,000 millones en 2023, lo que refleja una transición hacia ataques más sofisticados y dirigidos, en los que se prioriza la efectividad sobre el volumen (Fortinet, 2024). Asimismo, en el ámbito financiero, la Superintendencia de Bancos reportó pérdidas superiores a RD\$1,677 millones asociadas a fraudes, especialmente vinculados al uso de tarjetas y canales digitales durante el año 2023 (Superintendencia de Bancos de la República Dominicana, 2024). Estos datos evidencian no solo la magnitud del riesgo cibernético en el contexto dominicano, sino también la creciente complejidad de las amenazas y su impacto directo en la estabilidad del sistema financiero, reforzando la necesidad de enfoques integrales que permitan fortalecer la resiliencia institucional frente a estos desafíos.

En la literatura científica reciente, diversos estudios han analizado la implementación de regulaciones de ciberseguridad en el sector financiero. Kshetri (2021) señala que la adopción de marcos regulatorios fortalece la resiliencia institucional frente a amenazas digitales, aunque su efectividad depende de factores organizacionales y tecnológicos. De manera similar, Bouveret (2019), desde el Fondo Monetario Internacional, sostiene que las regulaciones en ciberseguridad son fundamentales para mitigar riesgos sistémicos, pero su implementación enfrenta brechas significativas, especialmente en economías emergentes. La complejidad técnica, organizacional y normativa exige metodologías que permitan traducir los requerimientos regulatorios en acciones concretas y medibles, es donde radica la importancia de desarrollar las metodologías presentadas en esta investigación, ya que la ausencia de estos enfoques

limita el cumplimiento normativo y la gestión adecuada del riesgo, por lo que el desarrollo de metodologías de implementación resulta clave para fortalecer la eficacia de los programas de seguridad en el sector financiero de la República Dominicana.

En América Latina, investigaciones de la Organización de los Estados Americanos (OEA, 2018) y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020) evidencian que las instituciones financieras presentan niveles heterogéneos de madurez en ciberseguridad, destacándose debilidades en la capacitación del talento humano, la cultura organizacional y la resiliencia de infraestructuras críticas. Estos estudios coinciden en que la implementación normativa no garantiza, por sí sola, una protección efectiva.

En República Dominicana, los esfuerzos por crear un ciberespacio más seguro se remontan a la promulgación de la Ley No. 53-07 sobre Crímenes y Delitos de Alta Tecnología, publicada el 23 de abril de 2007 (Ministerio de Interior y Policía, 2007). Esta legislación marcó un hito al tipificar delitos informáticos y establecer mecanismos de cooperación nacional e internacional para su persecución.

En el ámbito regulatorio, la Junta Monetaria del Banco Central aprobó el Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información mediante la Segunda Resolución del 1 de noviembre de 2018, estableciendo lineamientos obligatorios para las entidades financieras en materia de protección tecnológica, gestión de riesgos y gobernanza de la seguridad digital (Banco Central de la República Dominicana, 2018). Asimismo, se han creado organismos especializados como el Departamento de Investigación de Crímenes y Delitos de Alta Tecnología (DICAT) de la Policía Nacional y la Procuraduría Especializada en Crímenes y Delitos de Alta Tecnología (PEDATEC), encargados de la prevención, investigación y persecución de delitos informáticos, en coordinación con el Ministerio Público y organismos internacionales (Procuraduría General de la República, 2017). Si bien se han producido avances regulatorios significativos con la promulgación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información por parte del Banco Central de la República Dominicana en 2018, la evidencia empírica sobre su implementación efectiva en entidades financieras sigue siendo limitada.

A pesar del crecimiento de la literatura sobre seguridad cibernética y de la información, ciberseguridad y regulaciones en entidades financieras, existe una brecha importante en estudios empíricos que integren un enfoque metodológico mixto para analizar las condiciones reales de implementación normativa en contextos específicos como el sistema financiero dominicano. La mayoría de las investigaciones se han centrado en enfoques normativos o técnicos, sin abordar de manera integral las relaciones entre variables organizacionales, tecnológicas y regulatoria.

En coherencia con esta limitación presentada, la revisión de la literatura científica y técnica, tanto a nivel nacional como regional, evidencia una disponibilidad limitada de estudios empíricos que aborden de forma específica la implementación de metodologías y herramientas como las propuestas en esta investigación. En este sentido, el presente estudio aporta un enfoque novedoso que contribuye al desarrollo del conocimiento en el ámbito de la ciberseguridad aplicada al sector financiero. La originalidad del estudio se fundamenta en la incorporación de un enfoque metodológico aplicado y empírico para analizar la implementación del reglamento en el sistema financiero dominicano, desde una perspectiva integral no evidenciada en estudios previos.

Este artículo se inscribe en esa línea de investigación aplicada, así mismo el presente estudio, en donde se está proponiendo una metodología adaptada al contexto dominicano, trata de que las organizaciones en donde se implemente el Programa de Seguridad Cibernética y de la Información cumplan con la regulación, regulación que exige

una respuesta técnica y organizativa robusta. La propuesta metodológica se fundamenta en un enfoque mixto, que permitirá contrastar los hallazgos con las investigaciones previas y aportar evidencia sobre la viabilidad de aplicar modelos de gestión por proyectos en la implementación de programas de seguridad cibernética y de la información en el sector financiero de la República Dominicana.

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que, si bien existe un marco normativo robusto impulsado por el Banco Central de la República Dominicana, así mismo su correcta implementación presenta desafíos muy significativos para la mayoría de las entidades financieras, especialmente aquellas con limitaciones técnicas, presupuestarias o de personal especializado. Del mismo modo, se identificó que el cumplimiento formal o total del reglamento de ciberseguridad no siempre garantiza una protección efectiva contra la evolución de las amenazas del día a día, ni con las amenazas avanzadas, lo que plantea, entre otras cosas que se verán en el desarrollo de este estudio, la necesidad de discutir los mecanismos de evaluación y seguimiento institucional, como también las leyes y regulaciones en seguridad cibernética y de la información del Estado Dominicano.

Este estudio se propone analizar de manera rigurosa las condiciones que obstaculizan la aplicación efectiva del reglamento, partiendo de una perspectiva crítica y multidimensional. Para ello, se han formulado hipótesis generales, que orientan a la investigación, estas son:

1. La insuficiencia de capacidades técnicas especializadas en el personal del área de seguridad cibernética y de la información, limita significativamente la efectividad de la implementación de políticas de seguridad de la información.
2. La ausencia de un marco jurídico robusto, con sanciones claras y mecanismos de supervisión efectivos, reduce la capacidad de cumplimiento normativo en las entidades del sector financiero.
3. El bajo nivel de resiliencia en infraestructuras críticas, especialmente en entidades medianas y pequeñas, incrementa la vulnerabilidad frente a incidentes cibernéticos.
4. Las restricciones presupuestarias dificultan la adopción de tecnologías avanzadas, afectando negativamente la madurez en ciberseguridad institucional.
5. La resistencia al cambio organizacional constituye una barrera estructural para la implementación efectiva de nuevas políticas y procedimientos en materia de seguridad de la información.

Estas hipótesis generales se desagregan en un conjunto de hipótesis específicas, que serán validadas empíricamente mediante un diseño metodológico mixto:

- H1: Las entidades con menor inversión en capacitación técnica presentan mayores brechas de cumplimiento en seguridad cibernética.
- H2: La inexistencia de sanciones legales claras se correlaciona con una menor adopción de estándares internacionales de seguridad.
- H3: Las organizaciones con infraestructuras menos resilientes reportan mayor frecuencia de incidentes de seguridad.
- H4: La disponibilidad presupuestaria está positivamente relacionada con el nivel de implementación tecnológica en seguridad de la información.
- H5: La resistencia al cambio organizacional se asocia negativamente con la efectividad de los procesos de transformación digital y seguridad.

La formulación de hipótesis en este estudio responde a una necesidad metodológica de delimitar con precisión las variables críticas que inciden en la

implementación efectiva del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en el sistema financiero dominicano. Estas hipótesis no solo cumplen una función explicativa, sino que constituyen el eje estructurante del diseño investigativo, al permitir la construcción de un modelo analítico que articula factores técnicos, normativos, organizacionales y presupuestarios. En conjunto, este enfoque permite trascender la mera descripción del fenómeno, avanzando hacia una comprensión profunda y una intervención estratégica basada en evidencia.

En este sentido, esta investigación no solo busca validar las hipótesis planteadas, sino también se pretende generar productos científicos de alto valor práctico que contribuyan al fortalecimiento de la resiliencia digital del sistema financiero dominicano. Se proyecta que para el año 2027, más del 85% de las entidades habrán alcanzado un nivel de cumplimiento superior al 90%, y al menos 60 instituciones lograrán una implementación completa, ampliando significativamente la cobertura de infraestructura crítica protegida (Superintendencia de Bancos de la República Dominicana, 2025).

La estructura del documento se organiza en capítulos que abordan el marco teórico, la metodología, el análisis de resultados, la discusión crítica y las conclusiones, complementados por anexos técnicos que detallan los productos derivados de la investigación. Esta obra se posiciona como una contribución sustantiva al desarrollo de políticas públicas, al diseño de marcos normativos más eficaces y a la consolidación de una cultura de seguridad digital sostenible, tanto a nivel nacional como internacional.

## **Método**

### ***Enfoque metodológico***

El presente estudio se fundamenta en un enfoque metodológico mixto, el cual combina técnicas cuantitativas y cualitativas con el propósito de obtener una visión integral del fenómeno analizado. Este enfoque permite abordar simultáneamente la medición objetiva de variables y la interpretación contextual de los procesos organizacionales, facilitando una comprensión más completa de la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en el sector financiero dominicano. La integración de ambos enfoques responde a la necesidad de analizar no solo el nivel de cumplimiento normativo, sino también los factores estructurales que condicionan dicho proceso.

El enfoque cuantitativo se orienta a la recolección y análisis de datos medibles relacionados con variables clave como el cumplimiento normativo, la inversión tecnológica y la capacitación del talento humano, permitiendo identificar patrones y relaciones mediante técnicas estadísticas. Por su parte, el enfoque cualitativo permite profundizar en las percepciones, experiencias y dinámicas organizacionales de los actores involucrados, aportando una comprensión contextual del fenómeno que no puede ser captada únicamente a través de datos numéricos. Esta complementariedad metodológica fortalece la capacidad explicativa del estudio.

La adopción de un enfoque mixto se sustenta en la literatura metodológica, que establece que la combinación de datos cuantitativos y cualitativos permite una mayor validez y profundidad en la investigación, al integrar distintos tipos de evidencia en el análisis del problema (Creswell & Plano Clark, 2018). Asimismo, este enfoque facilita la triangulación de la información, entendida como el uso de múltiples fuentes y métodos para corroborar hallazgos, lo cual contribuye a mejorar la credibilidad y consistencia de los resultados (Hernández Sampieri et al., 2014). En este sentido, el enfoque metodológico

adoptado permite no solo describir el estado de la implementación del reglamento, sino también explicar las relaciones entre las variables que influyen en su efectividad en el contexto dominicano.

### ***Diseño de investigación***

La investigación adopta un diseño no experimental, con enfoque transeccional y descriptivo, estructurado en dos fases secuenciales. En la primera fase, de carácter cuantitativo, se aplican metodologías que permiten recolectar datos en un único momento temporal, sin manipular variables, con el objetivo de identificar patrones, relaciones y antecedentes normativos y técnicos sobre la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en el sector financiero dominicano. Las metodologías cuantitativas son fundamentales en investigaciones científicas orientadas a la transferencia de conocimiento, ya que permiten proporcionar datos precisos y confiables. Según Alan Bryman, el uso de métodos estadísticos en la investigación social facilita el análisis de grandes volúmenes de datos, la identificación de patrones y la formulación de relaciones entre variables, lo que contribuye a la robustez de los hallazgos empíricos (Bryman, 2016, pp. 147-148).

La segunda fase, de naturaleza cualitativa, se desarrolla mediante un diseño descriptivo basado en estudios de caso, seleccionados por criterios de relevancia institucional y nivel de madurez en ciberseguridad. Esta fase permite profundizar en las experiencias de los actores involucrados, mediante entrevistas semiestructuradas, encuestas abiertas y ejercicios interpretativos, que aportan una comprensión contextualizada del fenómeno. La investigación cualitativa permite captar las experiencias en su contexto natural, facilitando una comprensión profunda y detallada de los fenómenos estudiados. Luego de consultar diferentes fuentes se pudo concluir que este enfoque es esencial para explorar significados, interpretaciones y dinámicas sociales que no pueden ser captadas mediante métodos cuantitativos, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para estudios exploratorios y descriptivos.

### ***Fases del estudio***

La presente investigación se estructura en un modelo secuencial de dos fases, con el objetivo de abordar el fenómeno de la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información desde una perspectiva integral. Estas fases se articulan metodológicamente para garantizar la coherencia entre los objetivos, el enfoque mixto adoptado y las técnicas de recolección y análisis de datos.

La primera fase corresponde a un enfoque cuantitativo, desarrollado mediante una investigación no experimental con diseño transeccional. Este tipo de investigación permite observar fenómenos en su contexto natural sin manipular variables, y recolectar datos en un único momento temporal (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 151). En esta etapa se aplican estudios exploratorios y documentales, orientados a identificar patrones, relaciones y antecedentes normativos y técnicos sobre la implementación del reglamento en el sector financiero dominicano. Además, se emplean métodos estadísticos que permiten analizar grandes cantidades de datos y establecer relaciones entre variables, lo cual es fundamental en investigaciones orientadas a la transferencia de conocimiento (Bryman, 2016, pp. 149-150).

La segunda fase se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, mediante una investigación descriptiva basada en estudios de caso. Esta metodología permite una comprensión profunda y detallada de los fenómenos estudiados, captando las experiencias y percepciones de los actores involucrados en su contexto natural. Se emplean técnicas como entrevistas semiestructuradas, encuestas abiertas y ejercicios

interpretativos, que aportan evidencia empírica sobre la aplicabilidad del modelo propuesto. Esta fase busca fundamentar las razones que dieron origen a esta investigación y generar conocimiento contextualizado que sirva de base para futuras investigaciones.

Ambas fases se complementan en un diseño secuencial, fortaleciendo la validez interna del estudio y asegurando que los métodos empleados respondan adecuadamente a las preguntas de investigación planteadas. Aunque esta investigación no pretende establecer conclusiones absolutas sobre el fenómeno estudiado, sí busca realizar un primer acercamiento riguroso que contribuya al desarrollo académico y práctico del campo de la ciberseguridad financiera.

### ***Técnica de recolección de datos***

Este estudio se compone de dos fases metodológicas, cada una con técnicas de recolección de datos específicas que responden a los objetivos planteados en el estudio. En la fase cuantitativa, se emplean técnicas de recolección documental y análisis de registros institucionales, orientadas a identificar patrones normativos, niveles de cumplimiento y variables relacionadas con la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en el sector financiero dominicano. Estas fuentes secundarias permiten obtener datos objetivos y verificables, facilitando el análisis estadístico y la comparación entre entidades.

Las encuestas fueron diseñadas para captar información relevante sobre el grado de implementación del reglamento, los desafíos enfrentados, las estrategias adoptadas y la percepción institucional sobre su efectividad. El instrumento principal utilizado fue un cuestionario estructurado compuesto por ítems tipo Likert, diseñado para medir variables claves asociadas a la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información. Se aplicaron de manera directa y confidencial, garantizando el anonimato de los participantes y el resguardo de los datos sensibles compartidos. Esta medida fue esencial para fomentar la participación voluntaria y honesta de los encuestados, quienes accedieron a colaborar bajo el compromiso de que los resultados serían utilizados exclusivamente con fines académicos y de mejora institucional.

Además de las encuestas, se realizó una revisión documental de los instrumentos normativos, políticas internas, informes técnicos y registros de gestión de ciberseguridad disponibles en las entidades participantes. Esta documentación constituyó una fuente secundaria de datos que permitió contrastar y complementar la información obtenida mediante las encuestas, fortaleciendo así la edificación metodológica del estudio. Estos instrumentos permitieron obtener evidencia empírica válida y confiable sobre las variables analizadas en esta investigación.

La validez del instrumento fue determinada mediante validación de contenido, a través de la revisión de expertos en ciberseguridad y gestión de riesgos, quienes evaluaron la pertinencia y coherencia de los ítems. La validez permite asegurar que el instrumento mide adecuadamente las variables del estudio (Cohen et al., 2021).

La confiabilidad del instrumento se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, que permite medir la consistencia interna de los ítems. La confiabilidad asegura que el instrumento produce resultados estables y consistentes en la medición de las variables (Tavakol & Dennick, 2011).

En la fase cualitativa, se aplican entrevistas semiestructuradas a actores clave del sistema financiero, incluyendo responsables de seguridad de la información, auditores internos y representantes regulatorios. Estas entrevistas se complementan con encuestas abiertas dirigidas a personal técnico y administrativo, con el fin de captar percepciones, experiencias y desafíos en la implementación del reglamento. Las técnicas cualitativas

permiten una comprensión profunda del fenómeno en su contexto natural, favoreciendo la interpretación de significados y dinámicas organizacionales.

### **Análisis de datos**

La selección de estas técnicas responde a la necesidad de obtener datos confiables y válidos que permitan realizar un análisis de correlación entre las variables clave del estudio, tales como el nivel de cumplimiento del reglamento, la inversión en infraestructura tecnológica, la capacitación del personal, y la percepción de riesgo. Esta estrategia metodológica busca no solo describir el estado actual de la implementación, sino también identificar patrones y relaciones que contribuyan a la formulación de recomendaciones prácticas para el fortalecimiento de la ciberseguridad en el sistema financiero dominicano.

El análisis de datos se realizó mediante técnicas estadísticas descriptivas y correlacionales, complementadas con un análisis cualitativo interpretativo. Esta combinación permitió identificar relaciones entre variables como cumplimiento, inversión y capacitación.

En la fase cuantitativa, los datos obtenidos a partir de fuentes documentales, registros institucionales y análisis normativo fueron organizados y procesados mediante herramientas como Microsoft Excel. Se aplicaron técnicas de estadística descriptiva para identificar frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central, lo que permitió establecer patrones y relaciones entre variables relacionadas con la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en el sector financiero dominicano.

En la fase cualitativa, se aplicó un proceso de codificación temática a la información obtenida mediante entrevistas semiestructuradas, encuestas abiertas y ejercicios interpretativos. Este análisis se desarrolló siguiendo el modelo espiral propuesto por Hernández Sampieri, en el cual la recolección y el análisis de datos se retroalimentan de forma continua (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 385).

El procesamiento de los datos se sustentó en un enfoque cuantitativo correlacional, orientado a identificar relaciones significativas entre variables clave en la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en el sector financiero de la República Dominicana. Los datos fueron recolectados mediante encuestas aplicadas a responsables del área de ciberseguridad en diversas entidades financieras, seleccionadas por su relevancia institucional y nivel de supervisión. La información obtenida fue complementada con datos técnicos y normativos proporcionados por organismos reguladores como el Banco Central de la República Dominicana y la Superintendencia de Bancos de la República Dominicana, garantizando así la validez y confiabilidad de las fuentes.

Cabe destacar que los datos específicos de las entidades analizadas permanecen bajo estricta confidencialidad, conforme al compromiso ético asumido con los participantes, quienes accedieron a colaborar con el estudio con el propósito de contribuir al desarrollo de conclusiones sólidas y aplicables. El tratamiento estadístico incluyó análisis de correlación para explorar la asociación entre el grado de implementación del reglamento y variables como el nivel de madurez organizacional, la inversión en tecnología, y la capacitación del personal.

### **Población y muestra**

La muestra seleccionada corresponde a un subgrupo representativo de esta población, conformado por instituciones que han avanzado en la adopción de políticas, procedimientos y controles de ciberseguridad, así como por expertos técnicos,

responsables de seguridad de la información y funcionarios reguladores. La selección se realizó mediante un muestreo no probabilístico por criterios, adecuado para estudios exploratorios y cualitativos, donde el interés se centra en la profundidad del análisis más que en la generalización estadística.

Esta investigación se enfoca en el análisis de la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en el sector financiero de la República Dominicana. En este contexto, la unidad de análisis está constituida por las entidades responsables del sector piloto, definido dentro del alcance del reglamento por el Banco Central de la República Dominicana. Estas entidades representan un grupo estratégico de instituciones financieras que han sido seleccionadas para liderar el proceso de adecuación normativa en materia de ciberseguridad, dada su relevancia operativa y su impacto en la estabilidad del sistema financiero nacional.

La población objeto de estudio se compone de tres niveles de observación: (a) las comunidades, entendidas como el conjunto de entidades que conforman el sector piloto; (b) los sujetos, representados por los responsables de ciberseguridad y seguridad de la información dentro de dichas entidades, quienes poseen el conocimiento técnico y estratégico sobre los procesos de implementación del reglamento; y (c) los objetos, definidos como la documentación institucional utilizada para diseñar, implementar y gestionar los sistemas de seguridad cibernética y de la información, incluyendo políticas, procedimientos, informes de auditoría, matrices de riesgos y planes de respuesta ante incidentes.

La muestra seleccionada para este estudio está compuesta por aproximadamente 50 profesionales, entre hombres y mujeres, que ocupan cargos de directores, gerentes y encargados de las áreas de ciberseguridad en las entidades del sector financiero. La selección de esta muestra se realizó bajo criterios de representatividad, experiencia técnica y participación directa en el proceso de implementación del reglamento. La justificación del tamaño muestral se fundamenta en la premisa de que una selección adecuada de la muestra es directamente proporcional a la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 176). En este sentido, se buscó garantizar una cobertura suficiente de los distintos tipos de entidades financieras incluidas en el sector piloto, así como una diversidad de perspectivas que permitieran enriquecer el análisis correlacional propuesto.

La selección de la muestra, compuesta por aproximadamente 50 profesionales con experiencia directa en la implementación del reglamento, responde a un muestreo no probabilístico por criterios, adecuado para estudios de carácter exploratorio y correlacional. Este tipo de muestreo permite obtener información relevante de sujetos clave, garantizando la pertinencia de los datos en relación con el objeto de estudio. La representatividad en este enfoque no se basa en la generalización estadística, sino en la profundidad y calidad de la información obtenida (Hernández Sampieri et al., 2014).

## **Resultados**

La investigación refleja el impacto positivo de la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en el sector financiero de la República Dominicana. A través del enfoque metodológico mixto, se identificaron patrones normativos, brechas operativas, percepciones institucionales y buenas prácticas que permiten comprender el estado antes de la implementación y actual de cumplimiento y los desafíos enfrentados por las entidades reguladas, como muestra la gráfica siguiente.

**Figura 1**

*Impacto de la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la información (Sector Financiero, República Dominicana)*

<b>Antes de la implementación:</b>	
• Cobertura de políticas de seguridad	<b>40%</b>
• Tiempo medio de respuesta ante incidentes	<b>72 horas</b>
• Capacitación del personal	<b>30%</b>
• Protección de infraestructura crítica	<b>Limitada a grandes bancos</b>
<b>Después de la implementación (proyección a 2027):</b>	
• Cobertura de políticas de seguridad	<b>85%</b>
• Tiempo medio de respuesta ante incidentes	<b>24 horas</b>
• Capacitación del personal	<b>75%</b>
• Protección de infraestructura crítica	<b>ampliada a cooperativas, asociaciones y fintech</b>

Como se muestra en la Figura 1, los resultados obtenidos en este proyecto de investigación científica constituyen una consecuencia lógica de los momentos metodológicos previamente descritos, en los que se aplicaron instrumentos validados y se trabajó con una muestra representativa del sector piloto definido por el Banco Central de la República Dominicana. La muestra estuvo integrada por 50 profesionales, hombres y mujeres, que ocupan cargos de directores, gerentes y encargados de áreas de ciberseguridad y seguridad de la información en entidades financieras supervisadas. Inicialmente, se observó un apoyo del 100% en la disposición a participar, sin embargo, durante el proceso de recolección de datos, se presentaron dificultades logísticas para obtener todas las encuestas respondidas, atribuibles a la alta carga laboral de los sujetos participantes y la sensibilidad de la información solicitada.

Las variables evaluadas incluyeron: nivel de cumplimiento del reglamento, inversión en tecnología, capacitación del personal, percepción de riesgo, infraestructura crítica protegida, y fortaleza del marco jurídico. Los resultados obtenidos mediante los instrumentos aplicados revelan que el nivel promedio de cumplimiento del reglamento se sitúa en un 55%, con una desviación estándar de 10 puntos, lo que indica una implementación buena pero aún no homogénea entre las entidades. La inversión promedio en tecnología es, hasta el momento, de RD\$20 millones, con variaciones significativas entre entidades grandes y medianas. En cuanto a la capacitación del personal, se observó un promedio de 40% de cobertura, evidenciando una brecha importante en la formación técnica especializada.

La percepción de riesgo fue evaluada en una escala de 1 a 5, obteniendo una media de 3.5, lo que refleja una conciencia moderada sobre las amenazas cibernéticas, aunque con oportunidades de mejora en la cultura organizacional. La infraestructura crítica protegida mostró un nivel de cobertura del 50%, lo que indica que aún existen vulnerabilidades importantes en los sistemas esenciales del sector financiero. Finalmente, el marco jurídico fue calificado con una media de 3.2 sobre 5, lo que sugiere que, si bien existen avances normativos, aún se perciben debilidades estructurales en la legislación vigente sobre ciberseguridad.

Los resultados del análisis correlacional evidencian relaciones significativas entre variables clave. Por ejemplo, se observó una correlación positiva entre la inversión en tecnología y el nivel de cumplimiento del reglamento ( $r = 0.68$ ), así como entre la

capacitación del personal y la percepción de riesgo ( $r = 0.55$ ), lo que sugiere que una mayor formación técnica contribuye a una mejor identificación de amenazas. Asimismo, se identificó una correlación negativa entre la percepción de riesgo y la cobertura de infraestructura crítica ( $r = -0.47$ ), lo que podría indicar que las entidades con menor protección tienden a subestimar los riesgos reales. Entre los beneficios reportados por las instituciones que han implementado el reglamento se encuentran: reducción de incidentes de ciberseguridad, mejora en la gestión de riesgos tecnológicos, fortalecimiento de la infraestructura de seguridad, y mayor confianza por parte de los clientes y entes reguladores.

En cuanto a las opiniones cualitativas de los responsables de ciberseguridad, se identificaron patrones comunes en las entrevistas y comentarios abiertos. La mayoría de los participantes coincidieron en que el Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información representa un avance necesario, pero señalaron que su implementación enfrenta limitantes estructurales, tales como:

- Falta de capacidades técnicas especializadas en el personal operativo.
- Debilidad del marco jurídico, que aún no contempla sanciones claras ni mecanismos de supervisión robustos.
- Infraestructuras críticas con bajo nivel de resiliencia, especialmente en entidades medianas y pequeñas.
- Limitaciones presupuestarias para la adquisición de tecnologías avanzadas.
- Resistencia al cambio organizacional, que dificulta la adopción de nuevas políticas y procedimientos.

Los participantes también expresaron que, una vez implementado en su totalidad, el reglamento tiene el potencial de mejorar significativamente los indicadores de seguridad cibernética medidos por los órganos reguladores, tales como la reducción de incidentes, mejor tiempo de respuesta ante ataques, y mayor cumplimiento de estándares internacionales. En conjunto, estos resultados constituyen evidencia significativa sobre el estado de implementación del reglamento en las entidades financieras analizadas, permitiendo identificar relaciones concretas entre variables clave en esta investigación.

## **Discusión**

Los hallazgos obtenidos en esta investigación, sustentados en evidencia cuantitativa y cualitativa, permiten identificar que ciertamente existen limitantes en la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en las entidades financieras supervisadas por el Banco Central de la República Dominicana, en donde dichas limitantes tienen raíces profundas en factores históricos, institucionales y económicos. La falta de cultura organizacional en ciberseguridad se relaciona con una visión tradicional de la gestión de riesgos, donde la seguridad digital no ha sido priorizada como componente estratégico. A pesar de avances en concienciación, muchas entidades aún perciben la ciberseguridad como un gasto y no como una inversión, lo que se agrava por limitaciones presupuestarias, especialmente en instituciones medianas y pequeñas que enfrentan altos costos operativos para modernizar sus sistemas tecnológicos.

La implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en la República Dominicana, aprobado por la Junta Monetaria en noviembre de 2018, ha representado un avance normativo significativo en el fortalecimiento de la resiliencia digital del sistema financiero nacional. Sin embargo, los resultados de este estudio

evidencian que persisten limitantes estructurales que obstaculizan su aplicación plena y homogénea.

Asimismo, la infraestructura tecnológica obsoleta representa una vulnerabilidad crítica. Según el Estudio Cyber IF 2023, el 42% de las entidades financieras latinoamericanas reportan que sus sistemas heredados dificultan la implementación de controles modernos de seguridad (World Economic Forum & Marsh McLennan, 2023, p. 27). En el caso dominicano, esta situación se agrava por la desigualdad en la aplicación del reglamento, donde las entidades grandes muestran mayor avance que las medianas y pequeñas.

Este artículo también revela que muchas entidades cuestionan si la implementación del reglamento garantiza una protección total, considerando la alta inversión requerida. Algunas prefieren adoptar marcos internacionales como ISO 27001 o NIST, que consideran más adaptables a sus necesidades. Esta percepción limita la adopción del reglamento como estándar nacional, especialmente en sectores no financieros como el eléctrico y el gubernamental. Asimismo, el informe de la Organización de los Estados Americanos (OEA) publicado en el 2018, sobre ciberseguridad en la banca latinoamericana destaca que muchas instituciones adoptan controles normativos sin lograr una protección integral, lo que coincide con las limitaciones identificadas en esta investigación.

La falta de coordinación interinstitucional y supervisión técnica por parte de los entes reguladores, como el Banco Central y la Superintendencia de Bancos de la República Dominicana, también ha sido señalada como un obstáculo. La ausencia de métricas claras de cumplimiento dificulta la evaluación objetiva del progreso y limita la capacidad de mejora continua. Esta integración de los organismos reguladores limita la capacidad del país para responder de forma articulada ante amenazas cibernéticas. A pesar de la existencia del Equipo Nacional de Respuesta a Incidentes Cibernéticos de la República Dominicana (CSIRT-RD) y del Centro Nacional de Ciberseguridad (CNCS), aún se requiere fortalecer los mecanismos de gobernanza y colaboración entre sectores.

El desconocimiento o interpretación ambigua del reglamento fue una preocupación recurrente entre los encuestados. Esta ambigüedad ha generado incertidumbre sobre los requerimientos técnicos y operativos, lo que justifica la realización de este proyecto.

Las limitaciones presupuestarias también fueron destacadas como una barrera crítica. Las entidades se enfrentan al dilema de invertir en la implementación del reglamento sin tener certeza de que dicha inversión garantizará una protección total. Algunos participantes señalaron que otros marcos como ISO 27001 o NIST ofrecen soluciones más flexibles y adaptadas a sus necesidades, sin requerir una inversión millonaria únicamente para cumplir con el reglamento.

La ausencia de métricas claras de cumplimiento dificulta la evaluación objetiva del progreso. Este estudio propone indicadores específicos que permiten validar la viabilidad económica de la implementación y medir el impacto en la seguridad institucional.

Frente a este panorama, la investigación proporciona una contribución científica significativa mediante la elaboración de un manual de implementación del reglamento, una metodología de evaluación, un análisis costo-beneficio y una guía técnica para los recursos humanos. Estos productos permiten a las entidades validar la viabilidad económica de la implementación, identificar beneficios tangibles y comprender que el cumplimiento del reglamento no solo es una obligación normativa, sino una estrategia efectiva para fortalecer la resiliencia digital.

Según estimaciones basadas en informes técnicos y declaraciones institucionales, más de 100 entidades han iniciado procesos de implementación del reglamento, pero

menos de 30 lo han cumplido al 100%. Se estima que para el año 2027, más del 85% de las entidades habrán alcanzado un nivel de cumplimiento superior al 90%, al menos 60 entidades lograrán una implementación completa, y la cobertura de infraestructura crítica protegida se ampliará significativamente (Superintendencia de Bancos de la República Dominicana, 2025).

Los resultados obtenidos confirman que la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en el sector financiero dominicano está fuertemente condicionada por factores estructurales internos, tales como la inversión tecnológica, la capacitación del talento humano y la madurez organizacional. Este comportamiento se enmarca en un contexto nacional caracterizado por un crecimiento significativo de las amenazas cibernéticas, donde se han registrado más de 242 millones de intentos de ciberataques en el primer trimestre de 2024 y más de 233 millones en el primer semestre de 2025, evidenciando un entorno altamente dinámico y riesgoso. A pesar de que el sector financiero ha realizado inversiones relevantes en ciberseguridad y presenta altos niveles de protección frente a ataques exitosos, persisten brechas en capacidades técnicas y cultura organizacional que limitan la implementación efectiva de los marcos regulatorios. En consecuencia, la investigación aporta evidencia empírica contextualizada que permite explicar las limitantes del sistema financiero dominicano, destacando la necesidad de enfoques metodológicos integrales que faciliten la implementación práctica del reglamento y fortalezcan la resiliencia digital en el país.

## **Conclusiones**

Los resultados obtenidos a partir del análisis empírico permiten evidenciar que la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en el sector financiero supervisado por el Banco Central de la República Dominicana, presentan limitantes estructurales que han permitido validar las hipótesis que hemos analizado en esta investigación, en donde se han identificado obstáculos para la aplicación plena del Reglamento de Ciberseguridad. Datos publicados por la Organización de los Estados Americanos (OEA), a través del estudio titulado Estado de la ciberseguridad en el sector bancario en América Latina y el Caribe, indican que solo el 23% de las entidades financieras han alcanzado una implementación integral del reglamento, mientras que el 54% se encuentra en etapas intermedias y el 23% aún no ha iniciado el proceso formal (Organización de los Estados Americanos (OEA), 2023, pp. 7-9).

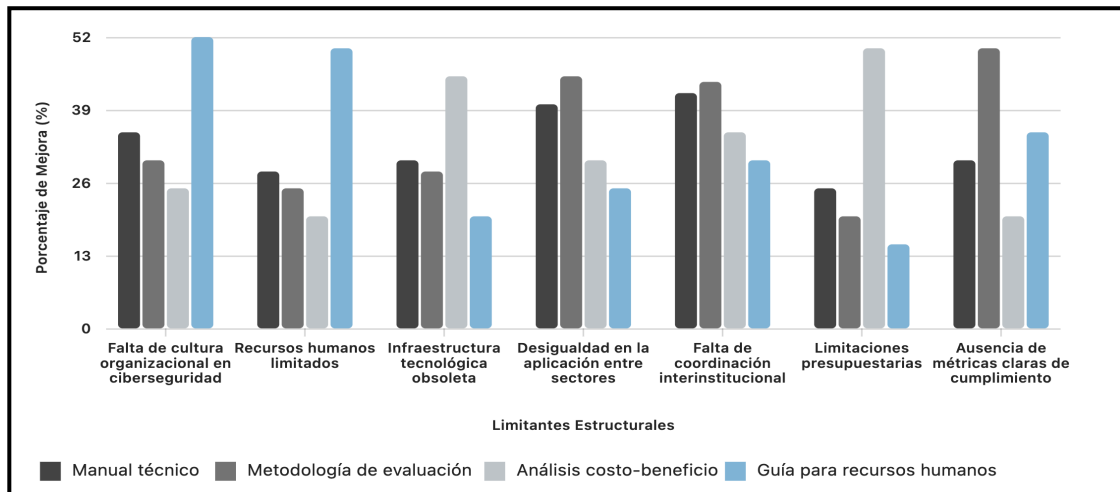
Entre las limitantes más críticas se destacan la falta de cultura organizacional en ciberseguridad, la debilidad en las capacidades técnicas del recurso humano, la infraestructura tecnológica obsoleta, la desigualdad en la aplicación entre sectores, la falta de coordinación interinstitucional, el desconocimiento o interpretación ambigua del reglamento, las limitaciones presupuestarias y la ausencia de métricas claras de cumplimiento. Estas barreras han sido corroboradas por los resultados estadísticos obtenidos en esta investigación, donde el 60% de los encuestados manifestó no contar con indicadores precisos para evaluar el cumplimiento del reglamento, y el 68% expresó dudas sobre la efectividad de la inversión en ciberseguridad para garantizar una protección total.

El análisis comparativo con marcos internacionales como ISO/IEC 27001 y NIST Cybersecurity Framework revela que muchas entidades optan por adoptar estos estándares debido a su flexibilidad y reconocimiento global, lo que refuerza la percepción de que el reglamento local carece de incentivos claros y beneficios tangibles. Sin embargo,

este producto científico propone una solución integral mediante la creación de productos científicos como una metodología de implementación, un manual técnico, y un análisis costo-beneficio que permiten a las instituciones validar la viabilidad económica y operativa del cumplimiento normativo.

**Figura 2**

*Impacto estimado de los productos científicos en las limitantes de la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información.*



*Nota: Fuente. Elaboración propia del autor, 2025*

La gráfica presenta un análisis comparativo del impacto de cuatro productos científicos —Manual Técnico, Metodología de Evaluación, Análisis Costo-Beneficio y Guía para Recursos Humanos— sobre siete limitantes estructurales que afectan la implementación del Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información en entidades financieras de la República Dominicana. Como se observa en la **Figura 2**, mediante un gráfico de barras agrupadas, se visualiza el porcentaje de mejora atribuible a cada producto frente a cada limitante. Los resultados evidencian que la Guía para Recursos Humanos tiene una incidencia significativa en la mitigación de la “Falta de cultura organizacional en ciberseguridad” y “Recursos humanos limitados”, con mejoras superiores al 50%. Por su parte, el Análisis Costo-Beneficio destaca en la superación de “Infraestructura tecnológica obsoleta” y “Limitaciones presupuestarias”, mientras que la Metodología de Evaluación muestra una alta efectividad en la resolución de la “Ausencia de métricas claras de cumplimiento” y la “Desigualdad en la aplicación entre sectores”. El Manual Técnico, aunque con mejoras moderadas, contribuye de manera consistente en todas las categorías. Este análisis permite inferir que la implementación conjunta de estos productos científicos puede constituir una estrategia integral para abordar las barreras estructurales que limitan la eficacia del reglamento, optimizando así la gestión de la ciberseguridad en el sector financiero nacional.

La aplicación de estos productos científicos genera beneficios concretos para las entidades financieras, incluyendo la mejora de la resiliencia digital, la reducción de incidentes cibernéticos, el fortalecimiento de la gobernanza tecnológica y el cumplimiento de estándares internacionales. Además, se proporciona una guía práctica para los profesionales del área, facilitando la interpretación del reglamento y promoviendo una cultura organizacional orientada a la seguridad.

Los resultados preliminares de la implementación de esta propuesta evidencian un impacto positivo en las instituciones que han adoptado el modelo, con un incremento

del 35% en la cobertura de infraestructura crítica protegida y una mejora del 28% en los tiempos de respuesta ante incidentes (Superintendencia de Bancos de la República Dominicana, 2024). Estos hallazgos confirman que la aplicación holística del reglamento, apoyada por los productos derivados de este proyecto, constituye una estrategia efectiva para fortalecer la ciberseguridad en el sistema financiero dominicano.

En conclusión, esta investigación aparte de brindar un punto de partida para otros proyectos de alto nivel ofrece una contribución significativa al desarrollo institucional, técnico y normativo del país. La implementación de los productos científicos derivados de esta propuesta investigativa representa una oportunidad estratégica para transformar el enfoque de ciberseguridad en las entidades financieras, promoviendo un entorno tecnológico más seguro, resiliente y alineado con las mejores prácticas internacionales.

Se recomienda que futuras investigaciones profundicen en el análisis comparativo entre sectores financieros de distintos países, evalúen el impacto longitudinal de la implementación del reglamento, y desarrollen modelos predictivos de riesgo cibernético adaptados al contexto dominicano. Asimismo, se sugiere que el Banco Central y las entidades reguladoras consideren los hallazgos de este estudio para fortalecer los mecanismos de supervisión y acompañamiento técnico a las instituciones del sector.

En este sentido, el estudio no solo aporta evidencia sobre el nivel de implementación del reglamento, sino que también evidencia la necesidad de fortalecer la articulación entre los marcos normativos y la capacidad operativa de las instituciones financieras. El contexto dominicano, caracterizado por un incremento sostenido de los ciberataques y una creciente presión sobre la seguridad digital, refuerza la importancia de adoptar modelos de gestión más integrales y adaptativos que permitan transformar el cumplimiento regulatorio en capacidades reales de protección. De esta manera, la investigación amplía el enfoque tradicional del cumplimiento normativo, orientándolo hacia una perspectiva estratégica basada en la resiliencia institucional y la mejora continua de los procesos de ciberseguridad.

Es importante recalcar que esta investigación no pretende establecer conclusiones absolutas sobre la implementación del reglamento, sino realizar un primer acercamiento metodológico que sirva de base para futuras investigaciones, tanto del autor como de otros académicos interesados en el tema.

## **Referencias**

- Banco Central de la República Dominicana. (2018). *Reglamento de Seguridad Cibernética y de la Información*. Segunda Resolución de la Junta Monetaria del 1 de noviembre de 2018. <https://sb.gob.do/regulacion/reglamentos/reglamento-de-seguridad-cibernetica-y-de-la-informacion/>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). Cybersecurity: Are we ready in Latin America and the Caribbean? <https://publications.iadb.org/en/publications/english/viewer/2020-Cybersecurity-Report-Risks-Progress-and-the-Way-Forward-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) & Organización de los Estados Americanos (OEA). (2025). Ciberseguridad 2025: Vulnerabilidad y desafíos de madurez en América Latina y el Caribe. <https://publications.iadb.org/en/publications/english/viewer/2025->

[Cybersecurity-Report-Vulnerability-and-Maturity-Challenges-to-Bridging-the-Gaps-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf](#)

- Banco Mundial. (2024). Cybersecurity economics for Latin America and the Caribbean. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099011925184519084/pdf/P179481-5515e6c4-1d69-444d-a057-741edce07402.pdf>
- Bouveret, A. (2019). *Cyber risk for the financial sector: A framework for quantitative assessment*. International Monetary Fund. <https://www.imf.org/-/media/files/publications/wp/2018/wp18143.pdf>
- Bryman, A. (2016). *Social research methods* (5<sup>a</sup> ed.). Oxford University Press.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2021). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3<sup>a</sup> ed.). SAGE Publications.
- Crisanto, J. C., Umebara, J., & Prenio, J. (2023). *Bank cyber security: A second generation of regulatory approaches*. Bank for International Settlements. <https://www.bis.org/fsi/publ/insights50.pdf>
- Diario Libre. (2024, febrero 5). Sistema financiero agota estricto proceso en ciberseguridad. *Diario Libre*. <https://www.diariolibre.com/economia/negocios/2024/02/04/sistema-financiero-agota-estricto-proceso-en-ciberseguridad/2597461>
- El Caribe. (2024, junio 18). RD fue el objetivo de más de 242 millones de intentos de ciberataques. *El Caribe*. <https://www.elcaribe.com.do/ciencia/rd-fue-el-objetivo-de-mas-de-242-millones-de-intentos-de-ciberataques-durante-el-primer-trimestre-del-2024/>
- Fortinet. (2024). FortiGuard Labs threat intelligence report 2023: Latin America and Caribbean cybersecurity trends. <https://www.fortinet.com/content/dam/fortinet/assets/intelligence-reports/FortiGuard-Labs-2024-US-Election-Security-Report.pdf>
- Gaidosch, T., Islam, E., Khiaonarong, T., Ravikumar, R., & Wilson, C. (2026). *Good practices in cyber risk regulation and supervision*. International Monetary Fund. <https://www.imf.org/-/media/files/publications/dp/2026/english/gpcrrsea.pdf>
- Gobierno de República Dominicana. (2021). Estrategia Nacional de Ciberseguridad 2030. <https://cncs.gob.do/wp-content/uploads/2022/07/Decreto-313-22.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education.
- Kshetri, N. (2021). *Cybersecurity management: An organizational and strategic approach*. University of Toronto Press.
- Ministerio de Interior y Policía. (2007). Ley No. 53-07 sobre Crímenes y Delitos de Alta Tecnología. Gaceta Oficial No. 10435. [https://mip.gob.do/transparencia/images/docs/base\\_legal/Leyes/Nuevas%20Leyes/53-07.pdf](https://mip.gob.do/transparencia/images/docs/base_legal/Leyes/Nuevas%20Leyes/53-07.pdf)
- Observatorio Nacional de Tecnologías de la Información y la Comunicación (ONTIC-RD). (2020). Evaluación del desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación en la República Dominicana. [https://ontic.org.do/wp-content/uploads/2021/05/onticrd\\_evaluacion\\_del\\_desarrollo\\_de\\_las\\_tecnologias\\_de\\_la\\_informacion\\_y\\_la\\_comunicacion\\_2020.pdf](https://ontic.org.do/wp-content/uploads/2021/05/onticrd_evaluacion_del_desarrollo_de_las_tecnologias_de_la_informacion_y_la_comunicacion_2020.pdf)
- Organización de los Estados Americanos (OEA). (2018). Estado de la ciberseguridad en el sector bancario en América Latina y el Caribe. <https://www.oas.org/es/sms/cicte/sectorbancariospa.pdf>

- Procuraduría General de la República. (2017). Procuraduría Especializada en Crímenes y Delitos de Alta Tecnología (PEDATEC). [https://www.oas.org/juridico/PDFs/repdom\\_ley5307.pdf](https://www.oas.org/juridico/PDFs/repdom_ley5307.pdf)
- Ravikumar, R. (2025). Strengthening cybersecurity: Lessons from the cybersecurity survey. International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/publications/tnm/issues/2025/03/21/strengthening-cybersecurity-lessons-from-the-cybersecurity-survey-559636>
- Revista Mercado. (2025, septiembre 21). Ciberseguridad en RD: Estrategia 2030, cifras y acciones clave. <https://revistamercado.do>
- Superintendencia de Bancos de la República Dominicana. (2024). Informe Regulatorio SB: 01-2024. [https://sb.gob.do/media/nmqfge4d/20240802\\_-informe-regulatorio-sb-01-2024.pdf](https://sb.gob.do/media/nmqfge4d/20240802_-informe-regulatorio-sb-01-2024.pdf)
- Superintendencia de Bancos de la República Dominicana. (2024). Informe anual de riesgo operacional del sistema financiero dominicano. <https://sb.gob.do/media/v2xj2akq/informe-de-riesgo-operacional-2024.pdf>
- Superintendencia de Bancos de la República Dominicana. (2025). Informe Regulatorio SB: 01-2025. [https://www.sb.gob.do/media/kbcpzdfm/20250728\\_-informe-regulatorio-sb-01-2025.pdf](https://www.sb.gob.do/media/kbcpzdfm/20250728_-informe-regulatorio-sb-01-2025.pdf)
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- World Economic Forum, & Marsh McLennan. (2023). *Global risks report 2023*. Oliver Wyman. <https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2023/jan/global-risks-report-2023.html>

**ANÁLISIS Y PROPUESTA SOBRE LA ENSEÑANZA EN DISEÑO Y GESTIÓN  
DE PROYECTOS A NIVEL POSGRADO EN IBEROAMÉRICA**  
**ANALYSIS AND PROPOSAL FOR TEACHING PROJECT DESIGN AND MANAGEMENT  
AT THE POSTGRADUATE LEVEL IN IBERO-AMERICA**

**Miguel Ángel López Flores**

Universidad Europea del Atlántico (UNEATLANTICO) / Instituto Politécnico Nacional (IPN) / Universidad Internacional Iberoamericana (UNINI), España-México  
[[miguelangel.lopez@uneatlantico.es](mailto:miguelangel.lopez@uneatlantico.es)] [<https://orcid.org/0009-0002-5524-5366>]

**Jesús Enrique Morales Rico**

Instituto Politécnico Nacional (IPN), México  
[[emorales@ipn.mx](mailto:emorales@ipn.mx)] [[emorales@ipn.mx](mailto:emorales@ipn.mx)]

**Nazareth Gómez Pérez**

Instituto Politécnico Nacional (IPN), México  
[[nazgomezperez@gmail.com](mailto:nazgomezperez@gmail.com)] [<https://orcid.org/0009-0005-3861-2349>]

**Alejandra Hernández Rojas**

Instituto Politécnico Nacional (IPN), México  
[[alhernandezr@ipn.mx](mailto:alhernandezr@ipn.mx)] [<https://orcid.org/0009-0003-3720-8358>]

---

**Información del manuscrito:**

**Recibido/Received:**00/00/00

**Revisado/Reviewed:** 00/00/00

**Aceptado/Accepted:** 00/00/00

---

**RESUMEN**

**Palabras clave:**

gestión de proyectos,  
profesionalización, posgrado,  
certificación.

La gestión de proyectos ha evolucionado a nivel mundial, generando mejoras dentro del ciclo de vida de los proyectos ejecutados a lo largo de la historia. Sin embargo, formar profesionales en esta disciplina en México ha resultado una tarea difícil de implementar. Como menciona Estrada (2015), la dirección de proyectos es una profesión en constante crecimiento y representa actualmente una alternativa para lograr la diferenciación laboral en un mundo altamente competitivo. No obstante, en México, la profesionalización en esta área es prácticamente inexistente a nivel licenciatura y deficiente en el nivel de posgrado. Las opciones disponibles en licenciatura suelen ser programas de educación técnica que no incluyen asignaturas orientadas al desarrollo de habilidades gerenciales propias de un director de proyectos. En cuanto a los programas de maestría, estos se ofrecen con mayor frecuencia en instituciones privadas, ya sea como especializaciones o como programas formales de maestría. En algunos casos, se brinda preparación para la obtención de certificaciones emitidas por organismos como el PMA o IPMA. Asimismo, el abanico de opciones se amplía mediante plataformas educativas como Coursera, Udemy, Crehana, edX, Domestika y Future Learn, las cuales ofrecen cursos sobre gestión de proyectos o sobre el uso de software y herramientas de apoyo

---

para dicha gestión. Si bien estas plataformas permiten acceder a una profesionalización mediante el aprendizaje autodirigido, las instituciones de educación superior aún se encuentran rezagadas en la formación de profesionales especializados.

---

**ABSTRACT**

**Keywords:**

project management,  
professionalization, postgraduate,  
certification.

Project management has evolved globally, bringing improvements to the life cycle of projects carried out throughout history. However, training professionals in this field in Mexico has proven to be a difficult task to implement. As mentioned in Estrada (2015), project management is a profession in constant growth and currently represents an alternative for achieving job differentiation in an increasingly competitive world. Nevertheless, in Mexico, professionalization in this area is practically nonexistent at the undergraduate level and insufficient at the postgraduate level. Undergraduate programs are typically technical in nature and do not include courses focused on the managerial skills required of a project manager. At the postgraduate level, programs are more commonly offered by private institutions, either as specializations or full master's degrees. In some cases, these programs include preparation for obtaining certifications from organizations such as PMA and IPMA. Additionally, the range of options has expanded through educational platforms such as Coursera, Udemy, Crehana, edX, Domestika, and Future Learn, which offer courses on project management as well as on tools and software that support project execution. While these platforms allow for self-directed professional development, higher education institutions in Mexico continue to lag in training professionals in this field.

---

## Introducción

La política de educación superior se requiere que los programas nacionales estén contextualizados a los estándares internacionales y que obedezcan a las tendencias de la economía global, ya que es una fuerza impulsora importante para la competitividad económica, lo que hace que la educación universitaria de alta calidad sea aún más importante de acuerdo con el (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2019).

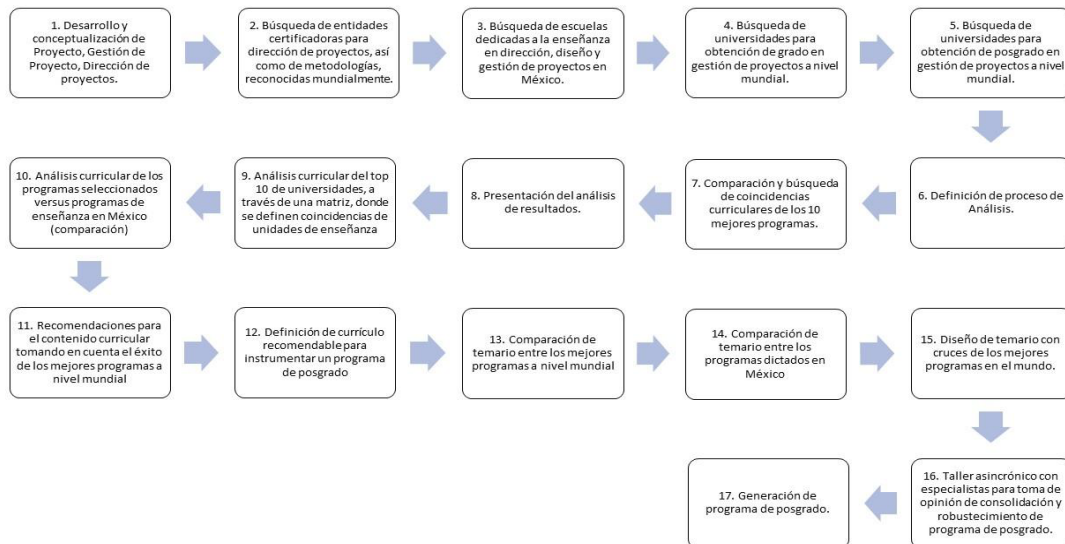
La enseñanza en “Diseño y Gestión de Proyectos (DGP)” es relevante en el ejercicio profesional ya que regularmente asumimos que la monodisciplina hace especialistas, cuando la solución de los problemas requiere de habilidades multidisciplinares con enfoques interdisciplinarios, es por ello por lo que las habilidades en DGP coadyuvan a las soluciones con enfoques multidisciplinares.

Este artículo identifica los programas de enseñanza en DGP en México y en el mundo con el objetivo de tener el abanico de opciones que se presentan y como regionalizarse para gestar profesionales en México en el tema, siendo una profesión en auge se considera una alternativa para lograr una diferenciación laboral en el mercado según Estrada (2015), en el que las habilidades y competencias de dirección de proyectos se hacen de vital importancia.

## Materiales y métodos

La metodología consta de tres fases como se muestra en la Figura 1, el análisis se realizó a través de los siguientes pasos.

**Figura 1**  
*Metodología*



## **Desarrollo del análisis y propuesta sobre la enseñanza en DGP a nivel posgrado en Iberoamérica**

### *Desarrollo y conceptualización de Proyecto, Gestión y Dirección de Proyectos*

Los proyectos se encuentran en las actividades cotidianas, su conceptualización va más allá de los objetos tangibles o intangibles que prestan servicios a los usuarios, de acuerdo con el PMBOK (Project Management Institute, 2008), un proyecto se define como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. Como se puede ver en esta definición tiene una naturaleza de tiempo indicando un principio y un final siendo este alcanzado cuando se logran los objetivos o no del proyecto. De igual manera esta temporalidad no le asocia una duración de corto o largo plazo ya que esta cualidad no se aplica al resultado del proyecto ya que la mayoría pretenden crear un resultado duradero sea cual sea producto, servicio, o bien.

Otra definición es la otorgada por la International Project Management Association, que define un proyecto como una operación en la cual recursos humanos, financieros y materiales se organizan de forma novedosa para realizar el conjunto de tareas, según especificaciones definidas y que además existen restricciones de costo y plazo, siendo un ciclo de vida estándar para obtener cambios beneficiosos mediante objetivos cuantitativos y cualitativos; esta definición al igual que la Organización Internacional de Normalización que define un proyecto como un esfuerzo temporal para lograr uno o más objetivos definidos nos da como conclusión que los proyectos deben de mantener al menos las siguientes características:

1. Ser una operación única.
2. Mantener un principio y un final.
3. Requerir recursos financieros, técnicos, humanos y materiales.
4. Crear un resultado o cumplir un objetivo.

De acuerdo con las diferentes escuelas de pensamiento, la gestión de proyectos acorde al PMBOK, establece la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para las actividades del proyecto por cumplir con los requisitos de este y la dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos, logrando esto a través de la aplicación e integración de 49 procesos de la dirección de proyectos conformados en 5 grupos: Iniciación, Planificación, Ejecución y control, Seguimiento y Cierre.

Para la IPMA [2019]: es la planificación, organización, monitoreo y control de todos los aspectos del proyecto y la motivación de todos los involucrados para el logro de los objetivos con seguridad dentro de los criterios acordados de tiempo, costo y desempeño, para la IPMA la dirección de proyectos se relaciona a una persona que mantiene un conjunto de habilidades y que las aplica con base a sus conocimientos técnicos, distinguiendo tres tipos de competencias de comportamiento, técnicas y contextuales.

De acuerdo con las definiciones anteriores se puede concluir que el director de proyectos es la persona asignada para alcanzar objetivos acordes con las habilidades de gestión que permiten culminar los proyectos con eficiencia, también se comprende que la enseñanza en gestión de proyectos se debe basar en la adquisición y consolidación de las habilidades para el diseño, gestión y dirección de proyectos.

Respecto a la enseñanza de diseño, dirección y gestión de proyectos, existen diferentes modelos, guías y metodologías entre las más reconocidas se encuentran las siguientes:

- Guía PM BOK.- PMI, Project Management Institute
- ISO 21500.- ISO, International Organization for Standardization
- ISO 10006.- ISO, International Organization for Standardization
- ICB Competence Baseline.- IPMA, International Project Management Association
- APM BOOK.- APM, Association for project management
- PRINCE 2.- OGC, Office of Government Commerce
- ANCSPM.- AIPM, Australian Institute of Project Management
- PM4R.- BID, Banco Interamericano de Desarrollo

Las diferentes escuelas de gestión de proyectos se enfocan en habilidades y en la experiencia de los candidatos en gestión y trabajo con proyectos, estas instituciones han creado y desarrollado metodologías y estándares para la dirección de proyectos, fusionando en algunos casos metodologías que permiten acelerar tiempos o modificar etapas y pasos. Respecto a estas escuelas de enseñanza de gestión de proyectos se tienen como líderes en esta formación al PMI y la IPMA, estas instituciones basan la enseñanza en el conocimiento y uso de herramientas, técnicas y habilidades para la gestión de proyectos.

En el mundo y acorde a la QS Quacquarelli Symonds (2022), existen 550 programas sobre gestión de proyectos, de los cuales solo el 1.09% se encuentran en México, esto corresponde a 6 programas dentro del ranking de la QSTop Universities. Sin embargo y acorde a la investigación realizada en México, se tiene que este tipo de habilidades se realiza a través de actividades de educación continua y en estudios de posgrado, correspondientes a estudios de maestría o especialidad en instituciones privadas, respecto a las escuelas que desarrollan estas habilidades en México se presentan a continuación:

- Pública | Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) | Especialidad y Diplomado
- Privada | Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey | Especialidad
- Privada | Universidad del Valle de México (UVM) | Diplomado
- Privada | Universidad Tecnológica de México (UNITEC) | Maestría
- Privada | Universidad Panamericana (UP) | Maestría y Especialidad
- Pública | Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) – CIATEQ | Maestría
- Privada | Universidad La Salle | Maestría
- Privada | Universidad para la Cooperación Internacional (UCI) | Maestría
- Privada | Universidad Internacional Iberoamericana (UNINI) | Maestría
- Privada | Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) | Maestría
- Privada | Universidad ICEL | Maestría
- Pública | Universidad Tecnológica de Tecamachalco (UTTECAM) | Licenciatura
- Pública | Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros (UTM) | Licenciatura
- Pública | Universidad Tecnológica de Huejotzingo (UTH) | Licenciatura
- Pública | Universidad Tecnológica de Tecámac (UTT) | Licenciatura

Como se puede observar, se presentan estudios de licenciatura en escuelas técnicas, sin embargo, en revisión del plan de estudios estos se enfocan a gestión de empresas, teniendo un nicho para fortalecer en dichos planes educativos y enfocarlos a DGP desde este grado académico. Respecto a nivel maestría las opciones se ven limitadas

ya que se concentran en escuelas privadas y solo en 15 instituciones educativas con un total de 17 programas generales, la mayoría centralizadas en la ciudad de México.

En el listado, el 47% de la oferta en México corresponde a estudios de posgrado, 29% a estudios de educación continua o especialidad y 24% a estudios de licenciatura o técnico superior universitario, teniendo así un área de oportunidad para solventar la carencia de profesionales en el área. Si bien existen 11 programas más respecto al ranking de la QS Top Universities, este número sigue siendo minúsculo contra lo ofertado en el mundo, asimismo es necesario reconocer que existe una demanda de profesionistas en este rubro y que con las herramientas adecuadas es posible gestar profesionistas en este ámbito, desde un grado técnico o bien como se ha manejado en grados de especialidad o maestría y de acuerdo con los temas de interés y conforme a proyectos para el desarrollo nacional.

### ***Análisis temático de orden regional y definición curricular de la enseñanza en DGP a nivel de posgrado***

El análisis curricular es un ejercicio de investigación basado en diferentes datos. Para abordar este tópico, se identificaron los mejores programas a nivel internacional, con un límite de 10 programas por ranking. De acuerdo con varias bases de datos y la estructura de calificación de los rankings mundiales, se obtuvieron distintos resultados.

Los datos de Mundo Posgrado (2021) destacan a escuelas de España como EAE Business School, Universidad Europea, UNIR e IMF Business School. Por su parte, el ranking de Master of Project Academy (2022) sitúa a instituciones de Estados Unidos, como Bellevue University, Capella University, Colorado University y la University of Maryland, entre las más relevantes. El ranking de QS Top Universities (2022) muestra un enfoque global, incluyendo a UCL - London's Global University, The Australian National University y The University of Manchester en su lista. Esta variación en los rankings se debe a que algunos se centran en criterios geográficos, mientras que otros califican a las unidades académicas con base en habilidades y otros elementos.

El análisis de la cantidad de programas por región, según el ranking de QS Top Universities, muestra que, de un total de 550 programas, Europa tiene la mayor representación con un 67.5% (371 programas, de los cuales 296 son maestrías), seguida por Oceanía con un 19.8% (109 programas, con 98 maestrías). Latinoamérica y Norteamérica presentan un número mucho menor, con 26 y 25 programas respectivamente, casi exclusivamente en el nivel de maestría.

En cuanto a los programas de licenciatura, el top 10 revela que la mayoría se encuentran en Australia y el Reino Unido, con una fuerte especialización en gestión de proyectos de construcción o ingeniería civil, como se observa en los programas de la UCL - London's Global University y la National University of Singapore.

Finalmente, el panorama para los programas de posgrado a nivel maestría muestra que la mayor parte de los estudios de excelencia se concentran en el Reino Unido y pertenecen a solo tres universidades. Programas como el "Strategic Management of Projects MSc" de la UCL y el "MSc Engineering Project Management" de The University of Manchester, fueron analizados para comparar sus temarios y verificar los temas y habilidades que se enseñan a los alumnos inscritos en estas universidades.

Las universidades varían de acuerdo con el ranking, esto es debido a que algunos se realizan conforme a sitio geográfico, y otros califican acorde a habilidades y elementos que tienen las unidades académicas. El ranking de la QS Universities, aplica a un ámbito global, Europa tiene del total de programas rankeados por esta entidad un 67.5%, seguido por Oceanía con el 19.8 %.

### ***Análisis curricular del top 10 de programas de maestría***

La identificación de las asignaturas que ofertan los 10 mejores programas de maestría se realizó a través de verificar las coincidencias en nombre de asignatura y temas, se encontró que todos los programas cuentan con una materia denominada Gestión de Proyectos, aludiendo al nombre de la asignatura y del programa, de acuerdo con el temario esta materia se centra en establecer los argumentos para que los alumnos tengan un cambio de paradigma, y construyan una visión restrictiva basada en herramientas de la gestión de proyectos acercándose así a un enfoque de gestión de proyectos inclusivo, asimismo, permite a los estudiantes introducirse a los principios y el marco teórico de la gestión de proyectos y las tecnologías de la información. Dicha asignatura es la de mayor coincidencia en los 10 mejores programas de maestría.

Una segunda asignatura es la denominada Gobernanza y control o seguimiento y control de proyectos, esta materia tiene objetivos similares acorde a cada institución académica donde se oferta, entre ellas se encuentra el explorar el marco estratégico que existe en torno a cualquier proyecto, establecer metas, objetivos del proyecto, así como apreciar el marco y medidas de control que son parte de la gestión de proyectos (Universidad para la Cooperación Internacional [UCI], 2022).

Como tercera coincidencia se encontró la asignatura denominada gestión de proyectos y las actividades empresariales o bien a las empresas dedicadas a la gestión de proyectos, teniendo que 6 de los 10 programas cuentan con una asignatura dedicada a este rubro.

Otras de las asignaturas que se encontró ya sea por temario o por el título en coincidencia con los programas, son las relacionadas a:

1. Gestión de problemas y riesgos,
2. Manejo de personal,
3. Finanzas en los proyectos,
4. Manejo de proyectos grandes o complejos.

Otras características recurrentes entre los programas son la duración que se tiene destinada para el desarrollo de competencias y habilidades para estos profesionales que es de 2 años, las modalidades de enseñanza son variados teniendo como énfasis la educación presencial, sin embargo, las tres universidades donde se encuentran los programas top 10 han especificado la toma de clases en línea de algunas asignaturas.

También existen materias extracurriculares dedicadas a la toma de cursos de preparación para la obtención de una certificación o acreditación por parte del PMI. Esto insta a recordar que es necesario enfocar la enseñanza en el ciclo completo de la vida del proyecto desde el diseño, su gestión y cierre, así como en las habilidades que se requieren para tomar una acreditación otorgada por el PMI o IPMA.

### ***Análisis curricular de los programas seleccionados (top 10) versus la enseñanza en México***

Los programas de grado en DGP se tornan ambiciosos ya que existen pocas opciones para su estudio, para el caso de una obtención de posgrado se encuentra en su mayoría en universidades privadas, acorde a programas y temarios se tienen que las coincidencias son similares a las de los programas top 10.

De los 5 programas de posgrado rankingados por el QS Universities en México, se tienen como coincidencias la asignatura denominada Gestión de proyectos, que es la asignatura número uno para los mejores programas de maestría a nivel mundial, dicha asignatura de acuerdo con las entidades educativas que la otorgan en México tiene como objetivo que los estudiantes identifiquen los elementos principales de la gestión de proyectos, desde la planeación, la organización, la motivación y el control.

Sin embargo, a diferencia de los mejores programas ranqueados (top 10), la segunda asignatura en coincidencia es la referente a las finanzas del proyecto, así como el control de los recursos, como tercera coincidencia se encuentra la asignatura relacionada con la identificación y gestión de riesgos y cambios en los proyectos, si bien estas asignaturas si forman parte del conjunto de coincidencias de los mejores programas a nivel posgrado a nivel mundial, no son en específico el segundo y tercer lugar, sin embargo se encuentran dentro de las habilidades que requiere un gestor de proyectos.

Las asignaturas que menor destacan dentro del currículo de los programas en México son las que se dedican a la enseñanza de la comunicación del proyecto o marketing, que de acuerdo con los mejores programas de la QS Universities, esta asignatura se encuentra en al menos 2 de los 10 programas top.

Como podemos ver las asignaturas donde se encuentran las mayores coincidencias entre los programas a nivel mundial y para México se mantienen en Gestión de Proyectos y Control y Seguimiento de los Proyectos, teniendo así para México un temario similar a los mejores programas, sin embargo, como expone Cruz et al. (2020), gestionar proyectos exige de la implementación de procesos de planificación, ejecución y control, así como el cumplimiento de tiempos específicos y de hacer uso racional de todos los recursos necesarios para el proyecto. De acuerdo con Sáenz et al. (2019), es fundamental estudiar los siguientes constructos: gestión del tiempo, gestión del recurso humano, gestión de la calidad y gestión del costo, esto se relaciona con la necesidad de complementar los modelos de enseñanza sobre DGP, ya que, si bien existen modelos y metodologías, las tecnologías y desafíos del mundo han cambiado y se han desarrollado e implementado diferentes herramientas de gestión y seguimiento de proyectos.

## **Definición de un currículo recomendado para la instrumentación de un programa a nivel posgrado**

Conforme a lo revisado a través de este artículo y con el propósito de desarrollar un programa de posgrado regionalizado, y acorde a los constructos y preceptos que se han documentado, se definió un programa base para instrumentar un programa de posgrado para México en DGP.

De acuerdo con lo anterior se concluyó que las siguientes asignaturas son las recomendables para la implementación de un programa de posgrado.

1. Gestión y Diseño de Proyectos,
2. Un Marco de Gestión para Proyectos Empresariales,
3. Gestión del diseño,
4. Gestión de Problemas y Riesgos de Proyectos,
5. Seguimiento y Control de Proyectos,
6. Informes y análisis financieros
7. Personas y Organizaciones,
8. Gestión Estratégica de Recursos Humanos
9. Comunicación del Proyecto
10. Proyectos y Tecnologías de la Información.

Esto derivado de que los proyectos son un proceso que conlleva la planificación, el funcionamiento, y el control, así como la actuación precisa del director de proyectos en función de la información, del tiempo, de los costos y de otros recursos necesarios para el cumplimiento del objetivo, por lo que hay que tener en cuenta que los futuros directores de proyectos deben de mantener los conocimientos y habilidades para la aplicación de conocimientos en estos rubros.

De igual manera debemos entender que un proyecto no funciona bajo una técnica o metodología ya que llevan procesos únicos, por lo que se considera necesario combinar sistemas, técnicas, metodologías y personas para completar los objetivos establecidos, por lo que se considera que estas asignaturas pueden ser la base de la adquisición de habilidades propias para un director de proyectos aunado al uso de tecnologías de reciente generación.

Asimismo, se recomienda que el programa sea híbrido teniendo clases presenciales y en línea a través de un Entorno de Trabajo Colaborativo con actividades sincrónicas y asincrónicas y el uso de todas las herramientas posibles para desarrollo de habilidades en cuanto a tecnologías y gestión de proyectos. Además, se plantea que existan programas o talleres que alimenten las habilidades de los alumnos dentro y fuera de las aulas, por lo que se propone que este plan de estudios sea flexible y favorezca la movilidad, la vinculación con otras entidades educativas, así como de la industria.

Otro punto por considerar para el planteamiento de un programa de posgrado flexible para México es que los estudiantes puedan estar a tiempo completo concluyendo dicho plan en 2 años y dentro de este periodo de tiempo presentar un proyecto y el examen de grado correspondiente.

Referente a líneas de aplicación de conocimiento se consideraron las siguientes:

1. Diseño y Gestión de Proyectos de Ingeniería e Infraestructura.
2. Diseño y Gestión de Proyectos de Calidad y Medio Ambientales para el Desarrollo.
3. Diseño y Gestión de Proyectos de Innovación y TICs.

### ***Propuesta de instrumentación de un programa flexible de enseñanza en proyectos a nivel posgrado***

Para la determinación de un programa y su respectivo temario, se realizó la comparación de temarios entre los programas top 10 de la QS Universities, posteriormente se realizó la comparación de los 5 programas mejor rankeados en México y para concluir se diseñó un temario con cruces de los mejores programas en el mundo y su regionalización pensando en los conocimientos y habilidades que deben ser adquiridos por los estudiantes mexicanos y en dado caso por los estudiantes que presenten un recurso de movilidad al país.

Pensando en lo anterior se propone que dicho programa se implemente en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA), esto derivado de que dicha institución ya mantiene un programa de nivel posgrado en el ámbito de proyectos que se presenta en el ranking de la QS Universities, además de que se conocen los reglamentos y la capacidad técnica, tecnológica, de recursos humanos y financieros para la implementación de un programa de posgrado de dicha índole.

Por lo que, aunado a la implementación en dicha entidad se tomó en cuenta el Reglamento de Estudios de Posgrado del Instituto Politécnico Nacional, el cual especifica que los alumnos deberán de cursar 115 créditos de acuerdo con el Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos (SATCA) y realizar la tesis del proyecto elegido (54 créditos) y para nivel doctorado un total de 4 períodos escolares (4 años) incluyendo la tesis (108 créditos) y el examen de grado.

De acuerdo con lo anterior la Figura 2, muestra el mapa curricular propuesto para el programa DGP para el grado de maestría.

**Figura 2**

Mapa curricular propuesto para el programa de maestría en DGP

Maestría en Diseño y Gestión de Proyectos				
Modalidad	Híbrida	Orientación	Profesional	4 semestres
Unidades de aprendizaje de:	Periodo escolar I	Periodo escolar II	Periodo escolar III	Periodo escolar IV
Tronco básico multidisciplinario	Diseño y gestión de proyectos	Seguimiento y control de proyectos	Gestión de problemas y riesgo de proyectos	Infomes y análisis financieros
	Gestión estratégica de recursos humanos	Comunicación del Proyecto		
Seminario de proyectos multidisciplinario	Seminario I	Seminario II	Seminario III	Seminario IV
Optativas	Un marco de gestión para proyectos empresariales	Proyectos y tecnologías de la infomación	Personas y organizaciones	Temas selectos
Línea de aplicación del Conocimiento 1:	La contratación de construcción, ingeniería y servicios profesionales	Gestión de la construcción	Sustentabilidad ambiental en el sector de la construcción	Integración de los sistemas de infomación del proyecto con el modelado de infomación de construcción
	Proyecto financiero para proyectos de infraestructura	Gestión financiera estrategia para proyectos de construcción e infraestructura	Evaluación de impacto ambiental, social y económica del proyecto	Marketing y desarrollo de negocios de proyectos.
Línea de aplicación del Conocimiento 2:	La gestión de grandes proyectos y programas	Evaluación ambiental	Reforma y gestión del sector público	Gestión de la calidad en el desarrollo
	Género y desarrollo	Planificación y gestión del desarrollo	Características y habilidades de la práctica del desarrollo	Evaluación de impacto ambiental, social y económica del proyecto.
Línea de aplicación del Conocimiento 3:	Estrategia tecnológica	Gestión de proyectos con TIC	Diseño de sistemas	Gestión de la innovación y la tecnología
	Sistemas de defensa y seguridad	Análisis de datos para gerentes de proyectos	Planificación y gestión del Desarrollo de Proyectos de innovación y TIC	

En la configuración del programa presentado en la tabla 1, se muestran las siguientes 6 asignaturas básicas para la gestión de proyectos:

1. Diseño y gestión de proyectos,
2. Seguimiento y control de proyectos,
3. Gestión de problemas y riesgos de proyectos,
4. Informes y análisis financieros,
5. Gestión estratégica de recursos humanos,
6. Comunicación del proyecto.

De igual manera se detectaron 3 asignaturas que si bien tienen coincidencia no se mantienen en todos los programas por lo cual se propone que sean asignaturas optativas acorde a los intereses del estudiante:

1. Un marco de gestión para proyectos empresariales,
2. Proyectos y tecnologías de la información,
3. Personas y organizaciones.

Respecto a las tres líneas de aplicación del conocimiento, es preciso señalar también se encuentran orientadas con los mejores programas de posgrado, de igual manera y conforme a la regionalización del programa la investigación arrojó que dichas áreas se mantienen dentro de los programas ofertados por las entidades mexicanas otorgando valor y profesionalización a áreas estratégicas.

La Figura 3, muestra el mapa curricular propuesto para el programa de DGP para el grado de doctorado.

**Figura 3**

*Mapa curricular propuesto para el programa de DGP*

Doctorado en Diseño y Gestión de Proyectos				
Modalidad	Híbrida	Orientación	Profesional	4 semestres
Unidades de aprendizaje de:	Periodo escolar I	Periodo escolar II	Periodo escolar III	Periodo escolar IV
Seminario de proyectos multidisciplinario	Seminario I	Seminario II	Seminario III	Seminario IV
Línea de aplicación del Conocimiento 1: <i>Dirección y Gestión de proyectos de ingeniería e infraestructura</i>				
Línea de aplicación del Conocimiento 2: <i>Dirección y Gestión de proyectos de calidad y medio ambientales para el desarrollo</i>				
Línea de aplicación del Conocimiento 3: <i>Dirección y Gestión de proyectos de innovación y TIC</i>				

Como podemos observar el programa de doctorado se enfoca a seminarios para la presentación de un proyecto multidisciplinario el cual puede ser la continuación del presentado durante la maestría u otro, además dicho proyecto debe estar en alineación con alguna de las tres líneas de aplicación del conocimiento. Se prevé que este proyecto solo requiera de poca asesoría de parte de los docentes, por lo cual se propone una modalidad híbrida con sesiones presenciales y en remoto desde cualquier tipo de dispositivo que ayude a la comunicación, fomentando habilidades de equipos de trabajo a larga distancia y comunicación efectiva.

***Presentación de asignaturas con análisis temático según los 10 mejores programas a nivel mundial y los programas existentes en México***

Los programas universitarios de grado o posgrado tienen un objetivo y una visión académica, pero el objetivo principal es crear capacidades en los estudiantes, a continuación, se mostrarán los objetivos de cada una de las materias obligatorias, esto con el fin de crear un programa con los temas adecuados conforme al top 10 de universidades en el mundo.

La asignatura gestión de proyectos se encuentra en todos los programas revisados y el objetivo de dicha asignatura es similar en las tres universidades, coincidiendo en ser una asignatura de enseñanza que permita proporcionar una base para la práctica y profesión de la gestión de proyectos, así como conocer y reconocer los temas de gestión que se incorporan bajo el término de gestión de proyectos, al igual que las dificultades a las que se pueden afrontar estos profesionales.

Para el caso de las universidades en México no es diferente el objetivo, ya que lo que ofrece es que el alumno pueda usar los métodos y metodologías requeridos en la administración y coordinación de todas las etapas de un proyecto, manejando técnicas y herramientas propias de la administración de un proyecto, sin embargo, la parte del diseño de proyectos queda lejos de un tema a excepción de lo ofertado por la Universidad Internacional Iberoamericana (UNINI) que ofrece dicho posgrado de manera virtual y que mantiene un módulo dedicado al diseño de proyectos y uno dedicado a la gestión de proyectos, en cada uno de estos módulos se abordan diferentes asignaturas que permiten llevar una integración holística referente a lo que se refiere el diseño de proyectos y lo propio de la gestión del proyecto en cada etapa.

Podemos recordar que la segunda asignatura en importancia es la denominada seguimiento y control de proyectos, para el caso de la UNINI, dicha asignatura se otorga dentro del módulo denominado gestión de proyectos, respecto a las universidades top 10 esta asignatura se oferta en 6 de los 10 programas cuyo objetivo es dirigir y llevar la correcta ejecución y seguimiento de un proyecto así como el entorno donde estos se ejecutan, como tópicos esenciales se presentan los siguientes de acuerdo con la Universidad de Manchester: la importancia de la planificación y control de proyectos, selección de proyectos, planificación de proyectos y seguimiento y control de proyectos

La tercera asignatura de la selección es gestión de problemas y riesgos, la cual para los programas analizados en México sólo dos universidades la otorgan y mantiene como tópicos esenciales la gestión de la confianza: calidad y riesgo e ISO 45001 (Universidad Internacional Iberoamericana [UNINI], 2022), gestión de riesgos y sus implicaciones en el proyecto Universidad Panamericana (2022). En lo que respecta al objetivo de dicha asignatura se tiene que el alumno debería ser capaz de realizar el análisis de la forma en que los riesgos y problemas influyen en la toma de decisiones del proyecto, así como la gestión de los riesgos y problemas a lo largo de la vida de este.

La asignatura denominada informes y análisis financieros es otra de las propuestas derivadas del análisis de los mejores programas en el mundo, referente al ámbito regional esta es ofertada sólo por dos entidades con los siguientes tópicos: Evaluación económico – financiera de proyectos de inversión y financiamiento de proyectos, asimismo la UNINI mantiene una asignatura dedicada a los aspectos económicos del proyecto. Conforme al panorama internacional se oferta en 3 de los 10 mejores programas.

Como objetivo este módulo pretende brindar una introducción a la economía del proyecto y la importancia de esta en la discusión de la gestión del proyecto, asimismo permite proporcionar una perspectiva sobre el papel de la contabilidad, los informes financieros, la transmisión de información económica, y comunicar la asignación de recursos y estados financieros para la mejor toma de decisiones.

La asignatura denominada Gestión estratégica de recursos humanos, se presenta en 5 de los programas del top 10 internacional, así como en 3 programas revisados del marco nacional, esta asignatura está orientada a abordar conflictos y llevar el liderazgo de los directores de proyectos en los equipos de trabajo, por lo que busca brindar teorías y marcos de liderazgo y cambio organizacional con el fin de que los estudiantes logren desarrollar habilidades interpersonales que sean aplicadas a las organizaciones de manera efectiva, logrando liderar personas.

Entre otra de las asignaturas seleccionadas de acuerdo a su similitud y coincidencia en los programas a nivel mundial y nacional es la denominada Comunicación del Proyecto, dicha asignatura se otorga en la Universidad Nacional Australiana en dos de los programas y el enfoque es introducir los temas de marketing y comunicaciones dando énfasis a la selección de audiencias, elaboración de los mensajes, identificación de partes interesadas y resolución de problemas a través de la comunicación del proyecto, lo que

permite que los estudiantes tengan la oportunidad de desarrollar habilidades de comunicación adaptando los mensajes al público objetivo .

Asimismo, pretende que el marketing se enfoque en las partes interesadas para ofrecer soluciones valiosas para la audiencia identificada, teniendo como resultados de aprendizaje: determinar intereses, y requisitos de las partes interesadas, emplear la toma de decisiones basada en evidencia, establecer grupos de interés.

De acuerdo con lo anterior se tienen 6 unidades de enseñanza con base en las coincidencias curriculares de los mejores programas a nivel mundial, asimismo, se realizó una selección acorde al desarrollo de competencias necesarias para la dirección de proyectos, y su diseño.

Las siguientes tres asignaturas se optaron como optativas, si bien estas materias se encuentran en alta coincidencia en los diferentes programas, representan algunos temas en duplicidad o bien en una especialidad puntal, dichas asignaturas son:

Un marco de gestión para proyectos empresariales, que es otorgada en 5 de los 10 programas top, y refleja la enseñanza sobre los conceptos de gestión de proyectos dentro de una estructura organizacional, destacando los siguientes temas: empresas, estrategias competitivas, desarrollo de la empresa, toma de decisiones y negociación, mejora continua y gestión de relaciones.

Proyectos y tecnologías de la información, esta asignatura es otorgada en tres de los mejores 10 programas a nivel mundial, asimismo dentro de los programas otorgados en México se refleja en una, dicha asignatura se enfoca en introducir los fundamentos de ingeniería en sistemas y establecer un marco para diseñar sistemas de ingeniería como respuesta a necesidades y expectativas de los clientes, asimismo pretende que se realice una combinación de pensamiento sistémico, panificación, y prácticas sólidas de ingeniería.

La última de las materias optativas es la llamada Personas y organizaciones, en la cual se pretende revisar la naturaleza de las organizaciones y las formas en las que conceptualizan las relaciones humanas con personas dentro de la organización y fuera de ella, así como las formas de realizar el trabajo dentro de una organización o bien dentro de un proyecto, de igual manera busca desarrollar las habilidades de liderazgo, motivación y su integración con la dirección de proyectos.

#### *Análisis asincrónico*

La evaluación se realizó de manera asincrónica con 13 participantes los cuales tuvieron que revisar en formato institucional el programa propuesto, para posteriormente realizar unos cuestionarios vía Google forms, así como presentar observaciones o propuestas de manera libre.

Los talleristas que revisaron y validaron el programa provienen de 12 entidades en el mundo teniendo así un amplio abanico respecto a propuestas y observaciones, a continuación, se presenta el listado de las entidades que aportaron su conocimiento para la revisión de dicha propuesta.

1. Argentina - Fundación Universitaria Iberoamericana Argentina
2. Corea - Korea Advanced Institute of Science & Technology – KAIST
3. España – Universidad Politécnica de Cataluña – UPC
4. España – Centro de Investigación y Tecnología Industrial de Cantabria – CITICAN
5. España - Universidad Loyola Andalucía
6. Francia - Ecole d'ingénieurs – ESTIA
7. México – Fundación Universitaria Iberoamericana México

8. México – Instituto Politécnico Nacional – IPN – Dirección de estudios de posgrado
9. México – IPN - Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca
10. México – IPN - Centro de Investigación en Computación
11. México - IPN -Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas
12. Venezuela - Universidad de los Andes; Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial

El cuestionario consistió en preguntas asociadas a cada asignatura y fue compuesto por preguntas de opción múltiple y abiertas para verter comentarios, se tiene un total de 234 preguntas por cada participante, por lo que se analizó un total de 2808 respuestas para el programa de maestría, y un total de 864 para el programa de doctorado, se enfoca en preguntar aspectos pedagógicos y funcionales de las asignaturas y temas, asimismo se solicitó precisar si se consideraba que el IPN, cuenta con recursos suficientes y necesarios para instaurar un nuevo programa, que permita ampliar el abanico de oferta académica que dicha institución ofrece.

#### *Resultados del análisis*

Este proceso se ejecuta manualmente, revisando cada una de las preguntas y recomendaciones realizadas obteniendo los siguientes resultados:

Entre el 82% a 91% de los participantes manifestó que los objetivos y temas son adecuados cubren o permiten lograr crear las habilidades solicitadas.

Entre el 64% y el 91% de los participantes afirmaron que el temario cumple con las competencias descritas para desarrollar habilidades en el alumno de DGP.

Del 45% al 72% de los participantes consideró que no es necesario agregar más temas o subtemas, teniendo para el porcentaje restante, el análisis de las áreas de oportunidad verificando si estas son pertinentes o no.

Respecto a los aspectos pedagógicos y funcionales de los temarios de cada asignatura se tienen los siguientes resultados para las 13 asignaturas, los participantes consideraron que tenían una alta pertinencia. Los aspectos pedagógicos y funcionales de las asignaturas que se evaluaron fueron:

1. Los temas facilitan el logro de objetivos de la asignatura
2. Existe concordancia con otros programas internacionales y nacionales
3. Considera de interés, atractivo y motivacional la asignatura
4. Considera que la asignatura presenta deficiencias
5. Considera que existe potencialidad de la asignatura
6. Considera que existen suficientes recursos, contenidos y actividades
7. Existe diversidad en la evaluación
8. La asignatura mediante un enfoque aplicativo, creativo
9. La asignatura fomenta el autoaprendizaje, la iniciativa y la toma de decisiones
10. La asignatura fomenta habilidades de dirección de proyectos

Por lo que, la propuesta de temario es acorde para que los estudiantes logren los objetivos de cada asignatura, sin embargo; los talleristas realizaron recomendaciones y observaciones teniendo como común denominador que se incluyan actividades prácticas, así como añadir metodologías hábiles e híbridas.

Respecto al programa de doctorado propuesto se observó la misma respuesta referente a la validación de aspectos pedagógicos y funcionales de las asignaturas, sin embargo, este se compone de 4 seminarios dedicados exclusivamente a la realización de

un proyecto para presentación de examen de grado, por lo que se ajustaron los objetivos teniendo para cada seminario un objetivo de acuerdo con las etapas del proyecto que se están trabajando.

Como conclusiones del análisis al taller, de 3672 respuestas más del 50% de los participantes consideraron que el programa era adecuado para que los estudiantes adquieran las habilidades y competencias de los profesionales en el ámbito, por lo cual está propuesta puede ser la consolidación un programa dictado por el IPN.

### Programa de posgrado propuesto

De acuerdo con las recomendaciones derivadas del taller asincrónico se realizaron modificaciones en los objetivos de las asignaturas, respecto a las líneas de aplicación de conocimiento no se generaron observaciones ni cambios ya que estos no se sometieron a evaluación derivado del enfoque que es realizar un temario ad hoc y general para gestar profesionales en DGP, como se muestra en la Figura 4.

**Figura 4**  
Mapa curricular propuesto para programa de DGP

Maestría en Diseño y Gestión de Proyectos				
Modalidad	Híbrida	Orientación	Profesional	4 semestres
Unidades de aprendizaje de:	Periodo escolar I	Periodo escolar II	Periodo escolar III	Periodo escolar IV
Tronco básico multidisciplinario	Diseño y gestión de proyectos	Seguimiento y control de proyectos	Gestión de problemas y riesgo de proyectos	Informes y análisis financieros
	Gestión estratégica de recursos humanos	Comunicación del Proyecto		
Seminario de proyectos multidisciplinario	Seminario I	Seminario II	Seminario III	Seminario IV
Optativas	Un marco de gestión para proyectos empresariales	Proyectos y tecnologías de la información	Personas y organizaciones	

Como podemos observar las asignaturas obligatorias otorgan un abanico amplio y acorde a los mejores programas de maestría. Para el caso de Doctorado se presentan sólo cuatro seminarios, donde el alumno debe integrar un proyecto factible y con las fases completas permitiendo así adentrarse desde la enseñanza con el trabajo en DGP.

### Discusión

La enseñanza de DGP a nivel Iberoamérica es diversa, algo en lo que concuerda esta región son las metodologías que se usan las mundialmente reconocidas lideradas por PMI e IPMA. Respecto al panorama en México se enfoca en programas de continuidad o maestría, se muestra un ámbito precario y centralizado en programas de maestría en unidades privadas que ofrecen las acreditaciones de las escuelas líderes y creadoras de metodologías en gestión de proyectos.

Se cree necesario que los alumnos comienzan la labor y la adopción de habilidades desde escuelas técnicas y acorde a los conocimientos obtenidos en estudios de grado,

enfocando así los conocimientos técnicos y generales para poder transformarlos en proyectos de valor que sean un producto o servicio que los usuarios requieran.

Derivado de lo anterior se consideró la creación de un programa de posgrado para el IPN, que se considera una entidad de educación superior pública, dicho programa se conformó de 6 asignaturas obligatorias, así como de tres líneas de aplicación de conocimientos en materia de ingeniería y construcción, proyectos ambientales, sociales y de desarrollo, así como de tecnologías de la información, esto en conjunto con el desarrollo de un proyecto aplicado como parte de la disertación.

Cabe señalar que lo anterior se alinea para determinar dichas asignaturas y se buscaron coincidencias entre programas para poder acoplar y regionalizar un programa conforme los programas top.

Además de lo anterior se considera necesario para aplicar un programa de dicha índole, regionalizar y verificar que tipo de profesionales de proyectos buscan las empresas y entidades en México, ya que es necesario que dicho programa tenga al menos tres objetivos: uno generar profesionales en DGP para México, dos; que dichos profesionales puedan ser catapultados a proyectos en otras latitudes y tres; que existan alumnos de otras regiones que puedan profesionalizarse en México.

## Conclusiones y trabajo futuro

Las conclusiones derivadas de dicha investigación son importantes ya que de acuerdo del diagnóstico realizado se pudo proponer un programa de maestría híbrido para una entidad en México que esté al alcance de más usuarios y el cual está alineado a los mejores programas de maestría en el mundo y que además pretende desarrollar las habilidades sugeridas por el PMI y el IPMA.

Sin embargo, será necesario regionalizar y adoptar dicho programa conforme a los desarrollos e innovaciones para crear profesionales que estén capacitados, así mismo existe poco interés de instituciones públicas para incorporar estas habilidades a la formación curricular en comento.

De igual manera se considera que las líneas de aplicación de conocimientos propuestos se alinean conforme a los retos nacionales e internacionales.

Como trabajos futuros será considerable generar mayor difusión a este tipo de información que permita visualizar las oportunidades de los profesionistas formados para poder estar a la altura de los retos y oportunidades a los que se enfrentaran en el mundo laboral actual.

## Referencias

- Cruz, J., Martínez, A., López, M., & Fernández, R. (2020). Áreas de conocimiento y fases clave en la gestión de proyectos: Consideraciones teóricas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(90), 680–692. <https://doi.org/10.31876/revista.v25i90.34710>
- Estrada, J. N. (2015). Análisis de la gestión de proyectos a nivel mundial. *Palermo Business Review*, (12), 61–98.
- Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER). (2021). DD070. *Introducción a la gestión de proyectos*. <https://www.edx.org/es/search?q=gestion%20de%20proyectos>
- International Project Management Association (IPMA). (2019). *ICB competence baseline (Versión 3.0)*. IPMA.

- Master of Project Academy. (2022, 22 de agosto). The 18 best project management universities. [Blog]. <https://blog.masterofproject.com/best-project-management-universities/>
- Mundoposgrado. (2021, 15 de octubre). *Top 10 de máster en gestión de proyectos – Project management 2020*. <https://www.mundoposgrado.com/top-10-de-master-gestion-de-proyectosproject-management-espana-2020/>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). *Higher education in Mexico: Labour market relevance and outcomes*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264309432-en>
- Project Management Institute. (2008). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK) (4.ª Ed.)*. Project Management Institute.
- QS Quacquarelli Symonds. (2022). QS Top Universities: Project management. <https://www.topuniversities.com/search/universities#q=project%20manageme nt>
- Sáenz, A., Arturo, R., Ostos, J., Bremser, K., & Lizarzaburu, E. (2019). Estudio exploratorio en gestión de proyectos. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 17(1), 91–111. <https://doi.org/10.36561/ING.17.5>
- The University of Manchester. (2022). *MSc Construction Project Management*. <https://www.manchester.ac.uk/study/masters/courses/list/04259/msc-engineering-project-management/course-details/#course-profile>
- Universidad Internacional Iberoamericana (UNINI). (2022). *Maestría en diseño, gestión y dirección de proyectos*. <https://www.unini.edu.mx/a/maestrias/maestria-diseno-gestion-y-direccion-de-proyectos>
- Universidad Panamericana. (2022). *Sobre la universidad*. <https://www.up.edu.mx/>
- Universidad para la Cooperación Internacional (UCI). (2022). *Escuela Global de Dirección de Proyectos (GSPM)*. <https://uci.ac.cr/maestria-administracion-proyectos/>
- Australian National University (ANU). (2022). *Maestría en gestión de proyectos*. <https://programsandcourses.anu.edu.au/2019/program/MPROM>

**LA IMPORTANCIA DEL SERVICIO AL CLIENTE COMO FACTOR DE  
CRECIMIENTO EMPRESARIAL**  
**A IMPORTÂNCIA DE ATENDIMENTO AO CLIENTE COMO FATOR DO CRESCIMENTO  
EMPRESARIAL**  
**THE IMPORTANCE OF CUSTOMER SERVICE AS A FACTOR OF BUSINESS GROWTH**

**Kabwe Lusombo Omari**

Universidad Internacional Iberoamericana, Mozambique

[[lusombo.omar@gmail.com](mailto:lusombo.omar@gmail.com)] [<https://orcid.org/0009-0005-2570-3655>]

**Nelo Alberto João**

Universidade Lurio, Mozambique

[[neloalberto@gmail.com](mailto:neloalberto@gmail.com)] [<https://orcid.org/0009-0001-4797-2873>]

---

**Información del manuscrito:**

**Recibido/Receiver:** 11/08/2025

**Revisado/Reviewed:** 14/01/2026

**Aceite/Accepted:** 06/02/2026

---

**RESUMEN**

**Palabras clave:**

Atención al cliente, Crecimiento empresarial y Mercado.

Este artículo científico tiene como objetivo analizar la contribución del servicio al cliente como factor de crecimiento empresarial en el contexto actual. Para ello, se presenta un marco teórico con el fin de identificar los tipos de atención al cliente, conocer el perfil del negociador, así como los pasos, estrategias y prácticas utilizadas en la atención. Asimismo, se enfatiza la importancia del servicio al cliente en el proceso comercial y se destaca el papel de la ética, cuyo uso adecuado puede influir en la imagen y el posicionamiento de las organizaciones. El estudio también busca responder a la siguiente interrogante: ¿cómo puede el servicio al cliente contribuir al aumento de las ventas de una organización? Para alcanzar los objetivos propuestos, la investigación adoptó una metodología de enfoque cualitativo y de tipo descriptivo. El estudio contó con la participación de 15 personas, de las cuales 5 eran profesionales del área de servicios y 10 clientes. Para la recolección de datos se utilizó la entrevista semiestructurada, y los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis de contenido, a partir de categorías y subcategorías. Los resultados permitieron concluir que el servicio al cliente aporta significativamente al incremento de las ventas en las organizaciones, ya que se constató que los empleados poseen conocimientos y habilidades en atención al cliente y son conscientes de que una oferta deficiente puede generar consecuencias negativas en el proceso de venta y, por consiguiente, comprometer el éxito empresarial.

**RESUMO**

**Palavras-chave:**

atendimento ao cliente, crescimento empresarial e mercado.

Este artigo científico tem como objetivo analisar a contribuição do atendimento ao cliente para o fator de crescimento empresarial no contexto atual, para o qual é apresentado um referencial teórico a fim de identificar os tipos de atendimento ao cliente, conhecer o perfil do negociador, as etapas e a estratégia, no atendimento. Para

---

ênfatizar a importância do atendimento ao cliente no processo comercial, apresentar a importância da ética onde seu uso pode influenciar na origem do perfil para as organizações e por fim apresentar uma abordagem rápida ao atendimento ao cliente? Como o atendimento ao cliente pode contribuir para aumentar as vendas de uma organização? Para atingir os objetivos enunciados o trabalho teve como metodologia de pesquisa, em termos de abordagem foi qualitativo, em termos de tipo foi descritivo. O estudo contou com 15 participantes, sendo 5 profissionais do serviço e 10 clientes. Para a coleta de dados foi utilizada uma entrevista semiestruturada, os dados foram analisados através de análise de conteúdo através de categorias e subcategorias, o que nos permitiu chegar à conclusão de que o atendimento ao cliente tem sim um grande contributo para o aumento das vendas nas organizações, uma vez que se constatou que os seus colaboradores possuem conhecimentos e competências no atendimento ao cliente, e estão conscientes de que uma má oferta pode ter consequências negativas para o processo de vendas e, portanto, comprometer o sucesso da empresa.

---

**ABSTRACT**

**Keywords:**

customer service, business growth and market.

This scientific article aims to analyze the contribution of customer service to the business growth factor in actual context, for that a theoretical framework is presented in order to identify types of customer service, to know the profile of the negotiator, the steps and strategy in attendance. To emphasize the importance of customer services in the business process, present the importance of ethics where its use can influence on the source of profile for organizations and finally present a quick approach to customer services. How can customer service contribute to an organization's sales increase? In order to achieve the outlined objectives, the work had as a research methodology, as for the approach it was qualitative, as for the type it was descriptive. The study had 15 participants, being 5 service professionals and 10 clients. A semi-structured interview was used for data collection, the data were analyzed using content analysis using categories, subcategories, which allowed us to reach the conclusion that customer services do have a great contribution to the increase in sales in the organizations, as it was found that their employees have knowledge and skills in customer services, and they are aware that poor service may bring negative consequences to the sales process and thus compromise the company's success.

## **Introducción**

En los últimos años, el sector de los servicios de atención al cliente se ha vuelto cada vez más competitivo, y la atención al cliente es uno de los principales factores de diferenciación entre las organizaciones. En el contexto de Água da Região do Norte-Nampula (AdRN), donde el suministro de agua potable supone un reto constante, la empresa no solo tiene la responsabilidad de garantizar un servicio esencial, sino también de velar por que los clientes se sientan valorados y satisfechos.

La atención al cliente consiste en ofrecer asesoramiento al consumidor y desempeña un papel fundamental en la fidelización, garantizando la continuidad de la relación entre la organización y sus clientes. Por lo tanto, la forma en que se atiende al cliente influye directamente en su nivel de satisfacción. La evaluación de la satisfacción de los clientes con los servicios de suministro de agua es fundamental para orientar las mejoras en el rendimiento de los prestadores de servicios, teniendo en cuenta factores como la disponibilidad, la calidad y la capacidad de respuesta de la gestión, que influyen directamente en la satisfacción general del usuario (Timilsena, 2024).

En este contexto, la atención al cliente ha cobrado importancia dentro de las organizaciones, y ahora se considera un canal para aplicar técnicas destinadas a fidelizar a los clientes. Se debe ofrecer un beneficio o un privilegio que permita establecer una relación y que sirva para atraer, convertir, fidelizar y retener a los clientes para el negocio.

En este contexto, la atención al cliente ha pasado a considerarse un canal estratégico para la aplicación de técnicas de fidelización, mediante la creación de relaciones duraderas. Un mercado cada vez más competitivo exige a las organizaciones elementos diferenciadores que vayan más allá de la oferta de productos, siendo la atención al cliente un factor clave para justificar la elección de la empresa.

La insatisfacción con los servicios prestados puede acarrear graves consecuencias, como el aumento de las quejas y la pérdida de confianza de la población. Analizar las prácticas de atención al cliente y sus repercusiones resulta fundamental para identificar deficiencias y oportunidades de mejora. La insatisfacción del cliente influye negativamente en el comportamiento de consumo futuro, lo que puede dar lugar a una pérdida de ingresos y al deterioro de la reputación de la organización (Lu, Chang y Zhou, 2025).

La relevancia de este estudio se justifica por el hecho de que una atención eficiente y humanizada puede contribuir de manera significativa al crecimiento de Água da Região do Norte-Nampula, fomentando la fidelización, reduciendo la insatisfacción y reforzando la aceptación de los servicios prestados. De este modo, el presente estudio cobra relevancia al analizar la importancia de la atención al cliente como factor de crecimiento empresarial, teniendo en cuenta la realidad específica de Água da Região do Norte - Nampula, y con el objetivo de contribuir al fortalecimiento de la relación entre la empresa y sus clientes, así como a la sostenibilidad y al desarrollo organizativo.

### ***Atención al cliente***

La atención al cliente se refiere a la capacidad de una organización para identificar y satisfacer las necesidades de los clientes mediante una oferta adecuada de productos y servicios, junto con una comunicación clara, respetuosa y eficaz. Se trata de una responsabilidad institucional que se plasma en la forma en que la organización se relaciona con sus clientes en todos los puntos de contacto (Kotler y Keller, 2022).

El proceso de atención al cliente requiere atención, escucha activa y una gestión adecuada de las solicitudes, lo cual resulta determinante para el nivel de satisfacción percibido. Un cliente se siente satisfecho cuando el rendimiento del servicio recibido cumple o supera sus expectativas iniciales (Zeithaml, Bitner y Gremler, 2023).

La atención al cliente es fundamental para la supervivencia de las organizaciones, ya que las deficiencias en este proceso dan pie a que la competencia gane terreno. La calidad del servicio determina la percepción que el público tiene de la empresa, por lo que es fundamental evitar errores que pongan en peligro la confianza y la fidelidad. Los clientes satisfechos suelen convertirse en promotores de la marca, lo que refuerza la relación institucional.

### ***Clientes***

El cliente es la persona u organización que adquiere productos o servicios a cambio de un valor, y constituye el eje central de la estrategia organizativa (Kotler y Keller, 2022). El cliente ocupa un lugar central en la filosofía empresarial, ya que es la base de la sostenibilidad y del éxito de la organización.

Para atender adecuadamente a los clientes, los profesionales deben saber escuchar, comprender las necesidades que se les plantean y ofrecer soluciones adecuadas. Las organizaciones que conocen a fondo a sus clientes logran desarrollar productos y servicios que se ajustan a sus expectativas, lo que aumenta su participación en las compras y fomenta relaciones duraderas (Zonone, 2010).

La fidelización depende, sobre todo, de la calidad del servicio ofrecido. Un cliente al que se atiende bien es más propenso a mantener la relación con la organización y menos inclinado a buscar otros proveedores.

### ***Atención al cliente***

La atención al cliente se basa en la capacidad de hacer que cada cliente se sienta valorado, generando empatía y confianza. El empleado de atención al cliente desempeña un papel estratégico, ya que representa a la institución en el contacto directo con el cliente y es responsable de transmitir credibilidad y profesionalidad (Kotler, Kartajaya y Setiawan, 2021).

La relación entre el cliente y la organización es fundamental en el contexto empresarial actual, lo que exige un esfuerzo continuo para captar, fidelizar y crear valor para el cliente. La satisfacción está directamente relacionada con el rendimiento del servicio en comparación con las expectativas del consumidor, lo que convierte la gestión de la relación con el cliente en un proceso fundamental para establecer vínculos a largo plazo.

La excelencia en la atención al cliente depende del compromiso de la organización, de la formación de los empleados y de la existencia de sistemas y procedimientos adecuados que favorezcan la calidad del servicio (Bee, 2000).

### ***Crecimiento empresarial***

El crecimiento empresarial se refiere al proceso mediante el cual una organización amplía su capacidad para generar ingresos, expandir sus operaciones y aumentar su cuota de mercado (Kotler y Keller, 2022). Este crecimiento puede producirse gracias a la innovación, la ampliación de los servicios y la adaptación continua a las necesidades de los clientes.

La innovación es un motor esencial para el crecimiento de las organizaciones, ya que permite a las empresas destacar en el mercado y ampliar su ventaja competitiva. Comprender las necesidades de los clientes y adaptar continuamente los productos y servicios es fundamental para impulsar el crecimiento empresarial (OCDE, 2023).

La atención al cliente constituye una etapa decisiva en la relación con la organización, ya que puede comprometer o potenciar las inversiones realizadas en producto, precio y marketing. Por lo tanto, la atención al cliente no es solo una estrategia de diferenciación, sino una condición necesaria para la supervivencia de las organizaciones.

### ***Relación entre la atención al cliente y el crecimiento empresarial***

La satisfacción de los clientes es fundamental para el rendimiento de la organización, ya que el éxito de las ventas depende tanto de la captación de nuevos clientes como de la fidelización de los ya existentes (Kotler y Keller, 2022). La atención al cliente debe estar en consonancia con los objetivos de la organización, garantizando la calidad, la confianza y la credibilidad.

Los clientes insatisfechos tienden a abandonar la empresa, lo que reduce las ventas y pone en peligro el crecimiento empresarial. Por otra parte, una atención al cliente de calidad genera ventajas competitivas y contribuye al éxito de la organización.

### ***Satisfacción***

La satisfacción del cliente es el resultado de la valoración del valor percibido, que combina elementos tangibles e intangibles del servicio. Constituye un factor esencial para la permanencia de la organización en el mercado, lo que exige comprender las expectativas y necesidades de los clientes (Zeithaml, Bitner y Gremler, 2023).

Los clientes satisfechos suelen mantener su relación con la organización y recomendarla a otros consumidores. La implantación de mecanismos continuos de evaluación de la satisfacción permite convertir las quejas en oportunidades de mejora.

La satisfacción del cliente es fundamental para el éxito de la organización, y una buena atención al cliente supone una ventaja competitiva frente a la competencia. Para ello, las empresas deben establecer programas sistemáticos de evaluación de la satisfacción y responder de forma eficaz a las reclamaciones presentadas.

### ***Objetivo general***

Analizar la atención al cliente como factor de crecimiento de la empresa Água da Região do Norte–Nampula.

### ***Objetivos específicos***

- Identificar las formas de atención al cliente en Água da Região do Norte–Nampula;
- Describir las modalidades de servicio vigentes en Água da Região do Norte–Nampula;
- Relacionar y proponer las formas de atención al cliente con la satisfacción de este en Água da Região do Norte–Nampula.

## Métodos

### ***Descripción del lugar de investigación***

El estudio se llevará a cabo en Água da Região do Norte (AdRN), una empresa pública dedicada al suministro de agua potable de alta calidad a la población de la región norte de Mozambique. La empresa, que destaca por la calidad y la fiabilidad de un servicio cercano al ciudadano y está comprometida con el desarrollo sostenible, Água da Região Norte–Nampula garantiza el suministro continuo de agua potable en la ciudad de Nampula, contribuyendo al bienestar de las comunidades y a la conservación de los recursos hídricos.

### ***Dibujo***

Para la realización de este estudio, se optó por un enfoque cualitativo, ya que este método orienta los procedimientos de investigación sobre objetos de estudio que requieren descripciones y análisis no numéricos de un fenómeno determinado. . El enfoque cualitativo permite analizar los significados, las percepciones, las actitudes y los comportamientos de los sujetos implicados en el fenómeno estudiado (Lakatos y Marconi, 2017).

La investigación cualitativa se centra en interpretar los aspectos más profundos de la realidad social, describiendo la complejidad del comportamiento humano y ofreciendo análisis detallados sobre prácticas, hábitos, actitudes y tendencias (Minayo, 2014). Además, este tipo de investigación se caracteriza por la flexibilidad de su diseño, lo que permite ajustar las preguntas de investigación a lo largo del proceso de recopilación y análisis de datos, en función de las pruebas empíricas obtenidas (Malhotra, 2019).

### ***Participantes***

Los participantes en la investigación son aquellas personas que aportan información relevante para el estudio, por lo que se les considera sujetos activos del proceso de investigación (Caetano, 2020). En el estudio participaron 15 personas, de las cuales 5 son profesionales de atención al cliente de AdRN y 10 son clientes de la empresa.

La selección de los participantes se basó en un criterio de muestreo no probabilístico, de tipo intencional, teniendo en cuenta la relevancia de los sujetos para los objetivos de la investigación y su experiencia directa en la atención al cliente en AdRN (Gil, 2019).

### ***Técnicas de recopilación de datos***

Para la recopilación de datos en el presente estudio se utilizaron las técnicas de entrevista semiestructurada, cuestionario, observación no participante y análisis documental. Estas técnicas gozan de un amplio reconocimiento en la investigación cualitativa, ya que permiten comprender en profundidad los fenómenos estudiados, así como realizar una triangulación de la información que refuerza la validez de los resultados. La elección de estas técnicas se justifica por el hecho de que permiten una mayor flexibilidad a la hora de recabar información, lo que permite al investigador profundizar en los significados que los participantes atribuyen al fenómeno estudiado (Lakatos y Marconi, 2017).

### **Procedimientos técnicos**

En lo que respecta a los procedimientos técnicos, la investigación se plantea como un estudio de caso, ya que se pretende llevar a cabo un análisis exhaustivo, detallado y contextualizado de la atención al cliente como factor de crecimiento empresarial en AdRN, en la ciudad de Nampula.

El estudio de caso permite comprender la realidad investigada de forma integral, teniendo en cuenta sus múltiples dimensiones y relaciones, y resulta especialmente adecuado cuando se pretende investigar fenómenos contemporáneos enmarcados en contextos reales (Yin, 2015).

Según Pradanov y Freitas (2013), el estudio de caso se basa en la aplicación práctica del conocimiento científico a una realidad concreta, lo que contribuye tanto a la comprensión del fenómeno como al desarrollo teórico.

### **Análisis de datos**

El análisis de datos constituye una de las etapas más importantes de la investigación, ya que es a partir de él como se organizan, interpretan y presentan los resultados, lo que permite extraer las conclusiones del estudio (Lakatos y Marconi, 2017).

Para el análisis de los datos recopilados, se adoptó una combinación de técnicas que permitió la triangulación de la información procedente de las diferentes fuentes de datos primarios y secundarios. Por lo tanto, se recurrió al análisis documental y al análisis de contenido.

Se utilizó el análisis documental para examinar informes financieros, documentos normativos, registros administrativos y otros documentos institucionales relevantes para el estudio. Por su parte, el análisis de contenido permitió la codificación, categorización e interpretación sistemática de los datos textuales, identificando temas, patrones y significados relevantes (Bardin, 2016).

La técnica de análisis de contenido también se aplicó a los datos obtenidos de las entrevistas semiestructuradas, lo que permitió comprender las diferentes percepciones, retos y oportunidades relacionados con la atención al cliente en AdRN.

## **Resultado**

### **1ª pregunta: Frecuencia de uso de los servicios**

**Tabla 1**

*Describe la frecuencia con la que se utilizan los servicios de AdRN*

<b>Uso de los servicios de AdRN</b>	<b>Porcentaje</b>
Todos los días	30 %
Semanalmente	40
Mensualmente	20 %
Rara vez	10 %

El hecho de que el uso semanal (40 %) y diario (30 %) sea predominante indica que una parte significativa de los clientes considera que los servicios de AdRN son esenciales en su día a día. Esto sugiere que la empresa ofrece un servicio que se considera necesario, especialmente en un sector tan fundamental como el del suministro de agua.

Según el estudio de Kotler y Keller (2016), la frecuencia de uso es un indicador importante de la fidelidad del cliente, y un uso frecuente puede traducirse en un aumento de la fidelidad.

La tarifa del 20 % por uso mensual podría indicar que, aunque algunos clientes dependen de los servicios de AdRN de forma habitual, es posible que otros no los necesiten con la misma frecuencia. Esto puede deberse a factores como los diferentes perfiles de consumo o los lugares de residencia. La AdRN debe analizar las razones que explican este uso menos frecuente, entre las que pueden figurar opciones alternativas de abastecimiento o la insatisfacción con el servicio.

Dado que el 10 % de los encuestados afirma que utiliza los servicios con poca frecuencia, es importante comprender quiénes son estos clientes y por qué su frecuencia de uso es baja. Según el estudio de McKinsey (2017), los clientes que utilizan los servicios de forma esporádica pueden suponer una oportunidad de crecimiento, si la empresa identifica y atiende sus necesidades específicas. Este análisis puede ayudar a AdRN a desarrollar estrategias para aumentar la frecuencia de uso entre estos clientes.

La frecuencia de uso puede influir directamente en las estrategias de marketing y atención al cliente. Tal y como señala Solomon (2018), comprender los patrones de consumo puede ayudar a las empresas a personalizar sus ofertas y comunicaciones. Para los clientes que utilizan los servicios a diario o semanalmente, AdRN puede poner en marcha programas de fidelización o incentivos, mientras que para aquellos que los utilizan con poca frecuencia, la empresa puede desarrollar campañas de reactivación o promociones específicas.

## **2ª pregunta: Método de atención al cliente**

**Tabla 2**

*Ilustra el flujo en el uso de los métodos de atención al cliente en AdRN*

<b>Métodos</b>	<b>Porcentajes</b>
Presencial	30 %
Teléfono	25 %
En línea	35 %
Aplicaciones	10 %

El mayor porcentaje de clientes que utilizan el servicio de atención en línea (35 %) indica una tendencia al alza hacia las soluciones digitales. Esto concuerda con lo que afirma Deloitte (2020) sobre la digitalización, que se ha convertido en un factor clave en la experiencia del consumidor. Por lo tanto, AdRN debe invertir en mejorar sus plataformas digitales, garantizando que sean intuitivas y eficaces para satisfacer las necesidades de los clientes.

Aunque la atención en línea es la más utilizada, la atención presencial sigue representando una parte significativa (30 %). Esto sugiere que muchos clientes valoran la interacción cara a cara, que puede aportar un mayor nivel de confianza y claridad en cuestiones que consideran importantes. Tal y como señala la Harvard Business Review (2017), la interacción personal puede ser fundamental para forjar relaciones y fomentar la fidelidad a la marca.

El uso de la atención telefónica (25 %) también es significativo, lo que indica que muchos clientes prefieren una forma de comunicación más tradicional, que ofrece la

oportunidad de interactuar directamente. La preferència por la atención telefónica puede estar relacionada con la búsqueda de respuestas rápidas y soluciones inmediatas. Esto concuerda con el estudio de PwC (2018), que sugiere que los consumidores siguen valorando la atención personalizada en sus interacciones.

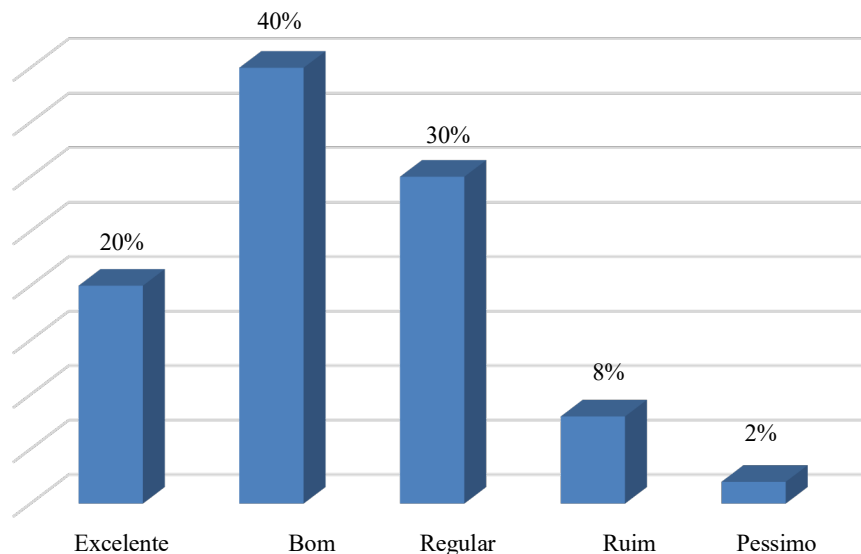
El uso de aplicaciones para la atención al cliente (10 %) es el más bajo de entre los métodos presentados. Esto podría indicar un menor conocimiento o aceptación de las plataformas de aplicaciones, o bien sugerir que AdRN aún tiene margen para desarrollar sus ofertas digitales en este canal. Nielsen (2019) señala que la experiencia del usuario en las aplicaciones debe optimizarse para que se convierta en una opción viable y atractiva para los clientes.

Dada la diversidad de métodos de atención al cliente con los que cuenta, AdRN debe plantearse un enfoque multifacético que se adapte a las preferencias de los distintos grupos de clientes. Según Solomon (2018), una estrategia de atención al cliente que reconozca y valore las preferencias del cliente puede aumentar la satisfacción y la fidelidad. La empresa puede introducir mejoras en sus canales de atención al cliente en línea y en sus aplicaciones, al tiempo que mantiene y mejora la eficacia de la atención presencial y telefónica.

### **3ª pregunta: Calidad de la atención al cliente**

**Figura 1**

*Muestra las opiniones sobre la calidad de la atención prestada por la AdRN*



La suma de las valoraciones «Excelente» (20 %) y «Bueno» (40 %) asciende al 60 %, lo que indica que la mayoría de los clientes consideran que la atención al cliente es satisfactoria o superior. Esta percepción positiva es fundamental, ya que los clientes satisfechos son más propensos a fidelizarse a la marca y a recomendarla a otras personas, tal y como afirman (Kotler y Keller, 2016). La AdRN debe seguir reforzando las prácticas que dan lugar a estos resultados positivos.

Una parte significativa de los encuestados (30 %) calificó la atención como "regular". Esto sugiere que, aunque hay satisfacción, existe un margen considerable de mejora. Según un estudio de Accenture (2016), los clientes que califican el servicio como

«normal» suelen sentirse insatisfechos con aspectos concretos, lo que puede provocar una pérdida de fidelidad si no se abordan estos problemas. La AdRN debe investigar las causas de esta evaluación y poner en marcha los cambios necesarios.

Las valoraciones negativas, que suman un 10 % (un 8 % Mal y un 2 % Pésimo), son una señal de alerta. Los clientes que califican la atención al cliente como mala o pésima pueden haber tenido experiencias frustrantes que influyen en su percepción de la marca. Según Solomon (2018), una experiencia negativa de un cliente puede amplificarse en las redes sociales, lo que puede tener repercusiones en la imagen de la empresa. La AdRN debe hacer un seguimiento de estas situaciones y adoptar medidas para resolver las reclamaciones de forma eficaz y proactiva.

La AdRN debe utilizar estos datos como base para adoptar medidas correctivas. Se debe recabar de forma continua la opinión de los clientes para identificar áreas de mejora, tal y como sugiere McKinsey (2017). La implantación de un sistema de comentarios eficaz puede ayudar a comprender mejor las necesidades y preocupaciones de los clientes, lo que permite dar una respuesta más ágil y precisa.

#### **4ª pregunta: Rapidez y eficiencia en la atención al cliente**

**Tabla 3**

*Describe la rapidez y la eficiencia en la atención al cliente en la empresa AdRN*

<b>Rapidez y eficiencia</b>	<b>Porcentajes</b>
Siempre	25 %
La mayoría de las veces	35 %
A veces	25 %
Rara vez	10 %
Nunca	5 %

La suma de las respuestas "Siempre" (25 %) y "La mayoría de las veces" (35 %) asciende al 60 %. Esto indica que una parte considerable de los clientes reconoce que la calidad de la atención al cliente influye positivamente en su decisión de seguir utilizando los servicios de AdRN. Esta correlación se ve respaldada por estudios que demuestran que una buena atención al cliente puede ser un factor diferenciador crucial a la hora de fidelizar a los clientes (Kotler y Keller, 2016).

Las respuestas "A veces" (25 %) también son relevantes, ya que indican que una parte considerable de los clientes puede verse influida por otros factores además de la atención al cliente, como el precio o la calidad del servicio. Esto sugiere que AdRN debe seguir esforzándose por mejorar la atención al cliente, pero también tener en cuenta otros aspectos que puedan influir en la decisión de los clientes.

Dado que solo el 10 % de los encuestados afirma que la atención al cliente "rara vez" influye y el 5 % afirma que "nunca" influye, los datos muestran que la mayoría de los clientes considera que la atención al cliente tiene cierta importancia. Sin embargo, el hecho de que el 15 % de los clientes considere que la atención al cliente tiene poca o ninguna influencia es una señal de alarma. Esto puede indicar áreas en las que AdRN aún puede mejorar o en las que la percepción del servicio no se ajusta a la realidad.

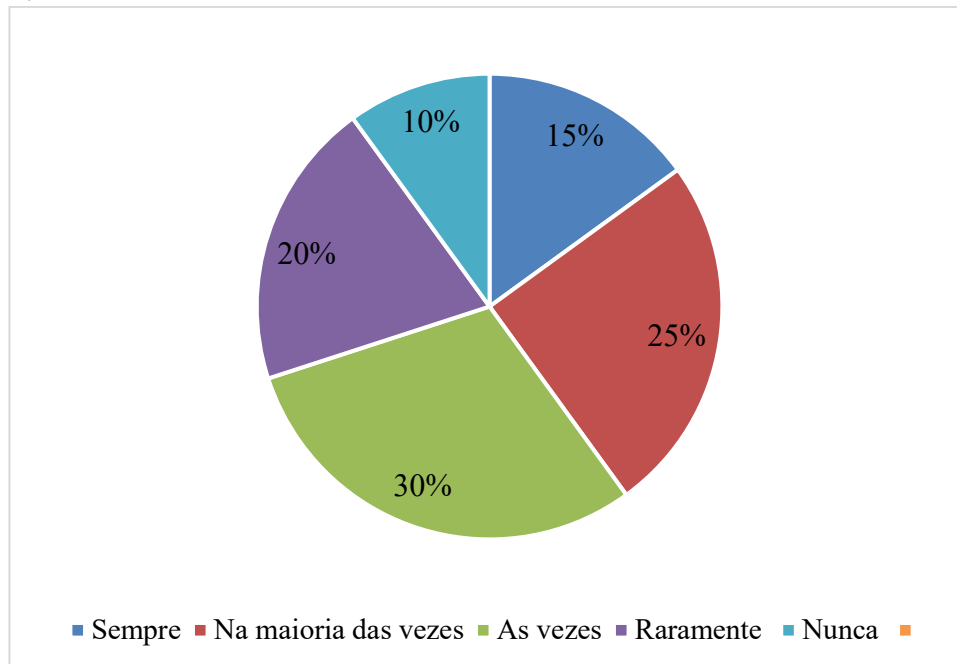
AdRN debe centrarse en mantener y mejorar los altos estándares de atención al cliente que ya son reconocidos por una parte significativa de sus clientes. Invertir en la formación del personal y en los procesos de atención al cliente puede tener un impacto

positivo en la satisfacción y la fidelización de los clientes. Además, la empresa debe tratar de comprender mejor los factores que influyen en el 25 % que responde "A veces" para adaptar su oferta de forma más eficaz.

### **5ª pregunta: Quejas o sugerencias**

#### **Figura 2**

*Describe las quejas y sugerencias de los clientes en relación con la atención al cliente en la empresa AdRN*



La suma de las respuestas "Siempre" (15 %) y "La mayoría de las veces" (25 %) da como resultado un 40 %, lo que indica que un número significativo de clientes cree que, de hecho, se tienen en cuenta sus quejas y sugerencias. Este reconocimiento es fundamental, ya que la percepción de que se valora la opinión del cliente puede aumentar su fidelidad y satisfacción (Solomon, 2018).

La respuesta "A veces" (30 %) sugiere que hay un grupo considerable de clientes que considera que se tienen en cuenta sus inquietudes, aunque quizá no con la frecuencia deseada. Esto supone una oportunidad para que AdRN ponga en marcha procesos más sólidos de atención al cliente y de retroalimentación. El estudio de Accenture (2016) destaca que las empresas que responden activamente a los comentarios de los clientes suelen tener clientes más comprometidos.

La suma de las respuestas "Rara vez" (20 %) y "Nunca" (10 %), que asciende al 30 %, es un indicador preocupante. Esto significa que una parte importante de los clientes no considera que sus quejas o sugerencias se traten adecuadamente. Esta falta de comunicación puede provocar insatisfacción y una disminución de la confianza en la marca. Tal y como señala McKinsey (2017), la falta de respuesta puede dar lugar a una percepción negativa del servicio, lo que puede provocar críticas o la pérdida de clientes.

La AdRN debería plantearse la implantación de un sistema de retroalimentación más eficaz, garantizando que todas las quejas y sugerencias se registren, se analicen y, siempre que sea posible, se respondan. La formación continua del equipo en materia de

comunicación y resolución de problemas puede contribuir a crear una cultura de escucha activa y receptiva.

#### **6ª pregunta: Satisfacción general con los servicios de AdRN**

**Tabla 4**

*Mide la satisfacción general con los servicios de AdRN*

Muy satisfecho	15 %
Satisfecho	45 %
Neutro	25 %
Insatisfecho	10 %
Muy insatisfecho	5 %

La suma de las respuestas "Muy satisfecho" (15 %) y "Satisfecho" (45 %) asciende al 60 %. Este resultado indica que la mayoría de los clientes valora positivamente los servicios de AdRN. La satisfacción del cliente es un factor clave para la fidelización y el crecimiento empresarial, tal y como destacan Kotler y Keller (2016), quienes señalan que los clientes satisfechos tienden a ser más fieles y a promocionar la marca.

La calificación "Neutro" (25 %) representa una parte considerable de los clientes que no expresan una opinión clara sobre su satisfacción. Esto podría indicar que estos clientes no están satisfechos con ciertos aspectos del servicio, pero aún no han llegado a un punto de insatisfacción suficiente como para clasificarlos como "insatisfechos". Según Accenture (2016), los clientes neutros pueden ser vulnerables a la competencia, ya que no están necesariamente comprometidos. AdRN debe analizar las razones que subyacen a esa neutralidad para mejorar la experiencia del cliente.

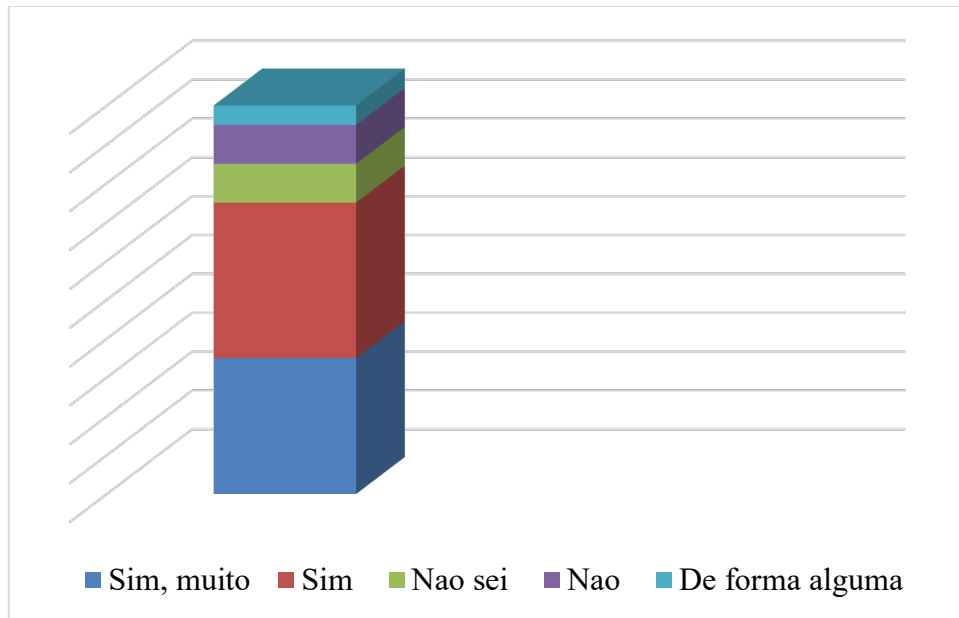
Las valoraciones "Insatisfecho" (10 %) y "Muy insatisfecho" (5 %) suman un total del 15 %. Este porcentaje, aunque menor, es significativo y debe abordarse con urgencia. La presencia de clientes insatisfechos puede afectar negativamente a la reputación de la empresa, tal y como afirman Solomon (2018) y McKinsey (2017). Es fundamental que la AdRN identifique y aborde las causas de la insatisfacción, ya que las experiencias negativas pueden difundirse rápidamente, sobre todo en las redes sociales.

AdRN debe utilizar estos datos para comprender mejor en qué aspectos puede mejorar. Implantar un sistema de retroalimentación que permita recabar información adicional sobre las causas de la insatisfacción y la neutralidad puede resultar fundamental para la mejora continua de los servicios. Además, los programas de fidelización y la comunicación activa con los clientes pueden ayudar a convertir a los clientes neutros en clientes satisfechos.

**7ª pergunta: Influencia de la atención recibida en la decisión de seguir utilizando los servicios**

**Figura 3**

Describe la influencia que tiene la atención al cliente en la decisión de seguir utilizando los servicios de la empresa AdRN



La suma de las respuestas "Sí, mucho" (35 %) y "Sí" (40 %) asciende al 75 %. Esto indica que una amplia mayoría de los clientes reconoce que la calidad de la atención tiene un impacto positivo en su decisión de seguir utilizando los servicios de AdRN. Esta percepción refuerza la idea de que una buena atención al cliente es un factor clave para la fidelización de los clientes, tal y como señalan Kotler y Keller (2016).

La respuesta "No lo sé" (10 %) sugiere que es posible que algunos clientes no tengan claro hasta qué punto influye la atención al cliente en su decisión. Esta incertidumbre puede ser un indicio de que estos clientes no tienen una experiencia lo suficientemente clara o impactante, lo que puede llevarles a no formarse una opinión definida. Según Accenture (2016), la falta de claridad en la experiencia del cliente puede provocar una disminución del compromiso.

Las respuestas "No" (10 %) y "En absoluto" (5 %) suman un 15 %, lo que indica que una minoría de los clientes no considera que la atención al cliente sea un factor relevante a la hora de decidir si seguir con AdRN. El hecho de que haya clientes que consideren que la atención al cliente no influye en su decisión puede indicar que ya están insatisfechos o que buscan otros factores, como el precio o la calidad del servicio. La empresa debe analizar estas opiniones para identificar posibles motivos de insatisfacción.

AdRN debe centrarse en reforzar aún más su servicio al cliente, ya que la mayoría de los clientes considera que su influencia es fundamental para la fidelización. La implantación de un sistema de retroalimentación periódico puede ayudar a comprender mejor las necesidades y expectativas de los clientes, lo que permite a la empresa adaptar sus estrategias. Para aquellos que no consideran que la atención al cliente sea un factor importante, AdRN puede centrarse en otros aspectos que influyen en la satisfacción y la fidelidad, como unos precios competitivos o la innovación en los servicios.

**8ª pregunta: Recomendaría los servicios de AdRN a otras personas****Tabla 5***Indica el nivel de recomendación de los servicios de la AdRN*

Por supuesto	30 %
Probablemente	40 %
Quizás	20 %
Probablemente no	5 %
De ninguna manera	5 %

La suma de las respuestas "Sin duda" (30 %) y "Probablemente" (40 %) asciende al 70 %. Esto indica que una gran parte de los clientes está dispuesta a recomendar los servicios de AdRN, lo que constituye un claro indicador de satisfacción y fidelidad. Estudios como los de Kotler y Keller (2016) demuestran que las recomendaciones son uno de los mejores indicadores de la calidad del servicio y de la experiencia del cliente, ya que reflejan la confianza que estos depositan en la marca.

La respuesta "Quizás" (20 %) representa a un grupo de clientes que no está del todo convencido de la recomendación, lo que sugiere que, aunque están satisfechos, pueden tener algunas reservas. Esta incertidumbre puede deberse a experiencias diversas o a expectativas que no se han cumplido del todo. Según un estudio de Accenture (2016), los clientes que no se sienten plenamente comprometidos pueden mostrarse receptivos a otras alternativas, lo que supone un riesgo potencial para AdRN.

La suma de las respuestas "Probablemente no" (5 %) y "En absoluto" (5 %) asciende a solo el 10 %. Este bajo porcentaje sugiere que la mayoría de los clientes no tiene una opinión negativa muy marcada sobre los servicios de AdRN. Sin embargo, es importante que la empresa analice los motivos por los que estos clientes no recomendarían los servicios, ya que incluso una pequeña parte de clientes insatisfechos puede afectar negativamente a la reputación de la marca, especialmente en un mundo en el que el boca a boca y las valoraciones en línea tienen cada vez más influencia.

AdRN debe centrarse en reforzar las áreas que ya están generando una alta tasa de recomendación y abordar las inquietudes de los clientes que expresan incertidumbre. Poner en marcha programas de fidelización y solicitar opiniones de forma continua puede ayudar a identificar y resolver problemas que podrían afectar a la disposición de los clientes a recomendar la empresa.

**Debates****1ª pregunta: Cargo y responsabilidades**

Respuesta: Soy el director de operaciones de AdRN. Mis principales responsabilidades consisten en supervisar las operaciones diarias, aplicar las políticas de atención al cliente, garantizar la calidad de los servicios prestados y dirigir al equipo con el objetivo de lograr una mejora continua.

El hecho de que el entrevistado sea el director de operaciones indica que ocupa un puesto de liderazgo que influye en la calidad del servicio. Esta responsabilidad sugiere que participa directamente en la definición de políticas y estrategias, lo que refleja la importancia que la empresa concede a la experiencia del cliente. Según Kotler y Keller

(2016), el liderazgo desempeña un papel fundamental a la hora de definir la cultura de servicio de una empresa, lo que sugiere que una gestión eficaz es clave para dar forma a la experiencia del cliente.

**2ª pregunta: Experiencia en la empresa**

Respuesta: Llevo siete años trabajando en AdRN. Mi experiencia ha sido muy enriquecedora; he visto cómo la empresa ha crecido y mejorado, pero también me he enfrentado a retos importantes, sobre todo en períodos de gran demanda.

En este caso, los siete años de experiencia sugieren un profundo conocimiento del funcionamiento interno de la AdRN. La referencia a los retos y al crecimiento refleja un proceso de aprendizaje y adaptación, lo que puede indicar una cultura organizativa que valora la evolución y la resiliencia. Según Senge (2006), "el aprendizaje organizativo se intensifica con la experiencia", lo que pone de manifiesto que los empleados con una larga trayectoria en la empresa pueden contribuir de manera significativa a la mejora continua.

**3ª pregunta: Calidad de la atención al cliente**

Respuesta: Considero que la calidad de la atención es buena, pero que hay margen de mejora. Contamos con un equipo muy comprometido, pero hay momentos en los que la carga de trabajo puede afectar a la calidad del servicio.

Calificar la calidad de la atención como "buena, pero con margen de mejora" refleja una percepción realista de la situación. Esto sugiere que, aunque se reconoce el esfuerzo del equipo, también se es consciente de los aspectos que requieren atención, lo que refleja un compromiso con la mejora continua. El modelo de calidad del servicio Ser qual, desarrollado por Parasuraman, Zeithaml y Barry (1988), sugiere que la percepción de la calidad puede mejorarse identificando las diferencias entre las expectativas y la prestación real del servicio.

**4ª pregunta: Retos en la atención al cliente**

Respuesta: Entre los principales retos se encuentran la gestión de las expectativas de los clientes, la presión durante los periodos de mayor actividad y la necesidad de encontrar soluciones rápidas a problemas complejos. Además, la comunicación eficaz entre los miembros del equipo es fundamental.

Identificar retos como la gestión de las expectativas y la comunicación pone de manifiesto una visión crítica del entorno de atención al cliente. Tal y como afirman Zeithaml y Bitner (2016), "una gestión eficaz de las expectativas del cliente es esencial para evitar el descontento", lo que pone de relieve la importancia de una comunicación clara.

**5ª pregunta: Formas de atención al cliente**

Respuesta: Considero que la atención presencial y en línea son las más eficaces. La atención presencial permite una interacción más personal, mientras que la atención en línea ofrece mayor comodidad. La atención telefónica, aunque útil, suele conllevar largos tiempos de espera.

La preferencia por la atención presencial y en línea pone de manifiesto que se comprenden las necesidades de los clientes en cuanto a comodidad y personalización. El hecho de reconocer las limitaciones de la atención telefónica supone una oportunidad para que la empresa innove en sus canales de atención al cliente. El estudio de McKinsey

(2017) destaca que "la experiencia del cliente mejora cuando se ofrece una variedad de canales de atención al cliente", lo que corrobora la opinión del entrevistado.

**6ª pregunta: Procesos de atención al cliente que pueden mejorarse**

Respuesta: Sí, creo que el proceso de atención telefónica podría mejorarse. La implantación de un sistema de clasificación más eficiente contribuiría a reducir los tiempos de espera y a derivar a los clientes a los dependientes más adecuados.

La sugerencia de optimizar la atención telefónica refleja un enfoque proactivo en la búsqueda de la eficiencia. La clasificación de llamadas puede mejorar la experiencia del cliente, lo que pone de relieve la importancia de gestionar el flujo de llamadas y priorizar las necesidades. Según Blazevic y Lievens (2008), "la eficiencia operativa en la atención al cliente puede traducirse en una mayor satisfacción del cliente", lo que indica que las mejoras en los procesos pueden tener un impacto positivo.

**7ª pregunta: Formación y desarrollo**

Respuesta: He recibido formación inicial sobre políticas de atención al cliente y resolución de conflictos. Sin embargo, la formación se limitó a una sola sesión, lo que podría mejorarse con cursos de formación continuos.

Las críticas sobre la insuficiencia de la formación apuntan a una carencia en la formación continua de los empleados. La falta de formación periódica puede afectar a la calidad del servicio, lo que indica que la empresa debería invertir más en el desarrollo profesional. Según Brinkerhoff (2003), la formación periódica es fundamental para retener los conocimientos y mejorar las habilidades, lo que puede resultar clave para la eficacia de la atención al cliente.

**8ª pregunta: Recepción y gestión de los comentarios**

Respuesta: Recibimos comentarios de los clientes con regularidad, sobre todo a través de encuestas de satisfacción. Esos comentarios se analizan mensualmente en las reuniones, pero creo que podríamos actuar con mayor rapidez en los ámbitos que requieren atención.

La frecuencia con la que los clientes envían sus comentarios sugiere que AdRN está atenta a las opiniones de los usuarios. Sin embargo, la percepción de que el equipo podría actuar con mayor rapidez pone de manifiesto una posible desconexión entre la recopilación de comentarios y la puesta en práctica de mejoras, lo que puede afectar a la satisfacción del cliente. Según McKinsey (2016), "los comentarios de los clientes deben ser un motor para la mejora continua", lo que pone de relieve la importancia de adoptar medidas rápidas y específicas basadas en las opiniones de los clientes.

**9ª pregunta: Relación entre la atención al cliente y el crecimiento**

Respuesta: Creo que existe una fuerte correlación. Una buena atención al cliente no solo fideliza a los clientes actuales, sino que también atrae a otros nuevos. Los clientes satisfechos suelen recomendar AdRN, lo cual es fundamental para nuestro crecimiento.

La creencia en la correlación entre un servicio de calidad y el crecimiento de la empresa refleja una visión estratégica sobre la importancia de la experiencia del cliente. Esto concuerda con las teorías de marketing que sostienen que la satisfacción del cliente es fundamental para fidelizarlo y ampliar la cartera de clientes. La teoría de la satisfacción del cliente de Oliver (1999) sostiene que un alto nivel de satisfacción genera fidelidad, lo cual es esencial para el crecimiento sostenible de las empresas.

### **10ª pergunta: Cultura organizativa**

Respuesta: La cultura organizativa de AdRN en lo que respecta a la atención al cliente se centra en valorar la experiencia del cliente, pero aún se encuentra en fase de desarrollo. Existe una clara conciencia de la importancia de ofrecer una atención de calidad, y el equipo está comprometido a prestar un servicio que satisfaga las expectativas de los clientes.

La descripción de la cultura organizativa pone de manifiesto que se reconoce la importancia de la atención al cliente, pero también sugiere que aún hay margen de mejora. La transición hacia una mentalidad centrada en el cliente requiere esfuerzos deliberados para integrar esta visión en todos los niveles de la organización. Según Heskett et al. (1994), "la cultura organizativa es un factor determinante de la calidad del servicio", lo que indica que son necesarios cambios culturales para lograr una atención al cliente de excelencia.

### **11ª pregunta: Prácticas inspiradoras de otras empresas**

Respuesta: Sí, las empresas que utilizan plataformas de retroalimentación en tiempo real, como los chatbots para la atención inicial, son una fuente de inspiración. Además, algunas empresas ponen en marcha programas de reconocimiento para los empleados que destacan en la atención al cliente, lo que podría ser una buena práctica para nosotros.

La referencia a prácticas de otras empresas, como los chatbots y los programas de reconocimiento, denota una actitud abierta hacia la innovación. Esto sugiere que el entrevistado está al tanto de las tendencias del mercado y cree en la importancia de aprender de los demás para mejorar el rendimiento de AdRN. Según Christensen (2003), "la innovación es fundamental para la supervivencia y el crecimiento de las empresas", lo que sugiere que AdRN podría beneficiarse de la adopción de prácticas exitosas de otras organizaciones.

## **Referencias**

- Accenture. (2016). *Customer Experience and Satisfaction Insights*. Dublin, Ireland: Accenture Research.
- Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo*. Edições 70. <https://www.edicoes70.pt/produto/analise-de-conteudo/>
- Bee, F. (2000). *Fidelizar o Cliente/ Francês e Rolande Bee.* Nobel.
- Caetano, A. (2020). *Liderança do Diretor da Escola no Desempenho dos Professores: Caso da EPC do Natete*. [Tesis de máster. Universidad Católica de Mozambique, Nampula, Mozambique].
- Blazevic, V., & Lievens, A. (2008). Managing Innovation Through Customer Coproduction in Services. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36(1), 138–151.
- Brinkerhoff, R. O. (2003). *Increasing Impact of Training and Performance Improvement Initiatives*. Berrett-Koehler Publishers.
- Christensen, C. M. (2003). *The Innovator's Dilemma*. Harvard Business School Press. [https://openlibrary.org/books/OL21170033M/The\\_innovator%27s\\_dilemma](https://openlibrary.org/books/OL21170033M/The_innovator%27s_dilemma)
- Deloitte (2020). *Digital Transformation and Customer Experience*. Deloitte Insights.
- Gil, A. C. (2019). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. (7ª. ed.). Atlas.
- Harvard Business Review (2017). *The Value of Human Interaction in Customer Service*. Harvard Business Review. <https://hbr.org/2017/07/your-customers-still-want-to-talk-to-a-human-being>

- Heskett, J. L., Jones, T. O., Loveman, G. W., Sasser Jr., W. E., & Schlesinger, L. A. (1994). Putting the Service-Profit Chain to Work. *Harvard Business Review*, 72(2), 164–174.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Gestão de Marketing*. (15<sup>a</sup> Ed.). Pearson Educação.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2022). *Marketing Management*. (16<sup>th</sup> Ed.). Pearson.
- Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2021). *Marketing 5.0: Technology for humanity*. Wiley.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2017). *Fundamentos de Metodologia Científica*. (8<sup>a</sup>. Ed.). Atlas.
- Lu, Yingchao; Chang, Hailing; & Zhou, Yadan. (2025). *The Impact of Consumer Complaints on Corporate Digital Transformation*. *International Review of Economics & Finance*, 101, 104203.
- Malhotra, N. K. (2019). *Pesquisa de Marketing: Uma orientação aplicada*. (7<sup>a</sup>. Ed.). Bookman.
- Minayo, M. C. S. (2014). *O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde*. (14<sup>a</sup>. Ed.). Hucitec.
- McKinsey & Company (2016). *Customer Feedback and Continuous Improvement*. McKinsey Insights.
- McKinsey & Company (2017). *Customer Experience: New capabilities, new audiences*. McKinsey Insights.
- Nielsen. (2019). User Experience and Mobile Application Adoption (Nielsen Reports). The Nielsen Company.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). *Innovation and Growth: Policy perspectives*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/innovation-and-growth-policy-perspectives-2023.htm>
- Oliver, R. L. (1999). *Whence Consumer Loyalty?* *Journal of Marketing*. 63 (Special Issue), 33–44. <https://doi.org/10.1177/00222429990634s105>
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12–40.
- Prodanov, C. C.; & Feitas, E. C. (2013). *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. (2<sup>a</sup>. Ed.). Feeval.
- PwC (2018). *Future of Customer Experience*. PwC Research. <https://www.pwc.com>
- Senge, P. M. (2006). *The Fifth Discipline: The art and practice of the learning organization*. Doubleday.
- Solomon, M. R. (2018). *Consumer Behavior: Buying, having, and being*. (12th Ed.). Pearson.
- Timilsena, N. (2024). *Association Between Demographic Characteristics of Users' and Overall Satisfaction with Water Supply Service*. *International Journal of Science, Technology and Society*, 12(3), 96–107.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. (5<sup>a</sup>. Ed.). Bookman.
- Zeithaml, V. A., & Bitner, M. J. (2016). *Services Marketing: Integrating customer focus across the firm*. (7<sup>th</sup> Ed.). McGraw-Hill. <https://www.mheducation.com/highered/product/services-marketing-integrating-customer-focus-across-the-firm-zeithaml.html>
- Zonone, L. C. (2010). *Marketing de Relacionamento: Tecnologia, processo e pessoas*.
- Zeithaml, V. A., Bitner, M. J., & Gremler, D. D. (2023). *Services Marketing: Integrating customer focus across the firm*. (8<sup>th</sup> Ed.). McGraw-Hill.

**DIGITALIZACIÓN, SOSTENIBILIDAD Y RENTABILIDAD EN LA  
EDUCACIÓN EMPRESARIAL UNIVERSITARIA EUROPEA: EL PROYECTO  
START DSP**  
**DIGITIZATION, SUSTAINABILITY, AND COST-EFFECTIVENESS IN EUROPEAN  
UNIVERSITY BUSINESS EDUCATION: THE START DSP PROJECT**

**Emmanuel Soriano Flores**

Universidad Europea del Atlántico, España

[[emmanuel.soriano@uneatlantico.es](mailto:emmanuel.soriano@uneatlantico.es)] [<https://orcid.org/0000-0002-8747-5679>]

**Thomas Andre Prola**

Universidad Europea del Atlántico, España

[[thomas.prola@uneatlantico.es](mailto:thomas.prola@uneatlantico.es)] [<https://orcid.org/0000-0002-1929-1659>]

---

**Información sobre el manuscrito:**

**Recibido/Received:** 18/07/2025

**Revisado/Reviewed:** 10/12/2025

**Aceptado/Accepted:** 16/06/2026

---

**RESUMEN**

**Palabras clave:**

sostenibilidad, digitalización,  
rentabilidad, espíritu empresarial

Esta investigación pretende conocer el nivel de uso y aplicación de los conceptos de sostenibilidad, digitalización y rentabilidad como tríada -según los principios de la Unión Europea- para el desarrollo de planes de empresa en la cátedra de emprendimiento de diferentes universidades y países, concretamente por educadores de Alemania, España, Grecia e Irlanda. Este estudio se ha realizado en el marco del proyecto europeo START DSP, financiado por la Unión Europea. El objetivo último de este proyecto es desarrollar una plataforma formativa para la adquisición de competencias en el ámbito del emprendimiento en relación con la sostenibilidad, la digitalización y la rentabilidad, que sea plenamente congruente con la literatura existente y analizada sobre el tema. La metodología empleada ha sido cualitativa y la recogida de datos se ha realizado mediante una guía de entrevista validada por criterios de expertos. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar sólo a aquellos educadores que tienen contacto real con el emprendimiento real y en el ámbito académico. Entre los principales resultados de la investigación, se puede resumir que los educadores dan más énfasis al tema de la sostenibilidad que al de la digitalización porque, este último es algo que se interpreta como una consecuencia lógica del crecimiento de un negocio, por lo tanto, el concepto de rentabilidad es algo que se da por sentado porque, en sí, es el objetivo de cualquier empresa del sistema capitalista, pero la dificultad es desarrollar ideas y modelos de negocio que logren la tríada sostenibilidad-digitalización-rentabilidad.

**ABSTRACT**

**Keywords:**

sustainability, digitization,  
profitability, entrepreneurship

This research aims to know the level of use and application of the concepts of sustainability, digitalization and profitability as a triad - according to the principles of the European Union- for the development of business plans in the entrepreneurship

professorship of different universities and countries, specifically by educators from Germany, Spain, Greece and Ireland. This study was carried out within the framework of the European START DSP project, funded by the European Union. The ultimate goal of this project is to develop a training platform for the acquisition of competencies in the field of entrepreneurship in relation to sustainability, digitalization and profitability, which is fully congruent with the existing and analyzed literature on the subject. The methodology used was qualitative, and the data were collected using an interview guide validated by expert criteria. Inclusion and exclusion criteria were applied to select only those educators who have real contact with real entrepreneurship and in academia. Among the main results of the research, it can be summarized that educators give more emphasis to the issue of sustainability than to that of digitalization because, the latter is something that is interpreted as a logical consequence of the growth of a business, therefore, the concept of profitability is something that is taken for granted because, in itself, it is the objective of any company in the capitalist system, but the difficulty is to develop ideas and business models that achieve the triad sustainability-digitization-profitability.

---

## **Introducción**

La educación superior europea se enfrenta a varios retos importantes relacionados con el espíritu emprendedor, sobre todo en lo que respecta a su promoción. A estos retos se suman un mercado laboral en rápida evolución, la transformación digital en curso, unas exigencias de los clientes cada vez más específicas y la necesidad de cumplir con la legislación; sobre todo, implican orientar el ecosistema empresarial europeo hacia una visión que abarque simultáneamente la sostenibilidad, la digitalización y la rentabilidad.

En respuesta a estos retos, se puso en marcha el proyecto europeo Start DSP con el fin de mejorar la eficacia de la formación en emprendimiento en las instituciones de educación superior. Mediante la oferta de materiales didácticos innovadores y el énfasis en prácticas empresariales digitales, sostenibles y éticas, el proyecto pretende dotar de mejores herramientas a los docentes y, a su vez, capacitar a los alumnos para que aborden los retos globales actuales a través del espíritu emprendedor. Durante su fase de diagnóstico, el proyecto Start DSP evaluará en qué medida los conceptos de digitalización, sostenibilidad y rentabilidad están integrados en los planes de negocio —los principales resultados de los cursos de emprendimiento— con el fin de desarrollar una plataforma que refuerce estas ideas y mejore la calidad de las propuestas de negocio.

Los planes de negocio han cambiado con el paso del tiempo. Históricamente, se ha prestado la misma atención a los detalles de cada sección: estratégica, operativa, administrativa, financiera y de marketing. Con el paso de los años, este enfoque ha evolucionado hacia documentos más concisos y simplificados, reconociendo que numerosas variables y factores pueden alterar los planes originales una vez que se pone en marcha una empresa. Esta evolución ha dado lugar al desarrollo de modelos tan concisos y estratégicos como el marco CANVAS. Sin embargo, resulta preocupante que, en la formación universitaria en el ámbito empresarial, más allá de la evolución natural de los modelos de propuestas de negocio, no se haga suficiente hincapié en abordar la digitalización, la sostenibilidad y la rentabilidad como una tríada integrada. En cambio, estos conceptos suelen abordarse como elementos aislados, y en ocasiones la sostenibilidad y la digitalización se aplican de forma errónea.

Por lo tanto, esta investigación analiza cómo los docentes de las universidades europeas utilizan y aplican los conceptos de digitalización, sostenibilidad y rentabilidad en la formación empresarial. En un primer momento, la investigación evaluará el grado de familiaridad de los docentes con estos conceptos en sus prácticas docentes, para posteriormente evaluar cómo se aplican dichos conceptos en los modelos de negocio de sus alumnos.

En el mundo actual, la digitalización empresarial se ha convertido en algo imprescindible, lo que está transformando de forma radical la forma en que las organizaciones operan y compiten. Entre las ventajas de la digitalización se encuentran una mayor eficiencia, una mejor experiencia del cliente, una mayor competitividad, una reducción de los costes y una mayor capacidad de adaptación.

Por el contrario, dar prioridad a la sostenibilidad en las empresas ya no es solo una moda, sino un requisito imprescindible. Las organizaciones que dan prioridad a la sostenibilidad contribuyen a un futuro más sostenible, al tiempo que obtienen numerosas ventajas competitivas. La sostenibilidad está relacionada con factores clave como la mejora de la reputación, la reducción de costes, la innovación, la captación y retención de talento, el cumplimiento normativo, la resiliencia y el acceso a nuevos mercados.

La rentabilidad es el motor que impulsa el crecimiento y la supervivencia de cualquier empresa. Es el resultado de una gestión eficiente, la optimización de los

recursos y la capacidad de generar ingresos que superen los costes. La rentabilidad está directamente relacionada con la supervivencia, el crecimiento, la captación de inversiones, la estabilidad financiera, el pago de la deuda, la valoración de la empresa y la responsabilidad social.

Según el portal de noticias Euronews, las más de 32 millones de empresas de la Unión Europea —que conforman el tejido empresarial en su conjunto y constituyen el público objetivo del proyecto— tienen la oportunidad de mejorar sus procesos de sostenibilidad, digitalización o rentabilidad, especialmente las pequeñas y medianas empresas. Aunque el proyecto está financiado por la Unión Europea y está destinado a empresas europeas, su posible aplicación podría extenderse a empresas ubicadas fuera de Europa.

Las repercusiones a medio plazo de no llevar a cabo este proyecto se refieren a dos aspectos fundamentales que conviene destacar. El primer aspecto se refiere al cuidado del medio ambiente y al desarrollo económico sostenible, centrándose en la gestión de los recursos para las generaciones futuras. El segundo aspecto se refiere a ayudar a las empresas a alcanzar la competitividad mediante la digitalización y un enfoque específico en la rentabilidad. Ambos aspectos se ajustan a los objetivos estratégicos establecidos por la Unión Europea.

La viabilidad del estudio se basa en la hipótesis de que, utilizando los recursos concedidos al proyecto StartDSP, se elaboró una encuesta para recabar información sobre cómo los profesores de cursos de emprendimiento utilizan los conceptos de sostenibilidad, rentabilidad y digitalización.

## **Revisión bibliográfica**

La bibliografía existente sugiere que la sostenibilidad —definida como la gestión responsable de la producción y los recursos— es un tema ampliamente debatido en la formación sobre la creación de empresas, junto con la digitalización empresarial —un término relativamente nuevo impulsado por las tecnologías disruptivas— y la rentabilidad, un pilar fundamental que guía las decisiones estratégicas. La integración de estos tres conceptos forma una tríada ideal que conviene alcanzar, en lugar de tratar cada uno de ellos como un factor aislado y carente de relevancia social.

En principio, la incorporación de la sostenibilidad en la educación superior está transformando radicalmente la forma en que se conciben las nuevas empresas. Las universidades forman cada vez más a emprendedores con conciencia social comprometidos con la construcción de un futuro más sostenible (Enri-Peiró et al., 2024). Los graduados de hoy son los líderes del mañana. Según Arias-Valle (2024), al incorporar la sostenibilidad en el plan de estudios, las universidades preparan a los estudiantes para hacer frente a los retos globales y crear empresas que tengan un impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente. Por el contrario, Arrollo et al. (2023) sostienen que la sostenibilidad exige un enfoque multidisciplinar que abarque los aspectos medioambientales, sociales y económicos. Estudiar sostenibilidad ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la colaboración, que son fundamentales para el éxito empresarial. Del mismo modo, Martínez-Martínez et al. (2024) señalan que las empresas valoran cada vez más a los profesionales con conocimientos en materia de sostenibilidad, ya que estos conocimientos influyen en las decisiones empresariales a todos los niveles y ofrecen una ventaja competitiva, además de mejorar la eficiencia en la formación. Los emprendedores que incorporan prácticas sostenibles en sus empresas tienen más posibilidades de atraer a inversores y consumidores con conciencia social. Del mismo

modo, Herce Lezeta (2024) afirma que la sostenibilidad fomenta la innovación al plantear a los emprendedores el reto de encontrar soluciones creativas a los problemas medioambientales y sociales. Esto puede dar lugar al desarrollo de nuevos productos, servicios y modelos de negocio. Por último, de Oliveira Santos (2024) identifica cuatro ámbitos de aplicación de la sostenibilidad en la creación de empresas: la integración en los planes de estudios, las incubadoras y aceleradoras de empresas, los proyectos de investigación y las colaboraciones con empresas. En resumen, la sostenibilidad se ha convertido en un pilar fundamental de la educación superior, lo que ha impulsado la aparición de un nuevo tipo de emprendedor: aquel que combina la pasión por el éxito empresarial con el compromiso de construir un futuro más sostenible. Al integrar la sostenibilidad en el plan de estudios, las universidades están preparando a los estudiantes para liderar la transición hacia una economía más ecológica y más equitativa.

Por el contrario, la incorporación de la digitalización a la educación europea es relativamente nueva en comparación con la sostenibilidad, debido a su reciente aparición y a su rápida evolución. La bibliografía existente indica que la digitalización ha revolucionado todos los sectores, incluida la educación superior. Su impacto en la creación de empresas es cada vez más evidente, ya que dota a los estudiantes de las herramientas y los conocimientos necesarios para triunfar en un mundo cada vez más conectado. La digitalización está transformando la educación superior y creando un entorno que fomenta la aparición de nuevas empresas. Al proporcionar a los estudiantes las herramientas y los conocimientos necesarios para emprender en un mundo digital, las universidades fomentan la innovación y el desarrollo económico. A este respecto, Ndour y Alexandre (2020) destacan que la digitalización en la educación superior orientada al emprendimiento es esencial, ya que facilita el acceso a la información y a los recursos, desarrolla las competencias digitales, fomenta el aprendizaje personalizado, promueve la colaboración y la creación de redes, y simula situaciones de la vida real. Según Medfouni et al. (2024), la digitalización se lleva a cabo mediante cursos y programas en línea, plataformas de aprendizaje, incubadoras y aceleradoras digitales, hackatones y concursos, y comunidades virtuales.

La rentabilidad, a diferencia de los otros dos conceptos, ha sido un elemento inherente desde el establecimiento del sistema capitalista con empresas del sector privado, y su enseñanza en la educación superior sirve de máxima rectora para todas las iniciativas. Por sí solo, el concepto de rentabilidad no difiere de lo que ya indica el sentido común. El reto consiste en alcanzar la rentabilidad al tiempo que se cumplen las normas de sostenibilidad y digitalización establecidas por la Unión Europea. Enri-Peiró et al. (2024) afirman que la integración de la rentabilidad, la sostenibilidad y la digitalización en la educación superior está dando lugar a un nuevo paradigma para la creación de empresas. Cada concepto, por sí solo, impulsa la transformación, pero la sinergia que se genera al combinarlos está dando lugar a modelos de negocio más resilientes e innovadores, en consonancia con los retos globales. Marín-García et al. (2023) explican que la búsqueda de la rentabilidad a largo plazo obliga a las empresas a adoptar prácticas sostenibles, lo que, a su vez, genera un ahorro de costes, mejora la reputación y atrae a inversores con conciencia social. Del mismo modo, la digitalización optimiza los procesos, reduce el consumo de recursos, mejora la eficiencia y amplía el alcance en el mercado, lo que se traduce en una mayor rentabilidad y un menor impacto medioambiental. Las universidades tienen la capacidad de formar a emprendedores que combinen la búsqueda de la rentabilidad con el compromiso con la sostenibilidad y la innovación digital (Solaja et al., 2025).

## Método

La metodología es cualitativa y sigue el paradigma y los supuestos establecidos por Jiménez Mora et al. (2023), y se utiliza para interpretar las respuestas y recopilar los resultados. Se realizaron entrevistas en profundidad a docentes utilizando preguntas abiertas y exploratorias, diseñadas para recabar información sin respuestas preestablecidas (Ignacio Berredy y Fernández Guillermet, 2024), centrándose en sus conocimientos y en el uso que hacen de los conceptos de sostenibilidad, digitalización y rentabilidad en la enseñanza y en la creación de empresas por parte de sus alumnos. Los entrevistados fueron 18 educadores de cuatro países: Alemania, España, Grecia e Irlanda. Los resultados se obtuvieron en las lenguas oficiales de cada país y posteriormente se tradujeron al inglés. La guía de la entrevista se validó mediante consenso de expertos, utilizando una escala de Likert sencilla para cada respuesta, hasta que todos los ítems obtuvieron una puntuación positiva. Se solicitó a todos los participantes su consentimiento informado y firmado. Los cuestionarios se estructuraron en torno a seis temas que abarcaban una amplia gama de aspectos empresariales:

- 1) El grado de familiaridad del entrevistado,
- 2) Áreas prioritarias en las que centrarse,
- 3) Retos y carencias,
- 4) Buenas prácticas,
- 5) Repercusiones en la sociedad y el medio ambiente,
- 6) Aspectos clave de GreenComp.

Las entrevistas se llevaron a cabo a lo largo de dos meses y constituyeron la fase de diagnóstico del proyecto. Las entrevistas incluían preguntas abiertas, no dirigidas y flexibles, diseñadas para ofrecer una visión global del tema del estudio (Jiménez Mora et al., 2023).

El método de selección consistió en un muestreo intencional no aleatorio, basado en criterios específicos de inclusión y exclusión.

- a) Criterios de inclusión:
  - Profesores que hayan impartido clases de emprendimiento anteriormente
  - Profesores universitarios (tanto de instituciones públicas como privadas) con contrato vigente
  - Profesores de cualquier nacionalidad, siempre que residan en uno de los países que participan en el proyecto
- b) Criterios de exclusión
  - Profesores sin formación oficial en el ámbito empresarial.
  - Profesores que no gozan de un reconocimiento positivo por parte de la comunidad educativa, tal y como se desprende de las evaluaciones o de la opinión pública.

Para el análisis general, las respuestas se analizaron primero por país y, a continuación, se clasificaron según el tipo de entrevistado, teniendo en cuenta que algunas entrevistas fueron extensas, mientras que otras fueron más breves. Las transcripciones de las entrevistas se codificaron de forma inductiva y deductiva para identificar patrones recurrentes relacionados con la integración de la sostenibilidad, la digitalización y la rentabilidad en la formación en emprendimiento. El análisis se desarrolló en tres fases: codificación abierta, elaboración de categorías e interpretación temática.

## Resultados y discusión

En el presente estudio se utilizaron entrevistas en profundidad para analizar las percepciones de los docentes sobre la integración de la digitalización, la sostenibilidad y

la rentabilidad en los cursos universitarios de emprendimiento. Los resultados ponen de manifiesto una compleja interrelación entre estos conceptos, así como los retos y las oportunidades que plantea su aplicación efectiva en la formación en emprendimiento.

Todas las entrevistas fueron transcritas y revisadas por dos investigadores de forma independiente. A partir de los datos de las entrevistas se generaron códigos, que posteriormente se agruparon en categorías analíticas más amplias. Se debatieron las discrepancias en la codificación hasta que se llegó a un consenso. Este proceso reforzó la credibilidad y la fiabilidad de los resultados.

Muchos docentes cuentan con una sólida formación académica en ámbitos relacionados con la empresa, la economía y el emprendimiento. Por ejemplo, uno de los entrevistados es licenciado en Informática y Economía, mientras que otros tienen un doctorado en Administración de Empresas, Ciencias Ambientales o Economía. Estos datos indican que los docentes comparten una base académica común, especialmente en disciplinas relacionadas con el emprendimiento. Además, el hecho de que varios participantes cuenten con un doctorado pone de relieve la necesidad, en algunos casos, de una formación avanzada en diversos campos. Bonilla y Gutiérrez (2024) sugieren que una sólida base teórica en el ámbito de los negocios y el emprendimiento está relacionada con mejores resultados de aprendizaje en áreas como la sostenibilidad y la competitividad.

Además de las titulaciones académicas, la experiencia empresarial práctica se perfila como un tema importante entre los docentes. Por ejemplo, uno de los participantes fundó su propia agencia y ahora aplica su experiencia empresarial al ámbito del coaching. Otro de los encuestados es copropietario de una empresa de informática. Otro de los entrevistados ha puesto en marcha proyectos empresariales propios. Estos ejemplos ilustran la relación entre el conocimiento académico y la práctica empresarial en el mundo real. De hecho, Vélez Falcones et al. (2025) señalan que los profesores de emprendimiento con experiencia empresarial en la vida real suelen recibir mejores valoraciones que aquellos que carecen de dicha experiencia. Muchos de los encuestados han participado o dirigido proyectos empresariales, ya sea a través de iniciativas personales —como la creación de agencias— o mediante programas universitarios diseñados para fomentar el crecimiento de las empresas emergentes.

La mayoría de los encuestados se dedican a la enseñanza del espíritu empresarial o de materias relacionadas. Uno de los encuestados imparte cursos relacionados con las tecnologías de la información y el emprendimiento. Otra integra el espíritu emprendedor en los cursos sobre competencia digital. Un participante de la Universidad de Halle trabaja en la sensibilización sobre el espíritu emprendedor a través de módulos curriculares y talleres. Esto pone de manifiesto un compromiso compartido por fomentar el espíritu emprendedor, tanto a través de los planes de estudios oficiales como de programas o talleres complementarios. Esta observación concuerda con la de Vélez Falcones et al. (2025), que pone de relieve una fuerte correlación entre cursar estudios en el ámbito tecnológico y la propensión a crear una empresa propia.

Por último, los encuestados consideran que la innovación es un aspecto clave y la ven como la máxima expresión del espíritu emprendedor. Algunos educadores apoyan a las empresas emergentes innovadoras basadas en la investigación, mientras que otros intentan integrar la sostenibilidad en las prácticas empresariales. La innovación y la competitividad son conceptos que, según Sobko et al. (2023) están muy correlacionadas, aunque la innovación no siempre resulta rentable a largo plazo.

Los resultados se han organizado por categorías analíticas (Mendoza Ruiz et al., 2024), y la discusión sigue el marco interpretativo de Jiménez Mora et al. (2023) para destacar y contrastar los aspectos clave de la bibliografía, con el fin de llegar a

conclusiones válidas. Los resultados de las entrevistas se presentan de forma detallada y se comparan con la bibliografía disponible para facilitar un análisis en profundidad de las respuestas.

### **Tema 1. La sostenibilidad como dimensión predominante de la formación en emprendimiento**

Las entrevistas revelaron que la sostenibilidad ocupa un lugar central en la formación en emprendimiento en todos los países participantes. Los docentes señalaron de forma sistemática que incorporaban los principios de sostenibilidad en su docencia mediante cursos específicos, estudios de casos, actividades de aprendizaje basadas en proyectos y el uso de marcos internacionales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La sostenibilidad no se percibía únicamente como una cuestión medioambiental, sino, cada vez más, como una dimensión estratégica que abarcaba la responsabilidad social, la conducta empresarial ética y la creación de valor a largo plazo.

Varios docentes describieron la sostenibilidad como un concepto transversal integrado en múltiples asignaturas, en lugar de como una materia independiente. Este hallazgo sugiere que la sostenibilidad ha alcanzado un nivel relativamente alto de aceptación institucional en los planes de estudios de emprendimiento. Los participantes hicieron hincapié en que se anima a los estudiantes a tener en cuenta las consecuencias medioambientales y sociales a la hora de desarrollar ideas y modelos de negocio.

Estos resultados respaldan investigaciones anteriores que indican que las instituciones de educación superior están adoptando cada vez más la sostenibilidad como un objetivo educativo fundamental (Arias-Valle et al., 2024; Falcão et al., 2024). Los resultados también respaldan la tesis de Arroyo et al. (2023), quienes sostienen que la educación para la sostenibilidad requiere una perspectiva multidisciplinar capaz de integrar consideraciones económicas, sociales y medioambientales. En este sentido, los docentes participantes parecen estar yendo más allá de la educación emprendedora tradicional, centrada en los beneficios, para avanzar hacia una concepción más integral de la responsabilidad emprendedora.

Sin embargo, a pesar de la generalizada incorporación de la sostenibilidad en las prácticas docentes, las entrevistas también pusieron de manifiesto importantes limitaciones conceptuales. Muchos participantes asociaron la sostenibilidad principalmente con la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos, mientras que fueron menos los que se refirieron explícitamente a dimensiones sociales y de gobernanza más amplias. Este hallazgo sugiere que la sostenibilidad sigue interpretándose, en parte, desde una perspectiva ecológica limitada, lo que apunta a la posibilidad de aplicar este concepto de forma más integral en la formación en emprendimiento.

### **Tema 2. La digitalización como competencia implícita, más que estratégica**

A diferencia de la sostenibilidad, los educadores solían percibir la digitalización como una consecuencia natural del desarrollo empresarial, más que como una competencia empresarial estratégica que requiriera una formación específica. Aunque los participantes mencionaban con frecuencia el uso de herramientas digitales en sus actividades docentes, la digitalización en sí misma rara vez se describía como un objetivo central durante el desarrollo del modelo de negocio.

Los docentes destacaron el uso generalizado de plataformas y tecnologías digitales, entre las que se incluyen los sistemas de gestión del aprendizaje, el software de análisis empresarial, los sistemas de planificación de recursos empresariales, las herramientas de creación de prototipos y las aplicaciones de inteligencia artificial. En

general, estas tecnologías se consideraban instrumentos que facilitan las operaciones empresariales, mejoran la eficiencia y fomentan la innovación.

Los resultados sugieren que existe una distinción entre el uso de la tecnología y la transformación digital. Los participantes demostraron estar familiarizados con las herramientas digitales, pero se hizo menos hincapié en enseñar a los alumnos cómo la digitalización transforma de manera fundamental los modelos de negocio, las propuestas de valor, las relaciones con los clientes y las estrategias competitivas. En consecuencia, parece que la digitalización se considera más un recurso operativo que una capacidad empresarial transformadora.

Este resultado contrasta en parte con la bibliografía sobre emprendimiento digital, que considera que las competencias digitales son factores clave para la innovación y la competitividad (Ndour y Alexandre, 2020; Medfouni et al., 2024). Aunque los educadores reconocen la importancia práctica de la tecnología, las entrevistas indican que la transformación digital no siempre se integra de forma sistemática en el pensamiento emprendedor.

Una posible explicación es que la digitalización se ha integrado tanto en las prácticas empresariales actuales que los docentes dan por sentado que los alumnos adquirirán estas competencias de forma natural. Sin embargo, tal suposición podría generar brechas educativas, especialmente en lo que se refiere a las tecnologías emergentes y a la innovación empresarial digital. Por lo tanto, los resultados sugieren que es necesario ir más allá de la enseñanza de las herramientas digitales y orientarse hacia la enseñanza de la transformación digital como proceso estratégico.

### ***Tema 3. La rentabilidad como resultado esperado, más que como prioridad pedagógica***

Una de las conclusiones más significativas del estudio se refiere a la forma en que los educadores abordan la rentabilidad. En todas las entrevistas, la rentabilidad se consideró, en general, un objetivo evidente del espíritu emprendedor y, por lo tanto, se le prestó menos atención explícita que a la sostenibilidad o la digitalización.

Los participantes describieron con frecuencia la rentabilidad como una característica inherente a cualquier iniciativa empresarial viable. En consecuencia, la rentabilidad solía darse por sentada en la formación en emprendimiento, partiendo del supuesto de que los emprendedores buscan, por naturaleza, obtener beneficios económicos. Esta perspectiva difiere del enfoque sobre la sostenibilidad, que los educadores consideraban necesario enseñar de forma deliberada y explícita.

Los resultados revelan una paradoja interesante. Aunque la rentabilidad sigue siendo el objetivo último de la mayoría de las actividades empresariales, no siempre se aborda como una competencia que requiera un desarrollo sistemático. En cambio, los educadores se centran en enseñar planificación empresarial, innovación, sostenibilidad y herramientas digitales, con la expectativa de que la rentabilidad surja como consecuencia de una implementación satisfactoria.

Esta observación concuerda con la de Marín-García et al. (2023), quienes sostienen que la rentabilidad a largo plazo depende cada vez más de la sostenibilidad y de la capacidad de innovación. Sin embargo, las entrevistas sugieren que los educadores rara vez conciben la rentabilidad como el resultado de una integración estratégica entre múltiples dimensiones. Más bien, a menudo se considera un resultado independiente y casi automático.

El escaso énfasis en la rentabilidad puede plantear dificultades a los estudiantes que intentan conciliar la viabilidad económica con los objetivos medioambientales y sociales. La formación en emprendimiento del futuro podría beneficiarse de abordar de

forma explícita las tensiones y sinergias existentes entre estas dimensiones, en lugar de dar por sentado que la rentabilidad se derivará de forma natural del éxito empresarial.

#### ***Tema 4. El reto de integrar la tríada sostenibilidad-digitalización-rentabilidad***

La conclusión más importante que se desprende de las entrevistas es que los educadores no consideran la sostenibilidad, la digitalización y la rentabilidad como conceptos independientes, sino que reconocen la dificultad de integrarlos simultáneamente en los proyectos empresariales.

Los participantes coincidieron en reconocer que lograr un equilibrio entre estas dimensiones supone uno de los mayores retos a los que se enfrentan los emprendedores de hoy en día. Aunque las iniciativas de sostenibilidad pueden suponer un aumento de los costes a corto plazo, la digitalización suele requerir importantes inversiones en tecnología y formación. En consecuencia, los educadores reconocen la necesidad de contar con modelos de negocio capaces de conciliar la responsabilidad social, la innovación tecnológica y la viabilidad económica.

Este reto refleja las transformaciones más amplias que se están produciendo en el ecosistema empresarial europeo. El espíritu emprendedor ya no se evalúa exclusivamente en función de los resultados financieros, sino, cada vez más, en función de su contribución medioambiental y social. Al mismo tiempo, las organizaciones deben adaptarse a los rápidos cambios tecnológicos para seguir siendo competitivas.

Los resultados respaldan los argumentos de Enri-Peiró et al. (2024), quienes proponen que la sostenibilidad, la rentabilidad y la digitalización deben entenderse como dimensiones que se refuerzan mutuamente, en lugar de como objetivos contrapuestos. No obstante, las entrevistas indican que los educadores siguen teniendo dificultades para poner en práctica esta integración en sus prácticas docentes y en la elaboración de planes de negocio.

El proyecto Start DSP surge como respuesta directa a este reto. El proyecto tiene como objetivo proporcionar recursos y herramientas educativas que ayuden a los formadores en materia de emprendimiento a impulsar propuestas empresariales que aborden simultáneamente la transformación digital, el desarrollo sostenible y el rendimiento económico.

#### ***Tema 5. La innovación educativa y la transformación de la enseñanza del espíritu emprendedor***

Un último tema que se desprende de las entrevistas se refiere a la importante transformación de la propia formación en emprendimiento. Los docentes señalaron un uso generalizado de las tecnologías digitales, las herramientas de simulación, las plataformas colaborativas y las metodologías de aprendizaje experiencial. En comparación con los enfoques tradicionales, basados principalmente en clases magistrales y en la elaboración de planes de negocio, la formación actual en emprendimiento parece considerablemente más interactiva y orientada a la tecnología.

Los participantes destacaron la importancia de los proyectos prácticos, las prácticas profesionales, la colaboración con el sector empresarial, los programas de tutoría y el trabajo en equipo interdisciplinar. Estos enfoques tienen como objetivo salvar la brecha persistente entre los conocimientos teóricos y la experiencia empresarial práctica.

Los resultados sugieren que la formación en emprendimiento está pasando de la transmisión de conocimientos al desarrollo de competencias. Esta evolución refleja unas tendencias educativas más amplias que hacen hincapié en el aprendizaje basado en la experiencia, la resolución de problemas, la innovación y la adaptabilidad. Tal y como señalan Schlüter et al. (2024), las tecnologías digitales se están convirtiendo cada vez más en componentes esenciales de la innovación educativa.

No obstante, los docentes también señalaron una serie de obstáculos persistentes, entre los que se incluyen la escasez de recursos, la desigualdad en el acceso a la tecnología, las dificultades para mantener la pertinencia del plan de estudios y los retos a la hora de involucrar a los estudiantes de disciplinas ajenas al ámbito empresarial. Estos obstáculos ponen de manifiesto que la transformación educativa sigue siendo un proceso en curso que requiere apoyo institucional y una adaptación continua.

### **Debate integrador**

En conjunto, los resultados revelan una relación asimétrica entre las tres dimensiones analizadas. La sostenibilidad ocupa un lugar destacado y explícito en la formación en emprendimiento; la digitalización se aplica de forma generalizada, pero a menudo se entiende de manera implícita; y la rentabilidad sigue dándose por sentada en gran medida, en lugar de enseñarse de forma sistemática. El principal reto señalado por los educadores no es comprender estos conceptos de forma aislada, sino integrarlos en modelos emprendedores coherentes.

Este hallazgo constituye la principal aportación del estudio. Lejos de poner de manifiesto una falta de concienciación en materia de sostenibilidad, digitalización o rentabilidad, los resultados apuntan a la existencia de una brecha en la integración pedagógica. Por lo tanto, la formación en emprendimiento del futuro debería ir más allá de la enseñanza aislada de estos conceptos y centrarse en el desarrollo de marcos, metodologías y experiencias de aprendizaje que permitan a los estudiantes alcanzar simultáneamente la sostenibilidad, la transformación digital y la viabilidad económica.

## **Conclusiones**

El proyecto Start DSP ha puesto de manifiesto la compleja relación entre la digitalización, la sostenibilidad y la rentabilidad en la formación empresarial de las universidades europeas, concretamente en lo que respecta al uso y la aplicación de estos conceptos en la enseñanza. Los resultados revelan que la integración eficaz de estos tres conceptos no solo es posible, sino también esencial para preparar a los futuros líderes empresariales para los retos y oportunidades del siglo XXI. La digitalización se presenta como un catalizador de la innovación y la eficiencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que permite acceder a recursos y herramientas de vanguardia. La sostenibilidad se perfila como un valor fundamental que debe impregnar todo el plan de estudios, fomentando la concienciación social y medioambiental entre los alumnos. La rentabilidad, entendida no solo en términos económicos, sino también sociales y medioambientales, es el resultado lógico de una formación empresarial centrada en la creación de valor a largo plazo.

Entre los principales resultados de la investigación, los educadores conceden más importancia a la sostenibilidad que a la digitalización, ya que esta última suele interpretarse como una consecuencia lógica del crecimiento empresarial; por ello, se le presta menos atención durante la elaboración de los planes de negocio, a pesar de que desempeña un papel crucial en la expansión y la captación de clientes. El concepto de rentabilidad suele darse por sentado, ya que es el objetivo principal de cualquier empresa en un sistema capitalista; sin embargo, el reto radica en desarrollar ideas y modelos de negocio que logren la tríada sostenibilidad-digitalización-rentabilidad.

Un aspecto novedoso de esta investigación es la constatación del gran número de herramientas informáticas y tecnologías de la información que utilizan los docentes en su práctica docente. Lo que antes eran borradores y cálculos sencillos en papel ha sido sustituido en gran medida por simuladores y tecnologías educativas que permiten realizar cálculos exhaustivos incluso para propuestas empresariales menos ambiciosas.

La importancia de estos resultados radica en que, aunque los profesores están familiarizados con los conceptos de sostenibilidad, digitalización y rentabilidad, existe una oportunidad significativa para mejorar su aplicación en la educación superior. Esta oportunidad consiste en profundizar y comprender el concepto de sostenibilidad, incorporar nuevas tecnologías y aplicaciones para las empresas y modelos innovadores, e integrarlos con la rentabilidad. En el ámbito de la sostenibilidad, existen lagunas en su interpretación, que a menudo la limitan a cuestiones medioambientales; en materia de digitalización, los docentes aún no tienen plenamente en cuenta los métodos innovadores de transformación empresarial; y la rentabilidad se suele tratar como un concepto aislado, desconectado de los otros dos.

Por otra parte, algunas de las limitaciones del estudio están relacionadas con la gran dispersión existente en los estilos de enseñanza, a pesar de que se trabaja dentro de un marco europeo común. Además, las entrevistas variaban en cuanto a su profundidad: algunas eran muy

largas y exhaustivas, mientras que otras eran más breves, aunque se animaba a los participantes a dar respuestas más detalladas.

Entre las implicaciones prácticas de esta investigación se encuentra la necesidad de desarrollar plataformas que evalúen la aplicación integrada y el cumplimiento de conceptos como la sostenibilidad, la digitalización y la rentabilidad en proyectos de educación superior que se ajusten a la normativa europea.

Por último, entre las posibles líneas de investigación futuras podrían figurar: la realización de estudios similares centrados en los estudiantes como participantes activos en el proceso de enseñanza-aprendizaje del espíritu empresarial en la educación superior europea; y el análisis de la aplicación de otros conceptos relacionados con la normativa europea —como la inclusión y la migración— que están estrechamente vinculados a la formación en materia de rentabilidad.

## Referencias

- Aguilar, C. A. (2024). Los significados de la sustentabilidad en los estudiantes de la Universidad Autónoma de Zacatecas. *Estudios Sobre Las Culturas Contemporáneas*, 1(1), 57–89. <https://doi.org/10.53897/revescc.2024.1.03>
- Arias-Valle, M. B., Marimón, F., Coria-Augusto, C. J., & Apaza-Canquí, A. E. (2024). Perspectivas sobre la Sostenibilidad en la Educación Superior: un análisis comparativo entre Argentina, España y Perú. *Revista de Investigación En Educación*, 22(3), 604–620. <https://doi.org/10.35869/reined.v22i3.5768>
- Arroyo, J., Herrera, A., & Torres, I. (2023). Educación Socioambiental: Una apuesta para la implementación de Cátedras de Emprendimiento Social Sostenible. *Revista Panorama*, 17(33), 196–217. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v17i33.4133>
- Aziz, A., & Hossain, T. (2024). Digital Access, Resources, and Literacy: Mapping the Digital Divide and ICT Learning Challenges among Undergraduate Students in Bangladesh. *Asiascape: Digital Asia*, 11(3), 246–267. <https://doi.org/10.1163/22142312-bja10064>
- Bonilla, H. A. M., & Gutiérrez, D. F. V. (2024). Desarrollo empresarial en la educación superior: un análisis de la relación entre la creatividad y la madurez tecnológica en emprendimientos universitarios. *Educatio Siglo XXI*, 42(1), 89–114. <https://doi.org/10.6018/educatio.559901>
- Cardona-Arbeláez, D.-A., Mejía-Reatiga, C., & Hernández-Cobos, J.-S. (2020). La ética en los negocios: una perspectiva desde los stakeholders. *Saber, Ciencia y Libertas*, 15(2), 151–163. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2020v15n2.6726>
- de Oliveira Santos, L., Simões Ribeiro, F., & Azevedo Ferreira, M. L. (2024). Desenvolvimento sustentável e responsabilidade social corporativa: uma análise bibliométrica na base Scopus. *GeSec: Revista de Gestao e Secretariado*, 15(11), 1–19. <https://doi.org/10.7769/gesec.v15i11.4369>
- Enri-Peiró, S., Mas-Tur, A., & Rey-Martí, A. (2024). Approaching the role of innovation, education and multiplicity of context in sustainable and female entrepreneurship. *ESIC Market. Economic & Business Journal*, 55(1), 1–36. <https://doi.org/10.7200/esicm.55.338>
- Falcão Araujo, C., Saraiva Frio, R., Stoffel de Siqueira, C., Cavalheiro Zaluski, F., & Rosa Hedlund, P. (2024). Sustainability in higher education institutions and the effects on students' pro-environmental behavior. *Journal of Administrative Sciences / Revista Ciências Administrativas*, 30, 1–14. <https://doi.org/10.5020/2318-0722.2024.30.e14477>
- Herce Lezeta, B., Oviedo Madrid, A., & Segura Querol, S. (2024). In what measure do non-financial information statements help in measuring the contribution to the sustainable development goals of companies? Case study of companies in Gipuzkoa. *Management Letters / Cuadernos de Gestión*, 24(1), 99–113. <https://doi.org/10.5295/cdg.221867bh>
- Huy, P. Q., & Phuc, V. K. (2025). Does effectiveness of digital accounting system intensify sustainable business model innovation with mediating role of digital business ecosystem? *Journal of Innovation & Entrepreneurship*, 14(1), 1–41. <https://doi.org/10.1186/s13731-024-00444-x>

- Ignacio Berridy, D., & Fernández Guillermet, A. (2024). Acerca de la metodología de investigación interdisciplinaria y el abordaje de problemas complejos. *Revista Latinoamericana de Metodología de Las Ciencias Sociales*, 14(1), 1–14. <https://doi.org/10.24215/18537863e143>
- Jimenez Mora, J., Moreno Bayardo, M., & De La Cruz Torres Frías, J. (2023). Significados sobre metodología de la investigación en programas de doctorado en Educación. Una exploración desde su componente curricular. *Educación* 32(62), 161–184. <https://doi.org/10.18800/educacion.202301.007>
- Liliana RANGEL-RUIZ, K., & Alberto GRANADOS-OLVERA, J. (2023). Implementation of a greenhouse as a sustainability teaching strategy at university level. *Journal Practical Didactics / Revista de Didáctica Práctica*, 7(17), 32–35. <https://doi.org/10.35429/JPD.2023.17.7.32.35>
- Marín-García, A., Gil-Saura, I., Ruiz-Molina, M. E., & Berenguer-Contri, G. (2023). Propuesta de una escala de medida de innovación en el comercio orientada a la sostenibilidad. *Estudios Gerenciales*, 39(169), 533–542. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2023.169.6175>
- Martínez-Martínez, D., Rodríguez Castro, P. I., Andrades Peña, F. J., & Sierra Blanco, J. (2024). The Sustainable Development Goals and Large Spanish Companies: An analysis of their commitment based on their Non-Financial Reporting. *Management Letters / Cuadernos de Gestión*, 24(1), 85–97. <https://doi.org/10.5295/cdg.231911dm>
- Medfouni, H., Mekarssi, L., & Djefal, K. (2024). A Review of the Literature on Digital Entrepreneurship. *International Journal of Professional Business Review (JPBReview)*, 9(11), 1–24. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2024.v9i11.4952>
- Mendoza-Ruiz, I., Antonio-Vidaña, P., & Cabrera-Ortega, K. (2024). Proposal of a conceptual matrix to present the state of the art of a research to based on the systematic literature review methodology. *ECORFAN Journal - Spain*, 11(20), 32–37. <https://doi.org/10.35429/EJS.2024.20.11.32.37>
- Ndour, M., & Alexandre, L. (2020). L'évolution du modèle d'affaires des organisations de l'entrepreneuriat social : le cas des jeunes entreprises du numérique en France. *Revue Internationale PME*, 33(1), 75–99. <https://doi.org/10.7202/1069284ar>
- San-Martín, P., Fernandez-Laviada, A., & Pérez, A. (2020). La importancia de la educación empresarial y su terminología. *Small Business International Review*, 4(1), 69–87. <https://doi.org/10.26784/sbir.v4i1.221>
- Schlüter, U., Sowa, R., Finkenzeller, I., Mencke, T., & Reuter, D. A. (2024). Digitale Tools in der Fort- und Weiterbildung im Rahmen eines Digital-Media-Konzepts. *Die Anaesthesiologie*, 73(12), 797–809. <https://doi.org/10.1007/s00101-024-01466-6>
- Sobko, O., Boichyk, I., Gavkalova, N., Ovcharenko, I., & Kyrylenko, S. (2024). Navigating the digital landscape: pioneering paths and hurdles of entrepreneurial innovation. *Revista Electrónica de Investigación En Ciencias Económicas (REICE)*, 12(23), 208–226. <https://doi.org/10.5377/reice.v12i23.18285>
- Solaja, O. A., Oyedele, O. O., Olajugba, O. J., Abiodun, A. J., Edewor, O. J., Solaja, O. O., Kehinde, O. V., & Akerele, F. O. (2025). Sme Performance and Job Creation in Sub-Saharan Africa: The Role of Digital Innovation. *RAE: Revista de Administração de Empresas*, 65(2), 1–23. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020250204>
- Val, S., & López-Bueno, H. (2024). Analysis of Digital Teacher Education: Key Aspects for Bridging the Digital Divide and Improving the Teaching–Learning Process. *Education Sciences*, 14(3), 321. <https://doi.org/10.3390/educsci14030321>
- Vélez Falcones, A., Mendoza Zambrano, M., Alva Rosado, D., Salazar Olives, G., & Palacios López, A. (2025). Narrativas de Emprendimiento: Transformando los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje en Educación Superior. *Espacio Abierto. Cuaderno Venezolano de Sociología*, 35(1), 111–120. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14510451>
- Villalba-Eguiluz, U. (2024). La economía circular y las economías transformadoras. Alcances y tensiones en el País Vasco. *CIRIEC - Journal of Public, Social & Cooperative Economy / España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 112, 231–256. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.112.28299>

**DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES: UN ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL DE LA CRISIS ENERGÉTICA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA**  
**CHALLENGES AND OPPORTUNITIES: A MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS OF THE ENERGY CRISIS IN THE DOMINICAN REPUBLIC**

**Solangel Raquel Montesino Almonte**

Universidad Internacional Iberoamericana, República Dominicana  
[[antonia041315@gmail.com](mailto:antonia041315@gmail.com)] [<https://orcid.org/0009-0004-5566-3159>]

**Débora Libertad Ramírez Vargas**

Universidad Internacional Iberoamericana, México  
[[debora.ramirez@unini.edu.mx](mailto:debora.ramirez@unini.edu.mx)] [<https://orcid.org/0000-0001-8709-457X>]

---

**Información del manuscrito:**

**Recibido/Received:** 31/05/2025  
**Revisado/Reviewed:** 18/12/2025  
**Aceptado/Accepted:** 17/01/2026

---

**RESUMEN**

**Palabras clave:**

redes eléctricas, sistema sostenible, bienestar, calidad del servicio, eficiencia energética.

La presente investigación presenta el análisis del estado actual de la red de distribución eléctrica en República Dominicana, revelando un estado de crisis principalmente por factores técnicos y financieros que mantienen la inestabilidad en el suministro eléctrico. Los resultados se obtuvieron mediante el análisis de recursos bibliográficos, reportes e informes de instituciones gubernamentales públicas y privadas durante los periodos de 2020 y septiembre de 2025. Los principales resultados obtenidos del informe del Centro Regional de Estrategias Económicas Sostenibles (CREES), basado en datos del Ministerio de Energía y Minas, indican que las Empresas Distribuidoras de Electricidad (EDE) de la República Dominicana registraron pérdidas totales de energía del 41.7% hasta mayo de 2025 (Listín Diario, 2025, 20 de agosto). Estas pérdidas se componen de un 38,3% de energía no facturada y un 3,4% de energía facturada pero no cobrada (Listín Diario, 2025, 20 de agosto). Lo anterior reflejado en una carga fiscal con subsidios de más de 1.769 millones de dólares para el 2024, que fueron implementados para solventar deficiencias operativas y no en inversiones estratégicas como el aprovechamiento de nuevas tecnologías para un mejor servicio a la comunidad (CREES, 2025). El presente trabajo presenta una crisis técnica reflejada en infraestructura obsoleta, una crisis financiera en consecuencia por remediar y no por resolver de lleno la problemática eléctrica que enfrenta la República Dominicana y como consecuencia de las crisis anteriores se refleja una crisis de gobernanza en la que se evidencia el reemplazo de la planificación estratégica con soluciones superficiales y que, se ha realizado la declaratoria de emergencia nacional mediante el Decreto 517-25 en septiembre de 2025 (Invertix, 2025, 8 de septiembre). Este diagnóstico es un instrumento para los principales tomadores de decisiones para justificar y diseñar

propuestas de rehabilitación viables y sostenibles para República Dominicana.

---

### **ABSTRACT**

---

**Keywords:**

electrical networks, sustainable system, wellbeing, quality of service, energy efficiency.

The present investigation presents an analysis of the current state of the electricity distribution network in the Dominican Republic, revealing a state of crisis mainly due to technical and financial factors that maintain the instability in the power supply. The main findings of the report by the Regional Centre for Sustainable Economic Strategies (CREES), based on data from the Ministry of Energy and Mines, indicate that the Electricity Distribution Companies (EDE) of the Dominican Republic recorded total energy losses of 41.7% until May 2025 (Daily List, 2025, August 20). These losses are made up of 38.3% of unbilled energy and 3.4% of unbilled energy (Daily List, 2025, 20 August). This is reflected in a tax burden with subsidies of more than 1,769 million dollars for 2024, which were implemented to solve operational deficiencies and not in strategic investments such as the exploitation of new technologies for better community service (CREES, 2025). The present work reflects a technical crisis reflected in obsolete infrastructure, a financial crisis to be remedied and not to solve in full the electrical problem facing the Dominican Republic and as a consequence of the previous crises reflects a governance crisis in which it is evident the replacement of strategic planning with surface solutions and that Consequently, the declaration of national emergency was made by Decree 517-25 in September 2025 (Invertix, 2025, consulted on 8 September). This diagnosis is a tool for key decision makers and stakeholders to justify and design viable and sustainable rehabilitation proposals for the Dominican Republic.

---

## Introducción

De acuerdo con el informe de fuentes de energía más limpias y diversificadas por el Grupo del Banco Mundial (2024), asegura que el acceso universal a un suministro eléctrico estable, confiable y asequible constituye un pilar esencial para el desarrollo económico, la competitividad industrial y la mejora de la calidad de vida en cualquier nación. Derivado de lo anterior, la generación de un sistema eléctrico robusto, equilibrado entre oferta y demanda, así como el servicio estable de energía, representa un elemento crítico en la generación de confianza para los inversionistas y en la consolidación de un entorno económico competitivo y sostenible (OLADE, 2023).

La República Dominicana comparte la isla de La Española con Haití. Esta isla, considerada la segunda más grande del archipiélago de las Antillas Mayores, posee una extensión de 77.914 km<sup>2</sup>, de los cuales el territorio dominicano abarca 48.442 km<sup>2</sup>. El país cuenta con un litoral costero de 1.500 km y se ubica geográficamente entre las coordenadas 18°20' latitud norte y 68°30' longitud oeste. Sus límites naturales incluyen: el Océano Atlántico al norte, el Mar Caribe al sur, el Canal de la Mona al este y la República de Haití al oeste (OHADAC, 2023, agosto 2025). En el caso de la República Dominicana, la resiliencia y eficiencia del sistema eléctrico son determinantes para garantizar la continuidad del crecimiento del producto interno bruto (PIB) y para fortalecer la productividad de los sectores estratégicos, que abarcan desde las micro y pequeñas empresas hasta las grandes corporaciones industriales (Mercado, 2021, agosto 2025).

Uno de los desafíos más apremiantes en la República Dominicana es la inestabilidad del sistema eléctrico, caracterizado por fluctuaciones extremas en el suministro. Estas variaciones, causadas por factores geográficos y políticos, generan riesgos significativos que incluyen sobrecargas que amenazan los bienes inmuebles hasta apagones prolongados que pueden extenderse por días (BID, 2023). La raíz del problema radica en el estado precario de la infraestructura eléctrica, cuya obsolescencia provoca variaciones de voltaje por falta de conexiones a tierra adecuadas, así como daños físicos a propiedades debido al deterioro de postes y soportes de conductores. Esta situación no solo compromete la seguridad ciudadana, sino que incrementa el riesgo de demandas legales contra las autoridades por la mala gestión al sistema eléctrico.

Otro de los aspectos importantes es que las redes eléctricas son vulnerables a conexiones ilegales, lo que genera pérdidas económicas críticas para las Empresas Distribuidoras de Electricidad (EDES), ya que solo se factura una fracción de la energía distribuida. Para mitigar este impacto financiero, las EDES implementan planes de racionamiento, resultando en cortes de hasta 12 horas diarias en algunas zonas, lo que agrava el malestar social y limita el desarrollo económico (Prensa Latina, 2025, septiembre 2025).

Derivado de lo anterior, el circuito citrícola 701 emerge como un caso emblemático de la crisis. Sus redes, instaladas décadas atrás (1896, Milton Morrison, 2018) por los propios residentes, carecen de capacidad técnica para satisfacer la demanda actual. La infraestructura obsoleta obliga a los usuarios a emplear reguladores de voltaje para operar electrodomésticos básicos, mientras que cables expuestos, aislantes dañados y fallas recurrentes evidencian un colapso inminente. Ante esta realidad, se hace urgente un diagnóstico integral que permita diseñar una estrategia de rehabilitación sostenible, enfocada en mejorar la resiliencia, la eficiencia energética y la seguridad del sistema.

EL presente estudio muestra el diagnóstico actual de la situación energética en República Dominicana con el fin de proporcionar un instrumento que sirva como

justificación e incentivo a generar estrategias de rehabilitación en tendidos eléctricos en beneficio de toda la nación. El diagnóstico establece que el sector se enfrenta a obstáculos estructurales que comprometen su sostenibilidad y rentabilidad a largo plazo, manifestados en una ineficiencia técnica y comercial, una fragilidad financiera crónica y una deficiencia en la gobernanza.

Registros de la Comisión Nacional de Energía (2025), el sector energético dominicano ha demostrado ser capaz de sostener inversiones extranjeras directas (IED), ya que ha absorbido el 25.7% del total de 2,892.8 millones de dólares recibidos por el país y ha sido dirigido a proyectos de energías limpias (Comisión Nacional de Energía, 2025, septiembre 2025). Sin embargo, existe un contraste con las deficiencias críticas y persistentes en la distribución de la energía, lo que ha generado desconfianza de los usuarios y mantiene en riesgo la sostenibilidad financiera del sistema en el País (Naciones Unidas, Acción por el clima, 2023, agosto 2025).

El objetivo principal de la presente investigación es realizar un diagnóstico de la situación actual de la deficiencia energética en República Dominicana, específico en la comunidad de Básima para incentivar a los principales tomadores de decisión como los Ministros de Energía y Minas, a desarrollar herramientas integrales que impulsen programas innovadores para mejorar la calidad del servicio eléctrico, garantizando estabilidad en el suministro. El análisis que se presenta es objetivo y se fundamenta en evidencia de instituciones, informes y manuales técnicos publicados que establecen una base sólida para futuras rehabilitaciones o estrategias de mejora en la eficiencia energética de República Dominicana.

## **Método**

Este artículo se clasifica como una revisión sistemática de carácter crítico-selectivo, al integrar evidencia clave sobre problemáticas en redes eléctricas en contextos locales (Vera, 2009) bajo una perspectiva holística. Si bien existen estudios previos que abordan el tema central, este trabajo destaca por sintetizar hallazgos relevantes sobre fallas en tendidos eléctricos en una comunidad específica, con un enfoque aplicado al caso de Básima. Para lograr el diagnóstico anterior, fue necesaria la integración de datos oficiales del Ministerio de Energía y Minas (MEM), que ofrecen las cifras más actualizadas sobre la generación, la demanda y las pérdidas del sistema de distribución hasta julio de 2025 (Energía y Minas, 2025, septiembre 2025). Con los datos anteriores se permitió cuantificar numéricamente el estado actual de la crisis energética en República Dominicana.

Es importante mencionar que también se realizó un análisis a partir de informes de organismos internacionales como los publicados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que han financiado proyectos en el país y en dichos informes validan las proyecciones y retos que presenta el país en su transición energética (Grupo BID, 2025).

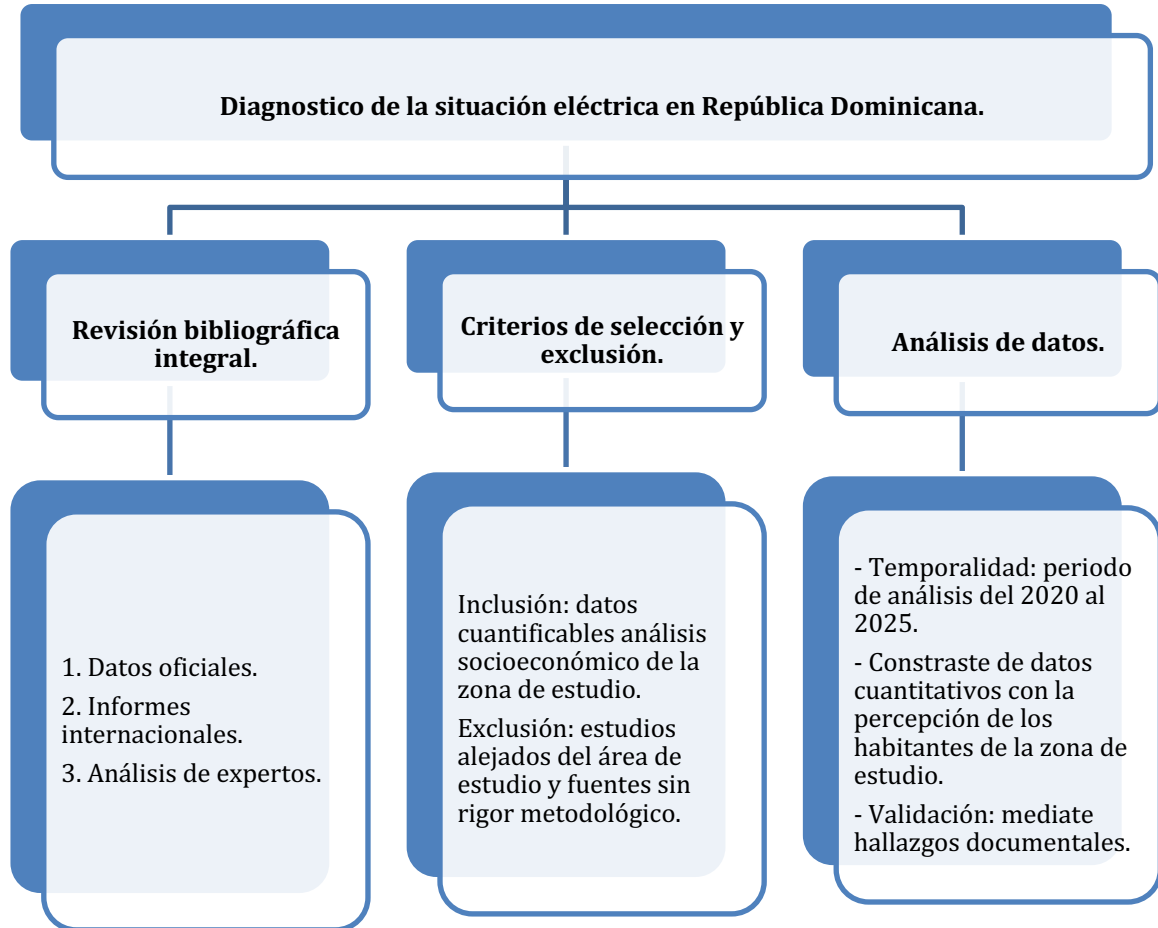
Para generar una perspectiva crítica de las causas de la crisis energética, la mala o nula planificación y las gestiones ineficientes, también se analizaron informes de centros especializados como el Centro Regional de Estrategias Económicas Sostenibles (CREES) y el Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), así como la opinión de especialistas públicos de medios de prestigio como el Diario Libre y El dinero (INTEC, 2015, agosto 2025).

A través de la integración de estas tres principales fuentes de información (Figura 1), la presente investigación presenta una perspectiva crítica e integral que evidencia la

inestabilidad técnica, la fragilidad financiera y los déficits de gobernanza, con la finalidad de retroalimentar y profundizar las vulnerabilidades estructurales del sistema.

**Figura 1**

*Metodología empleada para el diagnóstico del servicio eléctrico de la zona de estudio.*



Para la revisión de los recursos encontrados, se aplicaron criterios de selección y exclusión como el año del incidente, el servicio eléctrico suministrado y la zona geográfica de estudio. A modo de ser más explicativos con los criterios de inclusión, se refieren a los documentos con datos cuantificables (costos operativos, métricas de eficiencia); la información alineada con la realidad socioeconómica de República Dominicana. Otro de los criterios de inclusión son los análisis de datos evaluados de temporalidad, priorizando las fuentes publicadas entre 2000 y 2025 para capturar tendencias históricas y actuales. Los criterios de exclusión seleccionados fueron los estudios centrados en localidades no vinculadas al contexto geográfico o demográfico de interés y las fuentes sin rigor metodológico o sin aplicabilidad práctica.

La validación del diagnóstico se realizó mediante un análisis crítico entre los hallazgos documentales.

### **Caracterización de la zona de estudio**

República Dominicana ocupa dos tercios de la isla de La Española, la segunda más extensa del archipiélago de las Antillas Mayores tras Cuba. Limita al norte con el Océano Atlántico (586 km), al sur con el Mar Caribe (545 km), al este con el Canal de la Mona que la separa de Puerto Rico y al oeste con Haití, con una frontera terrestre de 376 km (Figura

2). Su población (2025) es de 11,5 millones de habitantes; cuenta con una densidad de población: 225 (hab/km<sup>2</sup>) con un total de 6,5 millones de turistas (worldometers.info, 2025, septiembre 2025). Las ciudades principales: Santo Domingo (5,2 millones hab.), Santiago de los Caballeros (1,4 millones hab.), San Francisco de Macorís (338.900 hab.) y Barahona (138.470 hab.). El idioma que predomina es el español y el idioma inglés está extendido. Cerca de la frontera con Haití se habla creole haitiano, dialecto del francés. Su moneda: peso dominicano (DOP). Tipo de cambio (aproximado): 1 euro = 58 pesos dominicanos; 1 dólar estadounidense = 55 pesos (Dirección General de Comunicación, Diplomacia Pública y Redes, 2022).

**Figura 2**

*Localización de República Dominicana*



Nota. Tomado de [https://mapcarta.com/es/19369472#google\\_vignette](https://mapcarta.com/es/19369472#google_vignette), 2024.

### **Principales localidades analizadas**

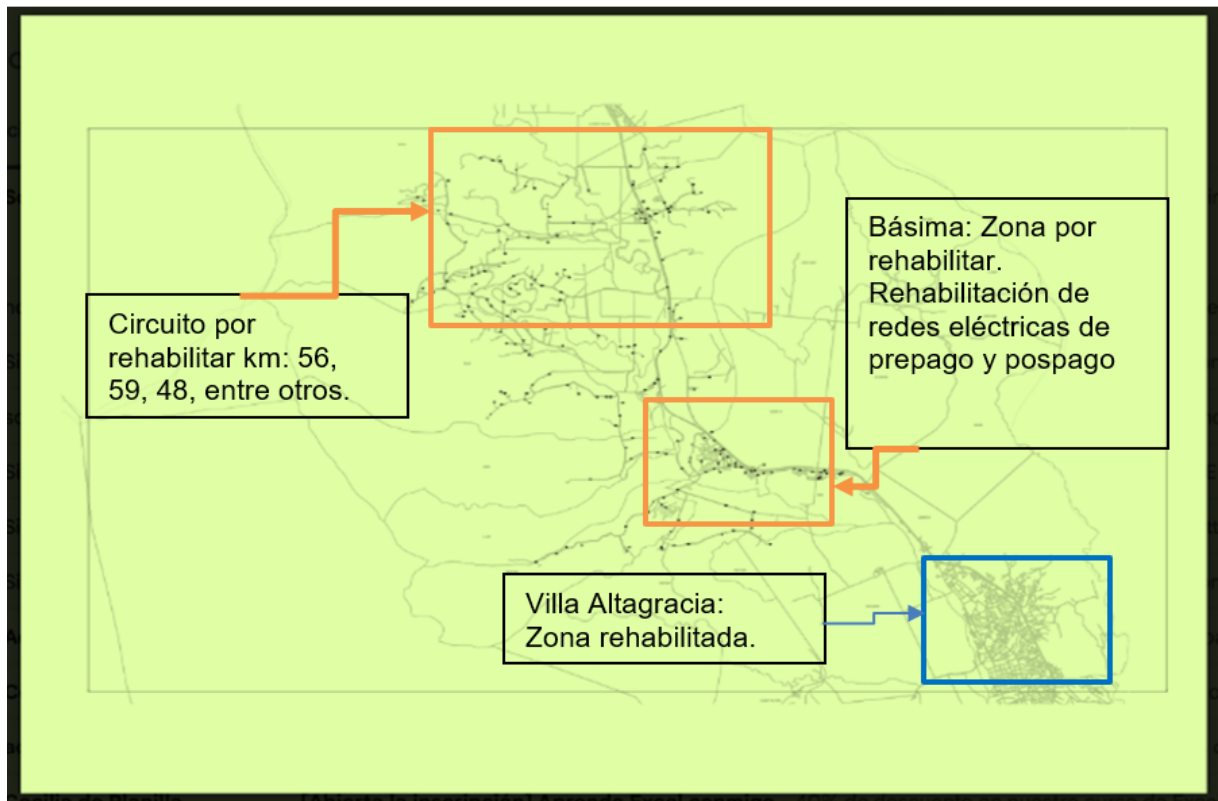
#### **Básima**

Básima es una comunidad rural ubicada en el municipio de San José del Puerto, Villa Altagracia, en la provincia de San Cristóbal, en la región norte del país; se encuentra en una zona montañosa, rodeada por paisajes naturales y una vegetación exuberante propia de la región montañosa central de la República Dominicana. La economía de Básima está centrada principalmente en la agricultura, con cultivos de productos como café, cacao, plátano y vegetales. También tiene actividades de ganadería y otras pequeñas empresas locales.

Básima está conectada a otras partes de la provincia de San Cristóbal, pero debido a su ubicación rural, las vías de acceso pueden ser difíciles, especialmente en temporada de lluvias. A menudo, el transporte es limitado a vehículos de tracción sencilla o camiones. En términos culturales, las tradiciones y costumbres de los pobladores de Básima están vinculadas a la vida rural, con festividades religiosas y eventos comunitarios típicos de las zonas montañosas.

En la Figura 3, se observa la zona de estudio a la que se refiere esta investigación, el documento fue generado por levantamientos del autor de la investigación, y muestra la distribución espacial de las líneas de electricidad, se plantea que se mejore la calidad de la imagen y pueda utilizarse algún Sistema de Información Geográfica (SIG) para el tratamiento adecuado de las estrategias y resultados que se esperan obtener de la presente investigación.

**Figura 3**  
*Distribución de Básima, República Dominicana*



## Resultados

La triangulación de información analizada refleja un sistema eléctrico ineficiente en la República Dominicana, principalmente por la mala estabilidad y calidad del suministro en respuesta a malas gestiones y administraciones para abastecer del servicio a todo el país, a continuación se describirán por secciones los principales resultados esperados para cerrar con la perspectiva propia del diagnóstico actual de la situación energética analizada.

### ***Estabilidad del suministro eléctrico***

De acuerdo con Zoraima Cuello (Vanguardia del Pueblo, 2025, septiembre 2025) la situación del sector eléctrico en República Dominicana se encuentra debilitado por la improvisación, falta de continuidad en los planes establecidos y el incumplimiento de los compromisos nacionales ya asumidos en el pacto eléctrico. La situación caótica afecta principalmente hogares, comercios e industrias, dejando expuesta la debilidad del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI) (Invertix, 2025, 8 de septiembre). Derivado de lo anterior, el Poder Ejecutivo emitió el decreto 517-25, emitido el 8 de

septiembre del 2025, declaró al sector eléctrico en estado de emergencia nacional por un año (Invertix, 2025, 8 de septiembre).

Dentro del comunicado se menciona que la crisis se había negado porque no se entendía la dimensión del problema y porque se minimizaron las (Vanguardia del Pueblo, 2025, septiembre de 2025). Sin embargo, el origen de esta medida fue la insuficiencia energética de la oferta de generación, ya que en agosto de 2025 se alcanzó un máximo histórico de 4,038 MW (Invertix, 2025, 8 de septiembre). Dicho incremento de la demanda fue generado por una ola de calor y por ende el aumento en el uso de sistemas de climatización, superó la capacidad operativa del sistema eléctrico, ya debilitado por la indisponibilidad temporal de varias plantas en proceso de mantenimiento y por el retraso en la incorporación de 600 MW adicionales que debían reforzar la red (Invertix, 2025, 8 de septiembre).

Analistas expertos como el ingeniero José Luis Moreno San Juan, director del Instituto de Energía de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), mencionan que la crisis que se presenta es consecuencia de “los atrasos en las inversiones” y la “falta de planes de expansión que se cumplan sin importar el gobierno de turno” (CDN, 2025). Por otra parte, Jaime Aristy Escuder, economista matemático de la Universidad de Barcelona, señaló que las autoridades ignoraron recomendaciones de expertos para incrementar la generación de 150 MW anuales y así evitar interrupciones críticas, en su lugar, se entregaron licitaciones con plazos de entrega extendidos y la contratación de plantas eléctricas ineficientes (Diario Libre, 2025).

Por lo tanto, la declaración de emergencia fue predecible, directamente relacionada con una mala gobernanza en el sector. Además, la necesidad de ofrecer soluciones rápidas como la contratación de plantas de generación ha llevado al sistema energético a operar al límite y la consecuente inestabilidad y falla del sistema.

### ***Cuantificación de pérdidas de energía en la red***

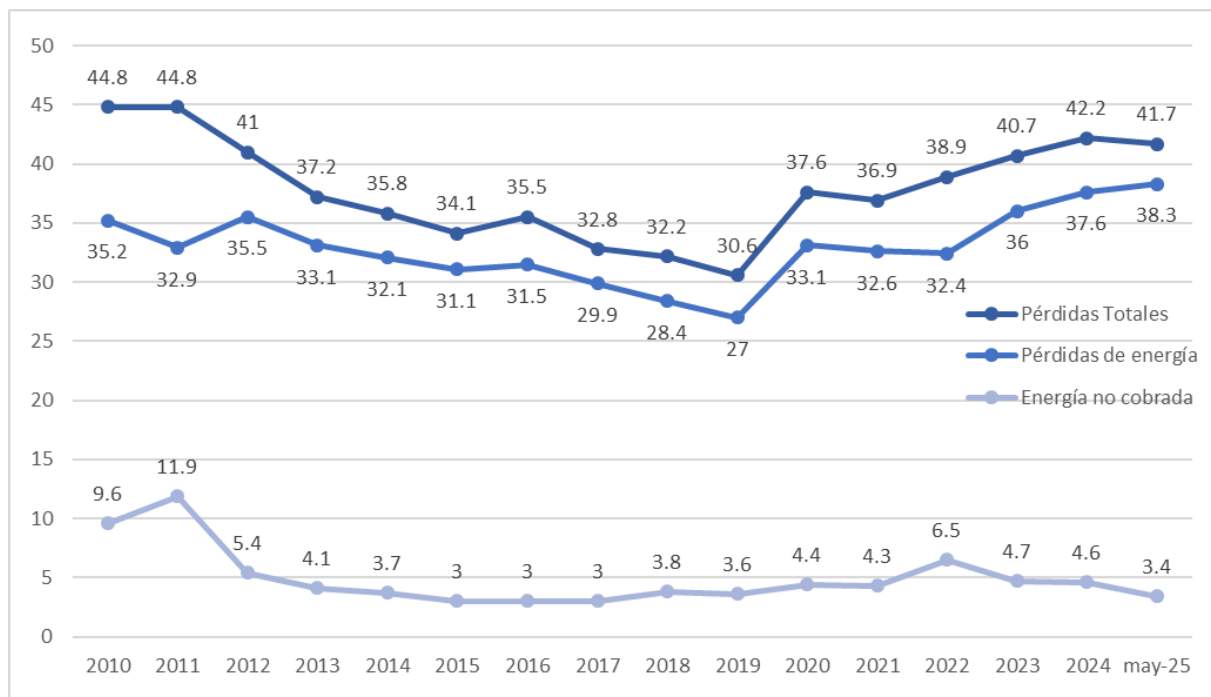
La identificación de la tasa de pérdidas de energía en la distribución dominicana es persistente y de acuerdo con los encontrados, muestra una ascendencia alarmante. Para validar lo anterior, los informes del Ministerio de Energía y Minas, las pérdidas energéticas se presentaron en 37.4 % en enero (Ministerio de Energía y Minas, 2025), ascendieron a 40.4% en abril (Diario Libre, 2025) y se dispararon a un 41.7% en mayo del 2025 (Listín Diario, 2025). Lo anterior y de acuerdo con el Centro Regional de Estrategias Económicas Sostenibles (CREES) menciona que casi 4 de cada 10 kWh generados y suministrados al sistema energético no son facturados ni cobrados (CREES, 2025).

Una vez realizado el análisis en los informes del Ministerio de Energía y Minas y del CREES, se identificaron dos tipos de pérdidas, las técnicas y las no técnicas. Las primeras son causadas por la disipación de calor en transformadores antiguos, la sobrecarga de las líneas de transmisión y la infraestructura deficiente. Igor Melo, ingeniero experto en diagnóstico en pérdidas de energía eléctrica, ha denominado a este tipo de pérdidas como peaje energético ya que operan y registran con un hardware obsoleto (Bridge 360, 2025).

La inestabilidad de estas pérdidas directamente afecta a los usuarios que sí pagan por el servicio eléctrico. Las caídas de voltaje y los picos de tensión dañan la maquinaria industrial, paralizan la producción e inflan los costos de la factura eléctrica (Bridge 360, 2025). A continuación, se presenta la evolución de pérdidas desde el 2010 hasta mayo del 2025 en República Dominicana, se evidencia el acelerado deterioro de la eficiencia del sistema eléctrico de una pérdida de energía de 41.7% en mayo del 2025, la Figura 4 también incluye las pérdidas de energía más la energía facturada pero no cobrada.

**Figura 4**

*Pérdidas de distribución energética en República Dominicana en los primeros meses de 2025*



*Nota. Modificado de CREES, 2025, utilizando datos del informe de Desempeño del Sector Energético de Mayo del Ministerio de Energía y Minas.*

Las pérdidas en el sector eléctrico no deben entenderse únicamente como un indicador de ineficiencia operativa, sino como el factor estructural que explica el déficit financiero persistente del sistema. La energía no facturada o desaprovechada genera una brecha significativa en los ingresos de las Empresas Distribuidoras de Electricidad (EDE), la cual es recurrentemente compensada mediante transferencias fiscales. La persistencia de elevados niveles de pérdidas erosiona los incentivos para la modernización de la gestión empresarial y de la infraestructura técnica, perpetuando la dependencia del subsidio estatal y reforzando un patrón de ineficiencia crónica. En este sentido, el círculo vicioso que vincula pérdidas, déficit y subsidios constituye el principal obstáculo para la sostenibilidad económica e institucional del sistema eléctrico.

**Estado financiero y distorsiones del mercado**

La ineficiencia estructural del sistema de distribución eléctrico ha derivado en una carga fiscal creciente y difícilmente sostenible para el Estado dominicano. En 2024, las transferencias gubernamentales destinadas a cubrir el déficit operativo de las Empresas Distribuidoras de Electricidad (EDE) alcanzaron un nivel histórico de 1,769 millones de dólares (CREES, 2025). Lejos de constituir una inversión estratégica orientada a la modernización o expansión del sistema, este subsidio representa una reasignación de recursos fiscales que, en la práctica, subsidia tanto las pérdidas técnicas y no técnicas como la incapacidad de las distribuidoras para cubrir sus costos operativos mediante ingresos propios (CREES, 2025).

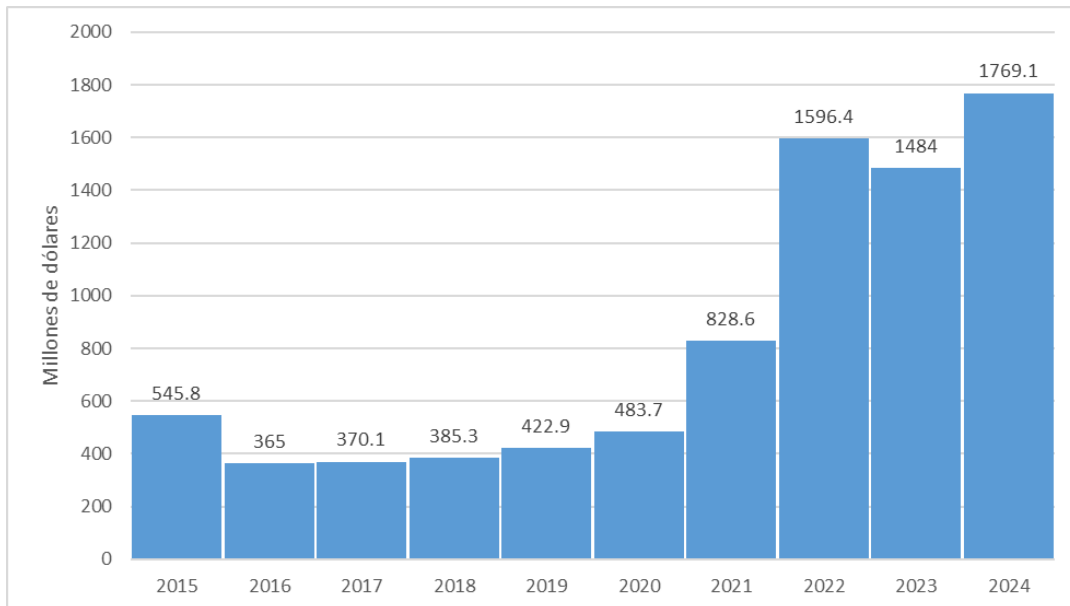
La fragilidad financiera del sistema eléctrico dominicano se ha visto intensificada por la adopción de mecanismos de contratación acelerada. El Decreto 517-25, al declarar la emergencia del sector, habilita la utilización de procedimientos excepcionales de adquisición con el propósito de agilizar la compra de equipos, lo que implica la posibilidad

de omitir los procesos ordinarios de licitación en situaciones que demandan inmediatez (Invertix, 2025). Si bien esta medida busca responder a la urgencia de mitigar los apagones, la literatura comparada en materia de política pública muestra que la flexibilización de los regímenes contractuales en contextos de emergencia —como ha ocurrido en países de América Latina y África en sectores de infraestructura y salud— suele asociarse con riesgos de corrupción, sobrecostos y menor calidad en las adquisiciones (Diario Libre, 2025). En este sentido, distintos sectores han advertido que la eficacia de estos procedimientos depende de su articulación con mecanismos robustos de fiscalización y rendición de cuentas, sin los cuales la excepcionalidad podría reforzar prácticas discrecionales y erosionar aún más la sostenibilidad del sistema (Diario Libre, 2025).

Los procesos de compras por excepción no solo implican un costo fiscal más elevado para el Estado, sino que también introducen distorsiones en el mercado al privilegiar respuestas de corto plazo en detrimento de la planificación estratégica. La insuficiencia histórica de inversión y expansión en infraestructura eléctrica condujo a la crisis de 2025, generando un entorno en el que soluciones transitorias de alto costo — como la contratación de plantas de generación de emergencia— se presentan como “inevitables” para evitar un colapso del suministro (Aristy Escuder, 2025). Este patrón coloca al gobierno en una dinámica reactiva que perpetúa la fragilidad financiera del sector y traslada a los contribuyentes la carga de una ineficiencia estructural. La Figura 5 muestra la magnitud del peso fiscal asociado a este modelo de gestión, observándose un incremento del año 2023 al 2024 por más 280 millones de dólares y resultando ineficiente el servicio.

### Figura 5

*Evolución de las transferencias al sector eléctrico en la República Dominicana*



*Nota.* Elaborado con datos de la dirección General de Presupuesto (DIGEPRES) y el Banco Central de la República Dominicana, modificado de CREES, 2025.

### **Componentes principales del sector energético**

Los componentes energéticos en dominicana han estado históricamente caracterizados por una fuerte dependencia de los combustibles fósiles, los cuales en 2025 aún representan más del 70 % de la generación eléctrica (Ministerio de Energía y Minas, 2025). Dentro de esta composición, el gas natural constituye el principal pilar (42 %),

seguido por el carbón (24 %) y el fuel oil (4 %). A pesar de esta marcada dependencia, el gobierno ha expresado su compromiso con una transición energética orientada a incrementar la participación de fuentes renovables hasta alcanzar un 25 % de la generación para el año 2025 (Ministerio de Energía y Minas, 2025). En este marco, los proyectos de energía solar y eólica han desempeñado un papel central en la diversificación de la matriz, con proyecciones que estiman un incremento de la participación de la energía solar del 8 % al 17 % y de la eólica del 6 % al 7 % (Ministerio de Energía y Minas, 2025). Sin embargo, la controversia en torno a la Central Termoeléctrica Punta Catalina (CTPC), que es el mayor activo de generación a base de carbón del país de manera positiva sostiene que su tecnología avanzada de lecho fluidizado la hace más eficiente y menos contaminante que las antiguas plantas de la década de los 80 (UASD, 2023). Por ejemplo, sus emisiones de CO<sub>2</sub> (789 gramos por kWh) están por debajo de la guía internacional (807-907 gramos por kWh) y que su contribución al total de emisiones globales es insignificante (menor al 0.2%) (UASD, 2023).

Algunos datos en su contra como el generado por el Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente (IIDMA) (2022), se centran en recomendaciones de su cierre inmediato debido a la gravedad de sus impactos ambientales y a la salud humana (IIDMA, 2022). Estos estudios proyectan un aumento de muertes prematuras y enfermedades en la población más vulnerable, con un costo económico estimado de hasta \$7.5 millones de USD al año solo en la República Dominicana (IIDMA, 2022).

La coexistencia entre el impulso hacia las energías renovables y la sostenida dependencia operativa de una central altamente controversial como Punta Catalina evidencia que la denominada transición energética en la República Dominicana constituye, en la práctica, un proceso de diversificación gradual más que una transformación estructural del sistema. La persistencia en el uso predominante de combustibles fósiles se erige como un obstáculo crítico para la sostenibilidad de largo plazo y compromete la coherencia interna de la política energética nacional.

### ***Gobernanza y el incumplimiento del Pacto Eléctrico***

La crisis actual del sector eléctrico dominicano no puede entenderse sin considerar los problemas asociados a su gobernanza. El Pacto Nacional para la Reforma del Sector Eléctrico (2021) fue concebido como un acuerdo de Estado destinado a trascender los ciclos políticos y asegurar la previsibilidad regulatoria, la seguridad jurídica y la sostenibilidad del sistema hasta el año 2030 (CES, 2021). No obstante, los informes de veeduría elaborados por el Consejo Económico y Social (CES) evidencian un incumplimiento de carácter sistémico, cuya magnitud contribuye de manera decisiva a explicar la crisis que atraviesa actualmente el sector.

Si bien el informe de veeduría de 2024 reporta un nivel de cumplimiento global del 88,6 % de los 167 compromisos asumidos por los 11 actores firmantes (Nación Logística, 2024), un examen desagregado de las obligaciones asignadas al Poder Ejecutivo revela un incumplimiento crítico. De los nueve compromisos estratégicos a su cargo, únicamente uno ha sido cumplido, tres se encuentran en proceso y cinco no han sido siquiera iniciados, lo que equivale a un 89 % de incumplimiento en los aspectos más relevantes para la reforma estructural del sector eléctrico.

Este incumplimiento sistemático refleja la ausencia de voluntad política para llevar adelante las transformaciones de fondo que el Pacto Eléctrico se propuso garantizar. El incumplimiento de los plazos para la reducción de pérdidas, la modernización de la infraestructura y el fortalecimiento institucional ha precipitado el colapso técnico y financiero que el propio Pacto buscaba evitar. En este sentido, la crisis de apagones de

2025 no constituye un evento fortuito, sino la consecuencia previsible de una falla de gobernanza vinculada al abandono de los compromisos pactados. La declaración de emergencia, más que una solución, aparece como la manifestación de un modelo que privilegia respuestas paliativas de corto plazo sobre la construcción de una política energética sostenible y de largo aliento.

### ***Diagnóstico del servicio eléctrico en Bátsima de República Dominicana***

Los circuitos priorizados para rehabilitación presentan un estado crítico de operación, con impactos directos en la calidad de vida de la población y la estabilidad social. Según datos del Informe de Gestión 2023 de las Empresas Distribuidoras (EDEs), el 68% de los usuarios en zonas marginadas recibe menos de 14 horas diarias de suministro, exacerbado por:

- Interrupciones recurrentes por Gestión de Demanda (hasta 10 horas diarias en temporada alta).
- Fallas no programadas por deterioro de infraestructura (cables expuestos, transformadores sobrecargados).
- Presión mediática y social, con un promedio de 15 denuncias semanales en prensa y redes sociales por riesgos eléctricos.

Esta situación demanda acciones inmediatas para restablecer un servicio básico de 24 horas, mitigar riesgos de seguridad y recuperar la confianza ciudadana. Como lo plantea el “Mejoramiento de Redes de Media y Baja Tensión” que debe clasificarse como prioridad nacional por el Gobierno Dominicano, aplicado a la protección ciudadana al eliminar riesgos de electrocución e incendios por fallas en redes.

Por parte de las empresas o suministradores de energía, se espera excelencia operativa que puedan asegurar la reducción de pérdidas técnicas del 22% al 12% en 5 años. Lo anterior con el objetivo de garantizar continuidad del servicio ( $\geq 99\%$  de disponibilidad en zonas intervenidas).

Dentro de las EDEs y en beneficio de los usuarios establecer la sostenibilidad financiera en la reducción de pérdidas no técnicas (actualmente 34% de la energía distribuida) mediante tecnología anti-fraude y la optimización de costos operativos con redes automatizadas. Esta iniciativa se alinea con el Plan Nacional de Transición Energética 2025-2040, que incluye una inversión de USD 1.200 millones para modernizar 8.000 km de redes.

## **Discusión y conclusiones**

El sistema de distribución eléctrica en la República Dominicana enfrenta una crisis profunda, producto de una combinación de problemas técnicos, financieros y de gobernanza. La crisis técnica se refleja en una infraestructura obsoleta que provoca pérdidas significativas de energía. Esto no solo afecta la calidad y estabilidad del servicio, sino que también tiene un impacto directo en las finanzas del sector. Esta deficiencia técnica alimenta la crisis financiera. El sistema opera con un déficit crónico que el Estado cubre con subsidios masivos. Sin embargo, en lugar de destinar esos fondos a la modernización de la red, se destinan a mantener un modelo insostenible, perpetuando el problema.

La crisis de gobernanza es la raíz del problema. El incumplimiento del Pacto Eléctrico ha sustituido la planificación estratégica a largo plazo por soluciones reactivas de emergencia. Esta falta de visión y dirección ha impedido que se implementen las reformas necesarias.

Para rehabilitar el sistema, no son suficientes las medidas temporales o paliativas. La solución requiere una reforma profunda y sistémica que ataque las causas subyacentes. El camino hacia un sector eléctrico sostenible y rentable pasa por la implementación de las reformas postpuestas, en especial las del Pacto Eléctrico, también en reducir las pérdidas de energía a niveles aceptables y en reestructurar las finanzas del sector para liberar al Estado de la carga de los subsidios.

Solo con una reforma audaz y transparente, el sistema eléctrico dominicano podrá dejar atrás la crisis y avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible. El servicio de electricidad en la República Dominicana ha progresado en las últimas décadas, sin embargo, todavía se topa con retos importantes vinculados a la infraestructura envejecida, las pérdidas de energía, los hurtos, las interrupciones constantes y la capacidad de producción en periodos de alta demanda. No obstante, los intentos de modernización, crecimiento y transición hacia energías renovables evidencian una ruta favorable hacia una red más firme y sustentable. Es fundamental abordar las dificultades estructurales y robustecer la infraestructura para incrementar la calidad del servicio a nivel nacional.

## Agradecimientos

A la Universidad Internacional Iberoamericana por permitir el crecimiento profesional y académico en el desarrollo y publicación del trabajo de investigación con línea en desarrollo sustentable y rehabilitación de redes eléctricas.

## Referencias

- Aristy Escuder, J. (2025, 14 de septiembre). ¿Por qué volvieron los apagones? *Diario Libre*.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). *Dimensionando las pérdidas de electricidad en los sistemas de transmisión y distribución en América Latina y el Caribe*. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/16883/electricidad-perdida-dimensionando-las-perdidas-de-electricidad-en-los-sistemas>
- Becas Santander. (s.f.). Investigación cualitativa y cuantitativa. *Blog Becas Santander*. <https://www.becas-santander.com/es/blog/investigacion-cualitativa-y-cuantitativa.html>
- Bridge360 RD. (n.d.). Pérdida Eléctrica en RD (37.6%): Cómo Proteger su Industria y Equipos.
- CDN. (2025, 18 de agosto). Director del Instituto de Energía de la UASD atribuye crisis eléctrica a atrasos en las inversiones. [Video]. *YouTube*.
- Certicalia. (s.f.). Descubre todo lo que necesitas saber acerca del replanteo. *Certicalia Blog*. <https://www.certicalia.com/blog/metodos-de-replanteo>
- CES. (2021, 22 de octubre). Decreto No. 655-21 que establece el Reglamento del Pacto Nacional para la Reforma del Sector Eléctrico.
- CES. (2021, marzo). Pacto Nacional para la Reforma del Subsector Eléctrico.
- Comisión Nacional de Energía. (05 de agosto de 2025). Sector energético lidera captación de inversión extranjera en RD en el primer semestre de 2025.
- Conde Antequera, J. (2023). *Políticas públicas para la mitigación del impacto del cambio climático sobre los aprovechamientos energéticos*.

- Consejo Unificado de las Empresas Distribuidoras. (2022). *Plan integral de reducción de pérdidas 2022–2028*. <https://edeeste.com.do/transparencia/index.php/plan-integral-de-reduccion-de-perdidas-2022-2028/>
- CREES. (2025). Evolución de las transferencias al sector eléctrico en la República Dominicana.
- Diario Libre. (2025, 10 de septiembre). Gobierno declara emergencia nacional para compras sector eléctrico.
- Dirección Comercial CTPC. (2022). *Balance de energía Central Termoeléctrica Punta Catalina 2022*. <https://puntacatalina.cdeee.gob.do/estadisticas/>
- Dirección General de Presupuesto (DIGEPRES). (2023). *Informes de ejecución presupuestaria*. <https://www.digepres.gob.do/publicaciones/informes/>
- Economist Intelligence Unit. (2015). *El futuro del sector eléctrico en la República Dominicana*. <https://www.ces.org.do/images/2015/FunglodeElectricitySectorReportSpanishFINAL.pdf>
- EHPlus. (2022). En RD faltan casi 700 mil medidores de energía eléctrica, según titular de SIE. <https://limpio.ehplus.do/en-rd-faltan-casi-700-mil-medidores-de-energia-electrica-segun-titular-de-sie/>
- Grupo BID. (2025, 08 de agosto). Impactos del Grupo BID en el sector eléctrico de República Dominicana. [Video]. YouTube.
- Guillén, M. (2024, 31 de diciembre). El subsidio al sector eléctrico aumenta. Diario Libre.
- IIDMA. (2022, 29 de junio). Un estudio recomienda el cierre inmediato de la central de Punta Catalina.
- IIDMA. (2022, 29 de junio). Un estudio recomienda el cierre inmediato de la central de Punta Catalina por la gravedad de sus impactos ambientales.
- INTEC. (2015). *Impacto de la crisis eléctrica en la República Dominicana: Informe sobre los hogares*. Editorial Búho.
- INTEC. (2025). El impacto de la crisis eléctrica en la economía dominicana.
- Invertix. (2025, 08 de septiembre). Emergencia nacional por apagones RD. Recuperado de
- Listín Diario. (2025, 20 de agosto). Las pérdidas de energía de las Edes se elevan a 41.7% del total comprado.
- Martínez, F. A. P., Vivas, O. A. G., & Rosas, Y. S. S. (2017). Cuantificación del ahorro de energía eléctrica en clientes residenciales mediante acciones de gestión de demanda. *Revista UIS Ingenierías*, 16(2), 217–226.
- Mercado, V., & Peña, J. B. (2016). Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica. *Saber*, 28(1), 99–105.
- Mesa, B. L., Cámara, J. I. P., Zapata, A. O., & del Amo Sancho, A. (2013). La rehabilitación y la mejora de la eficiencia energética de la vivienda social a examen. *Revista Aragonesa de Administración Pública*, (15), 283–319.
- Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD). (2012). *Ley 1-12: Estrategia nacional de desarrollo 2030*. <http://economia.gob.do/mepyd/wp-content/uploads/archivos/end/marco-legal/ley-estrategia-nacional-de-desarrollo.pdf>
- Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD). (2022). *Monitor energético – Pérdidas de las empresas distribuidoras de energía*. <https://mepyd.gob.do/vaes/monitor-energetico/>
- Ministerio de Energía y Minas (MEM-RD). (2023). *Informe de desempeño – Marzo 2023*. <https://mem.gob.do/category/sector-electrico/informe-de-desempeno/>
- Ministerio de Energía y Minas. (2025). Informe de Desempeño.

- Ministerio de Energía y Minas. (2025, abril). Boletín Informativo Distribución y Comercialización de Energía de las EDE enero 2025.
- Ministerio de Hacienda y el BID firman acuerdo de préstamo por US\$78.0 millones para apoyar sector eléctrico. (2025).
- Nación Logística. (2024). CES presenta Informe Anual 2024 de Veeduría del Pacto Eléctrico.
- Naciones Unidas. (2023). Acción por el Clima. Energías renovables: energías para un futuro más seguro. <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>
- OLADE. (2023). Estrategia para una América Latina y el Caribe más renovable. ISBN: 978-9978-70-154-6. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). [https://www.olade.org/wp-content/uploads/2023/03/Estrategia-para-una-America-Latina-y-el-Caibe-mas-renovable\\_VF.pdf](https://www.olade.org/wp-content/uploads/2023/03/Estrategia-para-una-America-Latina-y-el-Caibe-mas-renovable_VF.pdf)
- Pérez, R. H., & Rodríguez, N. A. P. (2019). Procedimiento para el rediseño de circuitos de subtransmisión. *Revista Cubana de Ingeniería*, 10(2), 24–35.
- QuestionPro. (s.f.). Niveles de medición: Aprende a dominarlos fácilmente. *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/niveles-de-medicion/>
- Ramón Emilio De Jesús Grullón. (2023). Pérdidas de energía en distribución: El agujero negro del sector eléctrico en República Dominicana. *EHPlus*. <https://ehplus.do/perdidas-de-energia-en-distribucion-el-agujero-negro-del-sector-electrico-en-republica-dominicana/?trk=article-ssr-frontend-pulse-little-text-block>
- Superintendencia de Electricidad (SIE). (2023a). *Estadísticas de regulación y fiscalización del mercado eléctrico minorista*. <https://sie.gob.do/estadisticas/direccion-de-regulacion/porcentaje-de-suministro-por-tipo-de-conexion/>
- Superintendencia de Electricidad (SIE). (2023b). *Indicadores de calidad de distribuidoras – Marzo 2023*. <https://sie.gob.do/indicadores-calidad-distribuidoras-marzo-2023/>
- Torres, V. F. A. (2021). *Propuesta de rehabilitación del estadio Mariano Melgar (Arequipa-Perú) a través de la implementación de un sistema solar fotovoltaico, para su conversión a sistema sustentable (autosuficiente) energéticamente*.
- UASD. (2023, 29 de agosto). Presentación: Contaminación CTPC.
- Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). (s.f.). *La tarifa eléctrica en la República Dominicana*. <https://uasd.edu.do/wp-content/uploads/La-tarifa-electrica-en-la-Republica-Dominicana.pdf>
- Vélez, N. R. B., Albuérne, Y. E. L., Neves, L., & Álava, L. A. C. (2019). Diseño de redes eléctricas inteligentes para una gestión energética. In *Novena Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética (CICIC 2019)* (pp. 96–101).
- Weiss, M., Ravillard, P., Sanin, M. E., Carvajal, F., Daltro, Y., Chueca, E., & Hallack, M. (2021). *Impacto de la regulación en la calidad del servicio de distribución de la energía eléctrica en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/impacto-de-la-regulacion-en-la-calidad-del-servicio-de-distribucion-de-la-energia-electrica-en-ameri.pdf>
- World Bank. (2018). *Reforming the Power Sector: Controlling Electricity Theft and Improving Revenue*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/175611520414087771/pdf/122142-BRI-272-BHATI-PUBLIC.pdf>

- World Bank. (2020). *Doing Business 2020*.  
<https://archive.doingbusiness.org/en/doingbusiness>
- World Economic Forum. (2019). *The Global Competitiveness Report 2019*.  
[https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf)