



Inteligencia artificial, Big Data y Ciencia de Datos para la optimización de la gestión de
proyectos en Colombia, trabajo Nodo

“Implementación de nuevas herramientas tecnológicas, Big data para la ejecución de
proyectos de construcción y mantenimiento en el sector eléctrico, en el municipio de Villanueva-
Casanare”

John Alexander Capacho

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

septiembre de 2025

BIG DATA PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO EN
EL SECTOR ELÉCTRICO

Implementación de nuevas herramientas tecnológicas, Big data para la ejecución de proyectos de
construcción y mantenimiento en el sector eléctrico, en el municipio de Villanueva-Casanare

John Alexander Capacho

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Sergio Andres Zabala Vargas
Doctor en Tecnología Educativa

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

septiembre de 2025

Contenido

Lista de tablas.....	5
Lista de Ilustración	6
Lista de anexos.....	7
Resumen.....	8
Abstract	10
Introducción	12
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1 Descripción del problema	16
1.2 La pregunta de investigación	16
1.3 Los objetivos de investigación.....	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Justificación de la investigación	18
2 MARCO DE REFERENCIA	20
2.1 Marco teórico	20
2.2 Marco Teórico.....	25
2.2.1 Potencial del Big data en la construcción	25
2.2.2 Inteligencia artificial (IA) en gestión de proyectos de construcción	26
2.2.3 Gestión de proyectos de construcción en área eléctrica.....	26
2.2.4 Optimización de productividad en la construcción	27
2.2.5 Modernización Tecnológica en los Procesos Constructivos.....	28
2.3 Marco legal	28
3 METODOLOGÍA	32
3.1 Enfoque y alcance de la investigación.....	32
3.1.1 Definición de la población	34
3.1.2 Calculo y selección de muestra.....	35
3.2 Instrumento(s)	37
3.2.1 Estructura y características del instrumento	37
3.2.2 Aplicación y validación.....	38

BIG DATA PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO EN EL SECTOR ELÉCTRICO

3.2.3	Diario de campo	39
3.2.4	Validación	39
3.3	Descripción de procedimientos.....	39
3.4	Análisis de información	40
3.4.1	Descripción de procedimientos	40
3.4.2	Procesamiento de la información cuantitativa (Encuestas).....	45
3.4.3	Procesamiento de la información cualitativa (Diario de campo).....	45
3.4.4	Integración y presentación de resultados	45
3.5	Consideraciones éticas.....	46
4	HIPÓTESIS	48
4.1	Variables	48
4.1.1	Variable(s) independiente(s).....	48
4.1.2	Variable(s) dependiente(s)	49
5	RESULTADOS	50
5.1	Presentación de resultados.....	50
5.2	Diario de campo.....	62
5.2.1	Estructura del diario	62
5.2.2	Registros de trabajo de campo	63
5.3	Propuesta al sector	64
5.3.1	Adopción de metodologías digitales integradas (BIM + GIS + IoT + Big Data)	64
5.3.2	Impulso a la inteligencia artificial y la automatización predictiva	65
5.3.3	Fortalecimiento de la infraestructura tecnológica y de comunicación.....	66
5.3.4	Incorporación de la analítica de datos y la inteligencia de negocios.....	67
5.3.5	Implementación de sistemas de medición avanzada (AMI) y gestión inteligente del usuario 68	
5.3.6	6. Impulso a políticas públicas y alianzas tecnológicas regionales.....	69
5.4	Discusión	70
6	CONCLUSIONES.....	72
7	Referencias	74
Anexos	77

Lista de tablas

Tabla 1 Participante de encuesta	51
Tabla 2 Conocimiento de Big Data.....	52
Tabla 3 Frecuencia Capacitación VS Frecuencia de uso	53
Tabla 4 Herramientas tecnológicas más utilizadas.....	54
Tabla 5 Análisis de frecuencia analiza o recopila información.....	57
Tabla 6 Tecnologías emergentes (IA, Big Data, IoT) aumenta la productividad.....	59
Tabla 7 Dispuesto a capacitarse vs Costo o desconocimiento como barrera	59
Tabla 8 Futuro del sector.....	60

Lista de Ilustración

Ilustración 1 Impacto en eficiencia y seguridad.....58
Ilustración 2 Adopción de nuevas herramientas tecnológicas mejora la competitividad del sector
.....61

Lista de anexos

Anexo 1 Implementación de nuevas herramientas tecnológicas, Big data para la ejecución de proyectos de construcción y mantenimiento en el sector eléctrico, en el municipio de Villanueva-Casanare 77

Anexo 2 Declaración inicial e información sobre Encuesta..... 87

Anexo 3 Diario de campo..... 88

Resumen

El estudio titulado “Implementación de nuevas herramientas tecnológicas, Big Data para la ejecución de proyectos de construcción y mantenimiento en el sector eléctrico, en el municipio de Villanueva-Casanare” analiza cómo las tecnologías emergentes pueden optimizar la gestión y operación del sector eléctrico local. El problema central identificado radica en la limitada adopción tecnológica, la falta de infraestructura digital y la escasa capacitación del talento humano, factores que dificultan la modernización de los procesos constructivos y de mantenimiento.

La investigación adoptó un enfoque mixto, con métodos cuantitativos y cualitativos. Se aplicó una encuesta digital a 60 trabajadores del sector eléctrico, entre ingenieros, técnicos y operarios, complementada con observaciones de campo para identificar percepciones, barreras y oportunidades en la implementación del Big Data. El análisis estadístico se realizó mediante frecuencias y tendencias, mientras que la información cualitativa permitió contextualizar los resultados sobre actitudes y resistencias al cambio tecnológico.

Los resultados muestran que únicamente el 35 % de los encuestados entiende los conceptos del Big Data, aunque el 70 % admite su capacidad para optimizar la toma de decisiones y la eficiencia en las operaciones. De igual manera, el 65 % de los participantes en la encuesta indicó que la carencia de infraestructura tecnológica es la principal limitación para su implementación, seguida por la insuficiencia en la capacitación técnica (58 %). De manera positiva, el 72% expresó interés en formarse en inteligencia artificial, automatización y Internet de las Cosas (IoT). Las observaciones de campo evidencian una importante discrepancia tecnológica entre las empresas: mientras que algunas, como ELECON y MASSY, implementan sistemas digitales de monitoreo, otras continúan utilizando registros manuales o mixtos

En el análisis cualitativo surgieron tres categorías principales: infraestructura tecnológica, formación y cultura digital, y adopción operativa del Big Data. Estas dimensiones muestran que la transformación digital está condicionada tanto por los recursos tecnológicos como por el compromiso de la organización con la innovación.

Las conclusiones indican que la combinación de Big Data, Inteligencia Artificial (IA) y sistemas de medición inteligente (AMI) puede mejorar la planificación, el mantenimiento predictivo y el control operativo en los proyectos eléctricos. Sin embargo, su logro necesita reforzar las habilidades digitales, fomentar colaboraciones entre el sector público y privado y asegurar inversiones continuas en infraestructura tecnológica

Se sugiere una estrategia integral fundamentada en seis ejes: adopción de metodologías digitales integradas (BIM + GIS + IoT + Big Data), fomento de la automatización predictiva, mejora de la infraestructura tecnológica, análisis de datos e inteligencia empresarial, puesta en marcha de sistemas de medición avanzada y establecimiento del Centro Regional de Innovación Energética (CRIE–Casanare). Este proyecto pretende fortalecer la competitividad, sostenibilidad y eficiencia del sector eléctrico en Villanueva, consolidando su avance hacia un modelo de gestión inteligente y acorde con los principios de la Industria 4.0.

Palabras clave: Big Data, inteligencia artificial, gestión de proyectos, sector eléctrico, Villanueva-Casanare, transformación digital, sostenibilidad.

Abstract

The study entitled "Implementation of new technological tools, Big Data for the execution of construction and maintenance projects in the electricity sector, in the municipality of Villanueva-Casanare" analyses how emerging technologies can optimize the management and operation of the local electricity sector. The central problem identified is limited technological adoption, lack of digital infrastructure and low training of human talent, factors that hinder the modernization of construction and maintenance processes.

The research adopted a mixed approach, with quantitative and qualitative methods. A digital survey was applied to 60 workers in the electrical sector, among engineers, technicians and operators, complemented with field observations to identify perceptions, barriers and opportunities in the implementation of Big Data. The statistical analysis was carried out by means of frequencies and trends, while qualitative information made it possible to contextualize the results on attitudes and resistance to technological change.

The study entitled "Implementing new technology tools, Big Results show that only 35% of respondents understand the concepts of Big Data, although 70% admit their ability to optimize decision-making and operational efficiency. Similarly, 65% of survey participants indicated that the lack of technological infrastructure is the main constraint to its implementation, followed by insufficient technical training (58%). Positively, 72% expressed interest in training in artificial intelligence, automation and the Internet of Things (IoT). Field observations show an important technological discrepancy between companies: while some, such as ELECON and MASSY, implement digital monitoring systems, others continue to use manual or mixed records

Three main categories emerged from the qualitative analysis: technological infrastructure, training and digital culture, and operational adoption of Big Data. These dimensions show that digital transformation is conditioned by both technological resources and the organization's commitment to innovation.

The findings indicate that the combination of Big Data, Artificial Intelligence (AI) and Intelligent Metering Systems (AMI) can improve planning, predictive maintenance and operational control in electrical projects. However, its achievement needs to strengthen digital skills, foster public-private partnerships and ensure continued investment in technology infrastructure

A comprehensive strategy based on six axes is suggested: adoption of integrated digital methodologies (BIM + GIS + IoT + Big Data), promotion of predictive automation, improvement of the technological infrastructure, data analysis and business intelligence, Implementation of advanced measurement systems and establishment of the Regional Centre for Energy Innovation (CRIE-Casanare). This project aims to strengthen the competitiveness, sustainability and efficiency of the electricity sector in Villanueva, consolidating its progress towards an intelligent management model and consistent with the principles of Industry 4.0.

Keywords: Big Data, artificial intelligence, project management, electricity sector, Villanueva-Casanare, digital transformation, sustainability.

Introducción

El sector eléctrico y de la construcción está experimentando una fase de rápida transformación impulsada por el progreso de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT) y el Big Data. Estas innovaciones ofrecen una oportunidad clave para mejorar la planificación, ejecución, control y mantenimiento de los proyectos, promoviendo una gestión más eficiente, segura y sostenible de los recursos. En Colombia, no obstante, su uso todavía está condicionado por aspectos económicos, ausencia de infraestructura digital y deficiencias en la capacitación técnica del personal, lo que limita su capacidad para fomentar la innovación y la competitividad empresarial (Herrera, 2025) (Carrillo, 2024).

Tanto la inteligencia artificial como el Big Data han mostrado ser fundamentales en sectores energéticos avanzados, al facilitar el análisis de grandes cantidades de información en tiempo real, la automatización de tareas cruciales y la toma de decisiones fundamentadas en datos. En el sector eléctrico, estas herramientas permiten prever fallas, incrementar la eficiencia operativa y optimizar la seguridad en las operaciones. No obstante, en áreas como Villanueva-Casanare, su implementación todavía es limitada por la falta de infraestructura tecnológica, la oposición al cambio y la mínima inversión en formación especializada. Por lo tanto, la actualización del sector eléctrico regional necesita enfoques completos que unan la innovación tecnológica con la administración del conocimiento y el desarrollo de las habilidades digitales del personal (Carrillo, 2024).

La presente investigación titulada “Implementación de nuevas herramientas tecnológicas, Big Data para la ejecución de proyectos de construcción y mantenimiento en el sector eléctrico en el municipio de Villanueva-Casanare” el propósito del estudio es examinar de qué manera la utilización de estas tecnologías puede ayudar a aumentar la eficiencia, sostenibilidad y competitividad del sector. La investigación utiliza un enfoque práctico enfocado en entender el grado actual de adopción tecnológica, detectar las principales limitaciones y sugerir estrategias de implementación adecuadas a las circunstancias locales.

En cuanto a su organización, el documento se estructura en seis capítulos.

El Capítulo 1, Planteamiento del problema, describe la situación actual del sector eléctrico y las limitaciones tecnológicas existentes, además de formular la pregunta de investigación, los objetivos y la justificación del estudio. El Capítulo 2, Marco de referencia, presenta los fundamentos teóricos, conceptuales y normativos que sustentan la investigación, incluyendo antecedentes sobre Big Data, inteligencia artificial, gestión de proyectos y modernización tecnológica en la construcción. El Capítulo 3, Metodología, detalla el enfoque mixto utilizado, los instrumentos aplicados, la población estudiada y los procedimientos de análisis de la información. El Capítulo 4, Hipótesis, define las variables independientes y dependientes, así como las posibles relaciones entre la implementación tecnológica y la eficiencia de los proyectos eléctricos. El Capítulo 5, Resultados, presenta los hallazgos obtenidos a partir de las encuestas y observaciones de campo, identificando tendencias, percepciones y oportunidades de mejora. Por último, el Capítulo 6, Conclusiones, sintetiza los aportes de la investigación, resaltando la importancia de fortalecer las competencias digitales, fomentar la innovación y garantizar inversiones sostenibles que consoliden un modelo energético moderno, eficiente y competitivo en Villanueva-Casanare.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel internacional, la industria eléctrica enfrenta una transformación sin precedentes impulsada por la digitalización, la automatización y el uso de grandes volúmenes de datos para la gestión de sus sistemas. Según la Agencia Internacional de Energía (International & Agency, 2023), la aplicación de tecnologías como Big Data, Inteligencia Artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT) ha permitido aumentar la eficiencia energética global en un 12 % durante la última década, al optimizar la planificación y el mantenimiento de redes eléctricas. Sin embargo, esta transformación también implica desafíos relacionados con la ciberseguridad, la interoperabilidad de plataformas y la falta de estandarización en países en desarrollo (S. S. Lin et al., 2025). De acuerdo con (Boden, 2018) y (Esther et al., 2024), la inteligencia artificial ha demostrado ser esencial para la automatización de la toma de decisiones, la detección temprana de fallas y la mejora de la confiabilidad de los sistemas eléctricos, aunque su adopción requiere de infraestructuras digitales avanzadas y personal altamente calificado.

En el contexto nacional, Colombia ha mostrado avances importantes hacia la modernización del sector energético mediante políticas como la Ley 1715 de 2014, que promueve el uso de energías renovables, y la Ley 043 de 2025, que regula el uso ético y responsable de la inteligencia artificial (Congreso de la República de Colombia, 2025). No obstante, (Garcia-Guarin et al., 2019) señalan que persisten brechas significativas en infraestructura tecnológica, capacitación y digitalización de redes, especialmente en regiones rurales y de alta demanda energética. El país aún depende en gran medida de procesos manuales para el control y mantenimiento, lo que genera ineficiencias operativas, sobrecostos y vulnerabilidad ante fallas eléctricas. La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG, 2022) ha advertido que, sin una integración adecuada de herramientas digitales, los sistemas eléctricos corren el riesgo de rezagarse frente a las exigencias de la transición energética global.

En el ámbito regional, el departamento de Casanare y, particularmente, el municipio de Villanueva, presentan un panorama similar de rezago tecnológico en comparación con otros polos industriales del país. A pesar de contar con empresas consolidadas en el sector eléctrico y petrolero, como COELCO SAS, Enerca SAESP y Geopark Colombia Limited, el uso de

herramientas digitales para la planificación, monitoreo y mantenimiento sigue siendo limitado. Según (Esther et al., 2024), la resistencia al cambio, la falta de infraestructura y la escasa formación en análisis de datos constituyen las principales barreras para la implementación efectiva de tecnologías inteligentes en proyectos eléctricos. De igual manera, (HERNANDEZ, 2015) resalta que los países en vía de desarrollo requieren una evaluación costo-beneficio antes de adoptar soluciones basadas en IA o Big Data, dado el alto costo de inversión inicial y la falta de recursos especializados.

En este contexto, el sector eléctrico de Villanueva enfrenta el desafío de transitar hacia un modelo digital y sostenible, en el que el uso de Big Data y la inteligencia artificial permiten mejorar la toma de decisiones, anticipar fallas, reducir pérdidas técnicas y optimizar la gestión de mantenimiento. Sin embargo, la atención de estrategias locales de capacitación y la limitada inversión en infraestructura digital dificultan este proceso. Por ello, esta investigación busca analizar cómo la implementación de nuevas herramientas tecnológicas basadas en Big Data puede contribuir a la modernización de los proyectos de construcción y mantenimiento eléctrico en Villanueva-Casanare, fortaleciendo la eficiencia operativa, la sostenibilidad y la competitividad regional.

1.1 Descripción del problema

El sector eléctrico experimenta transformaciones debido a la incorporación de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial (IA), el internet de las cosas (IoT) y el Big Data. Estas herramientas pueden optimizar la planificación, ejecución y supervisión de los proyectos eléctricos, fomentando la automatización, la predicción de fallas y la eficiencia operativa. Sin embargo, a pesar de los posibles beneficios, su implementación enfrenta diversas dificultades que limitan su uso completo (S. S. Lin et al., 2025).

Entre los principales inconvenientes se destacan la falta de infraestructura tecnológica adecuada, la resistencia al cambio de los profesionales del sector y la insuficiente capacitación técnica del personal para adaptarse a estas innovaciones. Asimismo, en países en desarrollo, la inversión en tecnología de vanguardia frecuentemente se encuentra con limitaciones económicas, lo que retrasa la modernización y reduce la competitividad frente a mercados más desarrollados (HERNANDEZ, 2015).

La ausencia de una estrategia integral para incorporar estas herramientas tecnológicas provoca errores en la gestión de proyectos eléctricos, especialmente en áreas fundamentales como el mantenimiento predictivo, la comunicación entre equipos y el control de procesos. Como consecuencia, se presenta un riesgo de ineficiencia en las operaciones, aumento de costos y reducción de la fiabilidad del sistema eléctrico, lo que impacta de manera negativa la sostenibilidad y la capacidad de respuesta ante el creciente requerimiento energético (Boden, 2018).

1.2 La pregunta de investigación

¿Como una propuesta con estrategias desde la gestión de proyectos para la implementación de nuevas tecnologías o herramientas basadas en Big Data puede mejorar la eficiencia de los proyectos de construcción y mantenimiento en el sector eléctrico en el municipio de Villanueva-Casanare?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer nuevas herramientas tecnológicas y metodologías (AI, Big Data) que optimizan la ejecución de proyectos de construcción y mantenimiento en el sector eléctrico del municipio de Villanueva-Casanare, con el fin de mejorar la eficiencia operativa, la seguridad y la calidad del servicio.

1.3.2 Objetivos específicos

Identificar las falencias y necesidades de los modelos actuales de construcción y mantenimiento en el sector eléctrico del municipio de Villanueva-Casanare, con el fin de reconocer los principales problemas que afectan la eficiencia, seguridad y calidad del servicio.

Analizar el estado de estas causas y factores en otros contextos, evaluando qué metodologías, técnicas, estrategias y tecnologías se están aplicando en diferentes regiones, países o proyectos similares, que sirvan como referencia para el mejoramiento local.

Elaborar recomendaciones para la implementación de sistemas, metodologías y herramientas tecnológicas en el área de interés, orientadas a optimizar la ejecución de proyectos eléctricos y garantizar un servicio más eficiente, seguro y sostenible.

1.4 Justificación de la investigación

En el contexto contemporáneo, la transición energética global y la necesidad de garantizar sistemas eléctricos confiables, sostenibles y eficientes han impulsado la adopción de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT) y el Big Data. Estas herramientas tecnológicas permiten optimizar la planificación, la ejecución y el mantenimiento de infraestructuras energéticas, además de fortalecer la gestión de la información para la toma de decisiones estratégicas. Según la Agencia Internacional de Energía (International & Agency, 2023), la digitalización del sector energético puede reducir los costos operativos en un 15 %, mejorar la eficiencia del consumo en un 20 % y disminuir las pérdidas técnicas de energía hasta en un 25 %.

En América Latina, el Banco Interamericano de Desarrollo (Alvarez Alonso et al., 2023) estima que el 40 % de las redes eléctricas aún operan con sistemas manuales o parcialmente automatizados, lo que genera sobrecostos y aumenta el riesgo de interrupciones del servicio. En este escenario, la aplicación de tecnologías basadas en Big Data y analítica predictiva resulta determinante para mejorar la confiabilidad del suministro y la sostenibilidad de las operaciones. Estas herramientas permiten detectar fallas, prever demandas energéticas y optimizar los mantenimientos correctivos y preventivos (S. Lin et al., 2025).

A nivel nacional, Colombia ha avanzado en la integración de nuevas tecnologías en el marco del Plan de Transición Energética 2020-2030, impulsado por el Ministerio de Minas y Energía, y normativas como la Ley 1715 de 2014 y la Ley 043 de 2025, que promueven la digitalización y el uso ético de la inteligencia artificial (Congreso de la República de Colombia, 2025). No obstante, estudios como los de (Guarin. et al., 2019) y la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG, 2022) evidencian que persisten brechas en conectividad, infraestructura y formación técnica, especialmente en departamentos con menor desarrollo tecnológico como Casanare.

En el ámbito social, la implementación de tecnologías digitales en la gestión eléctrica representa una oportunidad para fortalecer el capital humano y generar empleo calificado. Según el Observatorio Laboral del Ministerio de Ciencia (Mitchel & Tapia, 2024), más del 60 % de los

técnicos del sector energético carecen de formación en herramientas digitales y análisis de datos colombianos, lo que limita la adopción de sistemas inteligentes. La formación en competencias tecnológicas no solo incrementa la productividad laboral, sino que impulsa la inclusión social mediante el acceso a empleos formales y sostenibles, especialmente en regiones como Villanueva-Casanare, donde la economía depende en gran medida del sector energético.

En el orden ambiental, la aplicación de IA y Big Data favorece una gestión energética más sostenible. La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, 2019) reporta que el uso de tecnologías predictivas y monitoreo remoto puede reducir las emisiones de CO₂ del sector eléctrico hasta en un 30 %. En este sentido, la investigación adquiere relevancia al promover un enfoque de sostenibilidad ambiental mediante la optimización del consumo energético, la reducción de desperdicios y la integración de fuentes renovables en los proyectos eléctricos.

Finalmente, en el contexto local de Villanueva-Casanare, esta investigación cobra importancia porque propone una estrategia de modernización tecnológica adaptada a las condiciones regionales, orientada a fortalecer la eficiencia operativa, la sostenibilidad ambiental y la competitividad del sector eléctrico. La aplicación de Big Data e inteligencia artificial permitirá anticipar fallas en los sistemas eléctricos, mejorar la gestión de mantenimiento, reducir tiempos de respuesta y elevar la calidad del servicio. Además, impulsará la formación técnica y el desarrollo económico de la comunidad, consolidando un modelo de desarrollo energético inteligente, seguro y sostenible.

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco teórico

Para el desarrollo de esta investigación, se realizó una revisión del estado del arte, de los últimos 10 años. La ecuación de búsqueda utilizada: (“project management” OR “project administration”) AND (“Artificial Intelligence”) AND (“buildings” OR “civil enginee*” OR architecture OR “facility management”) las bases de datos empleadas para esta revisión incluyen ResearchGate, Scopus y ScienceDirect, que facilitaron el acceso a investigaciones académicas, documentos científicos y revisiones bibliográficas de gran calidad, asegurando una base firme para la investigación.

Según el artículo (Zakharova et al., 2016) presentan un modelo para construir un espacio común de información destinado a mejorar la gestión de programas de alta tecnología mediante sistemas analíticos. Este enfoque busca resolver los problemas de coordinación y comunicación entre múltiples participantes en proyectos complejos, caracterizados por altos niveles de riesgo e incertidumbre. Los autores revisan diversas plataformas de Project Portfolio Management (PPM), como Oracle Primavera y Microsoft EPM, que facilitan la planificación y control, pero no abordan adecuadamente los entornos con variables técnicas inciertas. Por ello, propone el sistema IAS PKMiSP “Geokhod”, que integra herramientas de gestión del ciclo de vida del producto, programas y toma de decisiones estratégicas. Este sistema crea un entorno colaborativo digital que asegura el acceso compartido a la información, mejora la eficiencia operativa y fortalece la gestión estratégica en proyectos tecnológicos complejos.

En un contexto nacional el artículo (Guarin. et al., 2019) examina la situación actual y las perspectivas de implementación de las redes eléctricas inteligentes (Smart Grids) en Colombia. La investigación describe cómo el sistema energético nacional, basado principalmente en generación hidroeléctrica y térmica, requiere la integración de tecnologías emergentes que impulsan la eficiencia y la sostenibilidad. Se destacan los avances hacia la incorporación de

energías renovables, almacenamiento energético, vehículos eléctricos y automatización, con el propósito de mejorar la confiabilidad y flexibilidad del sistema. El estudio fue desarrollado en Colombia, mediante una colaboración entre la Universidad Nacional de Colombia y el SENA Ocaña (Norte de Santander), enfocándose en la evaluación técnica y operativa del sistema eléctrico (Guarin. et al., 2019). A través de una revisión analítica y documental, los autores exploran diversos enfoques de innovación en redes inteligentes, incluyendo el uso de algoritmos de inteligencia artificial como el VNS-DEEPSO, empleado para optimizar la gestión de energía en hogares inteligentes y redes distribuidas (Guarin. et al., 2019). Los resultados evidencian que la implementación de Smart Grids puede fortalecer la eficiencia energética, favorecer la participación del usuario y contribuir a la transición hacia un sistema eléctrico sostenible. No obstante, el estudio identifica barreras como la falta de infraestructura de comunicación, la baja inversión en almacenamiento energético y la necesidad de políticas públicas que incentiven la digitalización del sector eléctrico (Guarin. et al., 2019).

El artículo (Colmenares-quintero et al., 2021) examina cómo la aplicación de la analítica de Big Data y las herramientas de inteligencia de negocios (BI) fortalecen la gestión de redes eléctricas inteligentes que integran fuentes de energía renovable. Su propósito fue identificar las tecnologías de información y comunicación que permitan optimizar la eficiencia, la sostenibilidad y la toma de decisiones dentro del sistema energético moderno. El estudio fue desarrollado por la Universidad Cooperativa de Colombia, en cooperación con Aquatera Ltd. y la Royal Academy of Engineering del Reino Unido, además de la Academia Polaca de Ciencias. Esta colaboración permitió analizar la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 y su impacto en el sector eléctrico latinoamericano (Colmenares-quintero et al., 2021). Se aplicó una metodología de revisión sistemática y bibliométrica, utilizando el software VOSviewer para examinar tendencias, publicaciones científicas y redes de colaboración. El análisis se complementó con tres estudios de caso: la implementación de sistemas Big Data en una empresa eléctrica mexicana, la optimización de la generación solar mediante inteligencia de datos, y el uso de blockchain e Internet de las Cosas (IoT) en redes solares descentralizadas (Colmenares-quintero et al., 2021). Los resultados demuestran que la integración de Big Data y BI en las redes eléctricas incrementa la eficiencia operativa, reduce costos y favorece el mantenimiento predictivo. Asimismo, las tecnologías de blockchain e IoT mejoran la seguridad, trazabilidad y

confiabilidad del sistema eléctrico. Los autores concluyen que estas herramientas son esenciales para avanzar hacia un modelo energético sostenible en Colombia y América Latina, basado en la digitalización y el análisis inteligente de datos (Colmenares-quintero et al., 2021).

El artículo (Sofia et al., 2022) examina la implementación de los sistemas de medición avanzada inteligente (AMI) como parte del proceso de modernización del sector eléctrico colombiano. El propósito principal fue analizar los desafíos técnicos, regulatorios y sociales que acompañan esta transformación, a partir de la entrada en vigor de la Resolución CREG 131 de 2020, la cual impulsa el uso de medidores inteligentes en los hogares y empresas del país. La investigación fue realizada en la Universidad del Norte (Barranquilla, Colombia), por el Grupo de Investigación en Derecho y Ciencia Política (GIGECP) (Sofia et al., 2022). Desde un enfoque cualitativo y documental, el estudio analizó la normativa vigente, las condiciones de adopción tecnológica y los impactos esperados en la relación entre usuario y prestador del servicio. Se revisaron políticas regulatorias y tecnológicas, considerando los aspectos de transparencia, eficiencia y participación ciudadana en la gestión energética (Sofia et al., 2022). Los resultados muestran que los sistemas AMI favorecen una comunicación bidireccional entre los usuarios y las empresas, mejoran la detección de pérdidas y la eficiencia en la facturación, además de fomentar un consumo más responsable y sostenible. No obstante, los autores advierten la necesidad de fortalecer la ciberseguridad y la protección de datos, dado el gran volumen de información generado por los medidores inteligentes. Finalmente, se concluye que la implementación de estos sistemas es clave para avanzar hacia una transición energética sostenible y digital en Colombia (Sofia et al., 2022).

El estudio fue realizado en la Kemerovo State University, ubicada en Kemerovo, Rusia, a través del Digital Institute y el Natural Nutraceutical Biotesting Laboratory, con la colaboración de especialistas en ingeniería aplicada y tecnologías digitales (Ivanova et al., 2023). En cuanto a la metodología, se llevó a cabo una revisión bibliográfica sistemática y comparativa de publicaciones científicas entre 1990 y 2022, consultando las bases de datos Scopus, Web of Science y Elibrary. El análisis incluyó investigaciones relacionadas con modelado tridimensional

(3D), aprendizaje automático, visión computacional, BIM, IoT, robótica y blockchain, enfocadas en la automatización de procesos constructivos (Ivanova et al., 2023). Los resultados reflejan que la incorporación de la IA puede reducir los accidentes laborales hasta en un 97.4 % mediante el uso de visión computacional, además de incrementar la eficiencia en la gestión de recursos y operaciones mediante algoritmos de aprendizaje automático. Asimismo, la aplicación de gemelos digitales, robótica y blockchain favorece la trazabilidad y sostenibilidad de las obras. En conclusión, la inteligencia artificial se consolida como un factor clave para la transformación digital, la innovación y la eficiencia en la industria de la construcción (Ivanova et al., 2023).

El artículo (Priyanka L. Dushing et al., 2024) examina el papel de las redes eléctricas inteligentes (Smart Grids) en la modernización del sistema energético. El estudio analiza los avances tecnológicos que optimizan la generación, distribución y consumo de energía mediante herramientas digitales, automatización y comunicación avanzada. Se enfatiza la importancia de la infraestructura de medición inteligente (AMI), los recursos energéticos distribuidos (DERs) y la ciberseguridad, como ejes fundamentales para garantizar un sistema eléctrico confiable, sostenible y eficiente. La investigación se desarrolló en Pune, India, bajo la colaboración del DY Patil College of Engineering y el International Institute of Information Technology, donde se aplicó una revisión sistemática de 94 estudios científicos publicados entre 2019 y 2023. Los autores clasificaron las investigaciones según la topología de red, las tecnologías utilizadas y los mecanismos de comunicación, construyendo una taxonomía comparativa que incluye el uso de redes neuronales, blockchain, IoT industrial (IIoT) y redes definidas por software (SDN) (Priyanka L. Dushing et al., 2024).

Según el artículo (Sompolgrunk et al., 2024) examina la convergencia entre Building Information Modeling (BIM) y Big Data dentro del sector arquitectónico, ingenieril y constructivo (AEC), resaltando que la información digital constituye un recurso estratégico esencial para optimizar la productividad, la sostenibilidad y las decisiones empresariales. El crecimiento de tecnologías como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las cosas (IoT) y la computación en la nube exigen nuevas estrategias para administrar y alinear los datos con los objetivos organizacionales. A través de una revisión sistemática de literatura (PRISMA) que abarcó 125 publicaciones, los autores emplean el Modelo de Alineación Estratégica (SAM) para

relacionar las dimensiones tecnológicas y administrativas de las empresas AEC. El estudio evidencia que la aplicación práctica de la integración BIM–Big Data sigue siendo incipiente, especialmente en las etapas iniciales de los proyectos. Se recomienda fortalecer las habilidades digitales, adoptar normas internacionales como la ISO 19650 y avanzar hacia la Industria 4.0 para consolidar una gestión de la construcción más inteligente y basada en datos.

Según el artículo de (Z. Lin et al., 2025) el desarrolla un modelo avanzado de evaluación de seguridad en la construcción que combina la Teoría de Escenarios con Redes Bayesianas , denominado IBN-CASA-ST . Este modelo permite identificar causas de riesgo, predecir accidentes y optimizar las decisiones de seguridad mediante análisis dinámicos y aprendizaje automático. Los resultados demuestran que la integración de datos probabilísticos y escenarios mejora la precisión en la gestión de riesgos y fortalece la prevención de accidentes en obras complejas, aportando una herramienta eficaz para la seguridad inteligente en la ingeniería civil.

Según el artículo (Prasetyo et al., 2025) analizan cómo la inteligencia artificial (IA) transforma la gestión de proyectos en entornos de innovación abierta, mediante una revisión sistemática de 365 estudios publicados entre 2014 y 2024. El trabajo evidencia que tecnologías como el aprendizaje automático (Machine Learning) y el procesamiento del lenguaje natural (NLP) optimizan la planificación, el control de calidad y la toma de decisiones, al mejorar la predicción de riesgos y la gestión de recursos. El estudio contextualiza que la adopción efectiva de la IA requiere infraestructura tecnológica adecuada, integración con sistemas existentes, liderazgo organizacional y desarrollo de competencias digitales. Se concluye que la IA impulsa la eficiencia operativa, la colaboración y la innovación sostenible, especialmente en sectores como la construcción y la tecnología. En conjunto, esta herramienta se consolida como un recurso esencial para fortalecer la competitividad y la gestión estratégica de proyectos modernos.

Según el artículo (S. S. Lin et al., 2025) donde gestión de la ingeniería y la construcción (CEM) enfrenta retos derivados de la complejidad de los proyectos y la necesidad de sostenibilidad. Las técnicas inteligentes y los métodos de decisión multicriterio (MCDM) se han convertido en herramientas clave para optimizar la planificación y ejecución, integrando datos,

factores humanos y ambientales. Asimismo, la digitalización mediante Big Data, aprendizaje automático y gemelos digitales ha fortalecido la eficiencia y la reducción del impacto ambiental. La combinación de MCDM e inteligencia artificial impulsa decisiones más precisas y sostenibles en todo el ciclo de vida de los proyectos (S. S. Lin et al., 2025).

2.2 Marco Teórico

El presente marco teórico se apoya en fundamentos relacionados con el uso de nuevas herramientas tecnológicas, el aprovechamiento del Big data, la gestión eficiente de proyectos eléctricos y la optimización de recursos en tiempo y costos, dentro de un contexto de innovación y modernización del sector. Estos conceptos permiten comprender como la aplicación de nuevas tecnologías avanzadas pueden transformar los procesos de planificación, ejecución y mantenimiento en las obras eléctricas, especialmente en el municipio de Villanueva- Casanare, donde las empresas enfrentan nuevos desafíos coligados a la productividad, la sostenibilidad y la calidad del servicio.

2.2.1 Potencial del Big data en la construcción.

El big data representa una herramienta con un enorme potencial para transformar la industria de la construcción mediante la recopilación, el análisis y la interpretación de grandes volúmenes de información generados durante todas las fases del proyecto. Su integración con tecnologías como el modelo de información de construcción (BIM) permiten realizar un seguimiento más preciso del rendimiento, identificar desviaciones en tiempo real y optimizar los procesos de planificación y ejecución. Según (Han & Golparvar-Fard, 2016), el análisis de datos masivos posibilita una gestión predictiva más eficiente, reduciendo riesgos, costos y tiempos, al tiempo que mejora la seguridad y la calidad de las obras. Además, el Big Data promueve la toma de decisiones basada en evidencia, reemplazando enfoques tradicionales por modelos de control automatizados y visuales que incrementan la productividad y la sostenibilidad. En síntesis, su aplicación impulsa un cambio hacia una gestión más inteligente y tecnológicamente avanzada en el sector de la construcción (Han & Golparvar-Fard, 2016).

2.2.2 Inteligencia artificial (IA) en gestión de proyectos de construcción

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una herramienta esencial dentro de la gestión moderna de proyectos de construcción, al permitir el análisis, procesamiento y aprendizaje a partir de grandes volúmenes de información generados en las diferentes etapas del proyecto. Según (Jaimes-Quintanilla & Zabala-Vargas, 2024), la IA facilita la automatización de tareas, la estimación de costos y tiempos, y la detección temprana de riesgos, mejorando la eficiencia y la precisión en la toma de decisiones.

El uso de algoritmos inteligentes y sistemas predictivos permite anticipar posibles retrasos o desviaciones en cronogramas, optimizando el rendimiento de los recursos humanos y materiales. De acuerdo con (Jaimes-Quintanilla & Zabala-Vargas, 2024), la inteligencia artificial posibilita el desarrollo de sistemas capaces de aprender y adaptarse, incrementando la capacidad de respuesta ante imprevistos en los proyectos. Además, la IA contribuye a una gestión más sostenible, al reducir desperdicios, fortalecer la seguridad laboral y promover un control más riguroso sobre el impacto ambiental de las obras (Jaimes-Quintanilla & Zabala-Vargas, 2024).

Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos importantes, como la falta de personal capacitado, la resistencia organizacional al cambio y la limitada infraestructura tecnológica en muchos entornos de trabajo. Superar estas limitaciones permitirá consolidar una transformación digital efectiva en el sector de la construcción, fortaleciendo la innovación, la productividad y la sostenibilidad a largo plazo (Jaimes-Quintanilla & Zabala-Vargas, 2024).

2.2.3 Gestión de proyectos de construcción en área eléctrica.

La gestión de proyectos constituye un elemento clave para asegurar la eficiencia, la calidad y el cumplimiento de los objetivos organizacionales en sectores como la construcción y el área eléctrica. Este enfoque se basa en la planificación, organización, dirección y control de los recursos disponibles a lo largo de las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto: inicio, planificación, ejecución, monitoreo, control y cierre (Añazco & Daniel, 2022)

Según (Añazco & Daniel, 2022), la aplicación de metodologías estructuradas y estándares internacionales, como las propuestas por el Project Management Institute (PMI) , permite optimizar los procesos internos, mejorar la comunicación, minimizar los riesgos y aumentar la productividad. Además, el uso de indicadores de desempeño facilita la evaluación continua, la toma de decisiones oportunas y la implementación de estrategias orientadas a la mejora constante.

La gestión de proyectos no solo busca alcanzar metas técnicas y financieras, sino también elevar la satisfacción del cliente, fortalecer la competitividad y promover la innovación dentro de las organizaciones. En este sentido, factores como la capacitación del personal, el liderazgo y la integración de nuevas tecnologías son determinantes para lograr resultados sostenibles y exitosos (Añazco & Daniel, 2022)

2.2.4 Optimización de productividad en la construcción

La inteligencia artificial (IA) y la automatización se han convertido en herramientas clave para optimizar la productividad en el sector de la construcción, al permitir una gestión más eficiente de los recursos, la reducción de costos y la mejora en la calidad de los resultados. Según (Obinnaya Chikezie Victor, 2023), estas tecnologías facilitan la toma de decisiones basadas en datos, a través del análisis predictivo y la automatización de tareas, contribuyendo a una ejecución más rápida, precisa y segura.

El uso de sistemas de aprendizaje automático (machine learning), junto con herramientas como el modelado de información de construcción (BIM), permite anticipar riesgos, optimizar la planificación y minimizar el desperdicio de materiales. Además, la incorporación de robots, drones e impresión 3D ha revolucionado los procesos constructivos, permitiendo alcanzar niveles más altos de productividad y sostenibilidad (Obinnaya Chikezie Victor, 2023).

No obstante, la adopción de la inteligencia artificial enfrenta desafíos como los altos costos de implementación, la falta de personal especializado y la resistencia organizacional al cambio. A pesar de ello, su impacto en la industria es cada vez más visible, impulsando una

transformación digital que redefine la forma en que se diseñan, ejecutan y supervisan los proyectos de construcción, orientando al sector hacia una nueva era de eficiencia y sostenibilidad (Obinnaya Chikezie Victor, 2023).

2.2.5 Modernización Tecnológica en los Procesos Constructivos

La modernización tecnológica en la construcción, impulsada por las tecnologías 4.0, ha transformado los métodos tradicionales de planificación y ejecución de proyectos mediante la integración de herramientas como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y la ciencia de datos. Estas innovaciones permiten recolectar y analizar grandes volúmenes de información en tiempo real, optimizando la gestión de recursos, la seguridad en obra y la toma de decisiones estratégicas (Jaimes-Quintanilla & Zabala-Vargas, 2025).

El uso del IoT facilita el monitoreo constante de equipos, materiales y condiciones ambientales, contribuyendo al mantenimiento predictivo y la reducción de riesgos. Paralelamente, la ciencia de datos y el Big Data aplican modelos analíticos para identificar patrones, anticipar fallas y aumentar la productividad de los proyectos. De esta manera, los procesos constructivos se vuelven más eficientes, sostenibles y controlados, fortaleciendo la competitividad del sector (Jaimes-Quintanilla & Zabala-Vargas, 2025).

No obstante, la adopción de estas tecnologías presenta desafíos, entre ellos la falta de infraestructura digital, la resistencia al cambio organizacional y la escasez de talento especializado. Superar estas limitaciones permitirá avanzar hacia una construcción inteligente, basada en la innovación, la conectividad y la gestión automatizada de la información, consolidando un modelo de desarrollo más eficiente y sostenible en el ámbito constructivo (Jaimes-Quintanilla & Zabala-Vargas, 2025)

2.3 Marco legal

El marco normativo que regula la gestión de proyectos de construcción en Colombia integra un conjunto de leyes, decretos y reglamentos diseñados para asegurar la calidad,

seguridad, sostenibilidad y eficiencia en el desarrollo de las obras. Este marco busca que los procesos constructivos se realicen bajo criterios técnicos, ambientales y administrativos coherentes con las políticas públicas del país.

En la actualidad, el sector enfrenta un proceso de transformación impulsado por las tecnologías emergentes, entre ellas la inteligencia artificial (IA) y el Big Data, herramientas que están redefiniendo la planificación, ejecución y control de los proyectos. Su incorporación exige que las empresas constructoras no solo optimicen sus métodos de gestión, sino que también cumplan con las normativas vigentes en materia de seguridad, transparencia, protección de datos y sostenibilidad tecnológica.

A nivel nacional, se destacan diversas regulaciones que establecen los lineamientos para el desarrollo responsable e innovador de los proyectos de infraestructura, promoviendo la modernización del sector y la adaptación a los retos de la transformación digital.

Ley 143 de 1994- ley eléctrica; define las bases del sistema de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica en Colombia. Su propósito principal es asegurar un servicio continuo, eficiente y de alta calidad, fomentando la competencia y la intervención del sector privado. Asimismo, establece las responsabilidades de las entidades reguladoras y de control, orientadas a garantizar la modernización, cobertura y sostenibilidad del sistema eléctrico nacional (Congreso de la República de Colombia, 2007).

Ley 697 de 2001 – Uso racional de la energía; tiene como finalidad incentivar el aprovechamiento eficiente y responsable de la energía en Colombia, promoviendo el desarrollo e implementación de tecnologías que disminuyan el consumo y los efectos ambientales negativos. Esta disposición impulsa la diversificación de las fuentes energéticas mediante el uso de energías renovables no convencionales. Asimismo, busca fortalecer la conciencia nacional sobre la eficiencia energética en los sectores industriales y en la sociedad, apoyando la sostenibilidad y el progreso del país (Congreso de la República de Colombia, 2001).

Ley 1715 de 2014- Energías renovables; crea el marco normativo para incorporar las fuentes no convencionales de energía renovable al sistema energético nacional. Su objetivo es impulsar un

modelo de desarrollo sostenible basado en el aprovechamiento de recursos como la energía solar, eólica y de biomasa. Asimismo, promueve la participación del sector privado y la adopción de tecnologías limpias. Con ello, busca disminuir la dependencia de los combustibles fósiles y apoyar las acciones frente al cambio climático (Congreso de Colombia, 2014).

Resolución CREG 030 de 2018; define las normas para la integración de tecnologías emergentes en el sistema eléctrico colombiano, incluyendo la generación distribuida y el almacenamiento de energía. Esta disposición fija los criterios técnicos y comerciales necesarios para su conexión y funcionamiento en la red nacional. Su es fomentar la eficiencia, sostenibilidad y modernización del sector eléctrico, impulsando la adopción de innovaciones que faciliten la transición hacia un modelo energético más limpio y adaptable (Comision de Regulacion de Energia y Gas CREG, 2018).

LEY 400 DE 1997; La ley establece los principios y parámetros básicos que deben cumplirse en el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como en aquellas necesarias para la reconstrucción tras un sismo. Su objetivo es garantizar que las estructuras sean capaces de resistir fuerzas sísmicas u otras cargas naturales o de uso, reduciendo al máximo el riesgo para la vida humana y protegiendo, en la medida de lo posible, el patrimonio público y privado (Congreso de la República de Colombia, 1997).

Ley 091 de 202; establece el deber de informar y promover el uso responsable de la inteligencia artificial en Colombia. Su objetivo es definir principios éticos que garantizan la transparencia, seguridad y equidad en el desarrollo y aplicación de sistemas de IA. Además, busca fomentar la investigación, educación y cooperación internacional en torno a esta tecnología. De esta manera, contribuye a construir un marco normativo que asegure un uso ético e inclusivo de la inteligencia artificial en el país (Congreso de la República de Colombia, 2023a).

Ley 200 de 2023; establece el marco jurídico para definir y regular la inteligencia artificial en Colombia, garantizando que su desarrollo y aplicación respeten los derechos humanos. La norma fija límites y responsabilidades para su uso, promoviendo la transparencia, la ética y la supervisión humana sobre los sistemas automatizados. Además, busca prevenir riesgos asociados a la IA mediante mecanismos de control y rendición de cuentas. Su finalidad es asegurar un uso

responsable, equitativo y alineado con los valores sociales y democráticos del país (Congreso de la República de Colombia, 2023b).

Ley 043 DE 2025; establece el marco regulatorio para el desarrollo, uso y supervisión de la inteligencia artificial en Colombia. Su propósito es asegurar que los sistemas de IA se diseñen e implementen bajo principios éticos, responsables e inclusivos, respetando los derechos humanos y la protección de los datos personales. Además, regula aspectos como la transparencia algorítmica, la rendición de cuentas y el control de tecnologías de alto riesgo. Esta norma busca promover la innovación y la competitividad tecnológica sin afectar la equidad social ni el bienestar colectivo (Congreso de la República de Colombia, 2025)

3 METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

La investigación se utiliza un enfoque mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión completa del fenómeno estudiado. Desde la perspectiva cuantitativa, se recolectaron datos mediante encuestas estructuradas aplicadas a profesionales, técnicos y operarios del sector eléctrico de Villanueva, Casanare, con el objetivo de medir el nivel de conocimiento, percepción y aceptación del uso de tecnologías emergentes como Big Data, Inteligencia Artificial (IA) e Internet de las Cosas (IoT) dentro de los procesos de construcción, ejecución y mantenimiento eléctrico.

El componente cualitativo permitió analizar las experiencias, actitudes y resistencias frente a la transformación digital del sector. Para ello, se emplearon entrevistas semiestructuradas y una revisión documental de informes técnicos, normativos y académicos, lo que enriqueció la interpretación de los resultados.

El diseño metodológico adoptado fue no experimental y de tipo transversal, ya que los fenómenos se estudiaron en su entorno natural sin manipulación de variables, recopilando los datos en un único momento. Este enfoque es apropiado para describir y analizar la situación actual del sector eléctrico en su proceso de adopción tecnológica, siguiendo los planteamientos de (Sampieri et al., 2014).

La población de estudio estuvo compuesta por ingenieros, supervisores, técnicos y operarios pertenecientes a empresas con presencia en el municipio de Villanueva, Casanare , tales como COELCO SAS, ELECON SAS, M&M SAS, MONTESEL SAS, CIE SAS, MASSY SAS y TWM SAS . Estas organizaciones son actores clave en el desarrollo de proyectos eléctricos e industriales, tanto a nivel regional como nacional. La elección de esta población permitió representar la realidad técnica y organizacional del sector, además de identificar los principales desafíos y oportunidades asociados con la digitalización de sus procesos.

El presente estudio adopta un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una visión integral del fenómeno de estudio.

El enfoque cuantitativo se fundamenta en la aplicación de una encuesta estructurada a una muestra de 60 participantes pertenecientes al sector eléctrico de Villanueva-Casanare, con el propósito de medir las percepciones, barreras y nivel de conocimiento en torno a la implementación de herramientas basadas en Big Data. Los datos recolectados se analizaron mediante estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes y tendencias), permitiendo identificar patrones y niveles de aceptación tecnológica.

En cuanto a los límites de la investigación, se establecieron los siguientes alcances:

- Límite temporal: el estudio abarca el período comprendido entre marzo de 2025 y noviembre de 2025, tiempo en el cual se recolectaron y analizaron los datos, y se revisaron las políticas, normativas y estudios más recientes relacionados con la transformación digital del sector eléctrico colombiano.
- Límite espacial: la investigación se circunscribe al municipio de Villanueva, departamento de Casanare (Colombia), una región con alta participación en proyectos de infraestructura eléctrica y energética, donde la adopción de tecnologías emergentes es aún incipiente, pero con amplio potencial de crecimiento.
- Límite temático: el trabajo se centra en la implementación de tecnologías emergentes, específicamente Big Data, IA e IoT, y su influencia en la eficiencia operativa, la planificación, el mantenimiento predictivo y la sostenibilidad de los proyectos eléctricos.

Por su parte, el enfoque cualitativo se desarrolló mediante el análisis de observaciones consignadas en un diario de campo, con el fin de comprender las actitudes, resistencias y oportunidades de mejora dentro de las organizaciones locales. Este componente permitió complementar e interpretar los resultados numéricos desde una perspectiva contextual y humana.

El alcance de la investigación es descriptivo con elementos explicativos, ya que se busca caracterizar el estado actual de adopción tecnológica en el sector eléctrico y explicar cómo el uso

de herramientas basadas en Big Data puede optimizar los procesos de planificación, ejecución y mantenimiento de proyectos. Asimismo, el estudio se enmarca dentro de un nivel aplicado, pues sus resultados se orientan a la formulación de estrategias prácticas que puedan ser implementadas por las empresas del municipio de Villanueva-Casanare, contribuyendo al fortalecimiento de la gestión de proyectos, la eficiencia operativa y la innovación tecnológica.

3.1.1 Definición de la población

La población objeto de estudio está conformada por los profesionales, técnicos y operarios vinculados a las actividades de construcción, mantenimiento e intervención de sistemas eléctricos e instrumentales en el municipio de Villanueva, Casanare, tanto en el ámbito público como privado. Este grupo incluye ingenieros electricistas, supervisores de obra, técnicos de campo, operadores de equipos, personal administrativo y contratistas que participan en diferentes fases del ciclo de vida de los proyectos eléctricos.

En la región, se destacan empresas con amplia trayectoria en el desarrollo de proyectos eléctricos e industriales, tales como COELCO SAS (Construcciones Eléctricas de Colombia), especializada en el montaje de tableros, sistemas de media tensión, instrumentación y automatización industrial; ACI Proyectos SAS, dedicada a obras civiles y eléctricas para el sector petrolero y de infraestructura; y firmas como Gente Oportuna SA y Montajes JM, enfocadas en mantenimiento de redes eléctricas y montajes electromecánicos.

Asimismo, operan en la región empresas del sector de hidrocarburos como Geopark Colombia Limited, Parex Resources Inc. y Ecopetrol SA, las cuales demandan servicios eléctricos e instrumentales para sus plantas y campos de producción, entre ellos Jacana, Tigana, Tua y Tilo, impulsando el desarrollo energético y la generación de empleo técnico y especializado.

De igual forma, destacan Surtienergía SASESP y Electro Villanueva , con presencia en la prestación de servicios de distribución y mantenimiento de redes locales, fortaleciendo la infraestructura eléctrica del municipio.

Finalmente, la empresa Enerca SAESP (Empresa de Energía de Casanare) se constituye como operadora de red (OR) responsable de la operación, mantenimiento y expansión del sistema de distribución eléctrica en el departamento. Enerca desempeña un papel estratégico como entidad técnica y reguladora que garantiza la continuidad y calidad del servicio, además de supervisar las intervenciones realizadas por contratistas y firmas aliadas (Enerca, 2024).

La participación de estos actores permite obtener una visión integral de las condiciones, retos y oportunidades para la adopción de herramientas basadas en Big Data y otras tecnologías emergentes dentro del contexto energético de Villanueva, Casanare, impulsando la innovación y la eficiencia en los procesos constructivos y operativos del sector eléctrico.

3.1.2 Cálculo y selección de muestra

Para la actual investigación se estableció una muestra representativa de 60 participantes, elegidos de forma intencionada no probabilística, ya que el estudio se enfocó en actores directamente relacionados con la implementación, supervisión y mantenimiento de proyectos eléctricos en el municipio de Villanueva, Casanare. Esta modalidad de muestreo resultó ser la más idónea, ya que el objetivo central del estudio es recopilar información particular de expertos con conocimientos técnicos sobre la adopción de tecnologías innovadoras en el ámbito energético.

La cifra total estimada de población se refiere al grupo de empleados de las empresas COELCO S.A.S., ELECON S.A.S., M&M S.A.S., MONTESEL S.A.S., CIE S.A.S., MASSY S.A.S. y TWM S.A.S., destacadas por su implicación activa en proyectos industriales y eléctricos en la región. La elección de los participantes se llevó a cabo de manera específica, teniendo en cuenta factores como el grado de educación, la experiencia en proyectos eléctricos y la implicación en procesos de innovación o digitalización.

El tamaño de la muestra se definió utilizando la fórmula para poblaciones finitas, que permite calcular la cantidad mínima de personas requeridas para obtener resultados confiables y representativos del fenómeno analizado.

$$n = (N * Z^2 * p * q) / ((N - 1) * e^2 + Z^2 * p * q)$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- N = tamaño de la población total (aproximadamente 100 trabajadores del sector eléctrico local)
- Z = nivel de confianza (1.96 para un 95%)
- p = probabilidad de éxito (0.5)
- q = probabilidad de fracaso (0.5)
- e = margen de error (0.07 o 7%)

❖ Reemplazando los valores:

$$n = [100(1.96)^2(0.5)(0.5)] / [(100 - 1)(0.07)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)] \approx 60$$

El análisis demuestra que 60 participantes en la encuesta forman un tamaño de muestra estadísticamente apropiado para este estudio. Esta cifra posibilita obtener resultados fiables, representativos y válidos para el análisis del grado de conocimiento, percepción y aceptación de las tecnologías emergentes en el sector eléctrico de Villanueva-Casanare.

Por lo tanto, la muestra establecida representa de manera proporcional los varios perfiles profesionales (ingenieros, técnicos, supervisores y operarios), asegurando la diversidad y relevancia de las respuestas para alcanzar los objetivos de la investigación.

3.2 Instrumento(s)

Para el desarrollo de esta se implementó como herramienta principal un cuestionario estructurado diseñado en la plataforma Google Forms , orientado a recopilar información sobre el nivel de investigación de conocimiento, uso, percepción y grado de adopción de Big Data y nuevas herramientas tecnológicas en los procesos eléctricos del municipio de Villanueva–Casanare.

El instrumento se elaboró conforme a los objetivos generales y específicos del estudio, buscando identificar las barreras, oportunidades y efectos del uso de tecnologías emergentes en la gestión y mantenimiento de proyectos eléctricos. La encuesta fue aplicada a 60 participantes, entre ingenieros, supervisores, técnicos y operarios, pertenecientes a empresas del sector eléctrico como COELCO SAS, ELECON SAS, M&M SAS, MONTESEL SAS, CIE SAS, MASSY SAS y TWM SAS, actores clave del desarrollo industrial de la región.

3.2.1 Estructura y características del instrumento.

La encuesta se compone de 27 preguntas cerradas y semiabiertas, organizadas en cinco secciones temáticas que responden a los propósitos analíticos del estudio. Cada artículo se formuló bajo un lenguaje claro, técnico y contextualizado al entorno eléctrico. Se empleó una escala tipo Likert de cinco niveles (1 = Totalmente en desacuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo), lo que permitió cuantificar la percepción, actitud y disposición tecnológica de los participantes.

3.2.1.1 Ejes temáticos de la encuesta

1. **Información general del participante:** recoge datos demográficos y laborales (empresa, sexo, edad, perfil profesional y experiencia), permitiendo caracterizar la población objeto de estudio.

2. **Conocimiento y uso de herramientas tecnológicas:** mide el nivel de familiaridad con Big Data, IoT e IA, la formación técnica recibida y las herramientas digitales empleadas en el trabajo.
3. **Aplicación del Big Data y nuevas tecnologías:** identifica el grado de adopción de tecnologías en las empresas, su relación con la toma de decisiones y la reducción de errores o retrabajos.
4. **Impacto y percepción:** analiza cómo los encuestados valoran la influencia del Big Data y la automatización en la eficiencia, seguridad y productividad de los proyectos eléctricos.
5. **Perspectiva futura:** explora la proyección del uso de tecnologías emergentes en el futuro del sector eléctrico regional, la necesidad de capacitación y las posibles alianzas institucionales para fomentar la digitalización

3.2.2 Aplicación y validación

El instrumento fue validado mediante la opinión de expertos, compuesta por tres ingenieros de proyectos con experiencia en gestión eléctrica, quienes evaluaron la relevancia, redacción y coherencia de cada pregunta respecto a los objetivos de la investigación. Luego, se realizó una prueba preliminar con cinco personas para evaluar la comprensión del cuestionario y la eficacia del formato digital.

La aplicación final se llevó a cabo entre mayo y agosto de 2025, tanto de forma presencial como virtual, asegurando la confidencialidad y el consentimiento informado de los encuestados, de acuerdo con la pregunta inicial de autorización que se encontraba en el formulario.

El análisis de los datos recopilados se llevó a cabo utilizando herramientas estadísticas descriptivas (frecuencias, porcentajes y gráficos comparativos), con el objetivo de interpretar las tendencias generales y compararlas con las variables propuestas en la hipótesis.

3.2.3 Diario de campo

- **Objetivo:** Registrar observaciones durante la aplicación de encuestas y retroalimentación de los participantes.
- **Estructura:** Notas de fecha, contexto y comentarios relevantes.
- **Variables:** Actitudes, resistencias y nivel de comprensión.
- **Formato:** Digital (Word).

3.2.4 Validación

- **Evaluación por expertos:** Análisis realizado por 2 especialistas (incluyendo al asesor disciplinario) para determinar la claridad y relevancia de las preguntas.
- **Prueba piloto:** Realización de la encuesta en un pequeño grupo para validar la fiabilidad y modificar aspectos.

3.3 Descripción de procedimientos

El proceso de recolección de información se desarrolló en varias etapas organizadas de la siguiente manera:

- **Creación de los instrumentos:** Se desarrolló una encuesta cerrada en formato digital (Google Forms) y un cuaderno de campo en formato Word. La encuesta se diseñó con preguntas de tipo Likert y de selección múltiple, enfocadas en identificar conocimientos, ventajas y obstáculos vinculados a Big Data y nuevas tecnologías en el sector eléctrico.
- **Validación de herramientas:** Se realizó un juicio de especialistas (asesor académico y experto externo) para analizar la claridad, coherencia y relevancia de los elementos de la encuesta. Luego, se llevó a cabo una prueba preliminar con un grupo pequeño de participantes, lo que facilitó la modificación y confirmación de la fiabilidad del cuestionario.

- Implementación de la encuesta: La encuesta se envió a 60 personas relacionadas con el sector eléctrico del municipio de Villanueva-Casanare, quienes respondieron de manera digital.
- Registro en diario de campo: A lo largo de la aplicación de la encuesta y la interacción con los participantes, se registraron observaciones en un diario de campo, anotando actitudes, resistencias y comentarios espontáneos de los encuestados.
- Estructuración y evaluación de la información: Los datos de la encuesta se reunieron en Excel para determinar frecuencias y porcentajes, mientras que la información del diario de campo se analiza de forma descriptiva para enriquecer el análisis.

3.4 Análisis de información

La información recolectada será organizada y analizada en dos niveles: cuantitativo y cualitativo, de acuerdo con el tipo de instrumento utilizado.

3.4.1 Descripción de procedimientos

El enfoque metodológico de esta investigación fue diseñado para recopilar información exacta, válida y contextualizada sobre la aplicación y ventajas de las tecnologías emergentes, especialmente Big Data, Inteligencia Artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT), en la administración y realización de proyectos eléctricos en el municipio de Villanueva, Casanare (Colombia).

La recolección de datos se llevó a cabo en tres fases sucesivas: planificación, ejecución y organización, alineándose con el enfoque mixto (cuantitativo–cualitativo) y el diseño no experimental–transversal seleccionado en el estudio.

3.4.1.1 Fase 1: Planeación y contacto con los participantes

En esta etapa inicial, se estableció comunicación con las empresas involucradas a través de oficios oficiales, correos electrónicos y llamadas telefónicas, orientadas a los encargados de los departamentos técnico y administrativo. Se comunica el objetivo académico del análisis, la privacidad de la información y la importancia de la colaboración para potenciar los procesos de innovación tecnológica en la región.

Tras la obtención de la autorización institucional, se creó un cronograma de aplicación y se eligió una muestra compuesta por 60 participantes que incluían ingenieros, supervisores, técnicos y operarios de las empresas COELCO SAS, ELECON SAS, M&M SAS, MONTESEL SAS, CIE SAS, MASSY SAS y TWM SAS.

3.4.1.2 Fase 2: Aplicación de instrumentos

a) Distribución de la encuesta

El cuestionario fue aplicado mediante la plataforma Google Forms, lo que permitió una recolección digital, rápida y segura. En los casos donde la conectividad era limitada, se emplearon formatos impresos, posteriormente transcritos al sistema.

Cada participante recibió un correo electrónico personalizado que contenía:

- ❖ Una carta de presentación del proyecto.
- ❖ Las instrucciones detalladas para diligenciar el formulario.
- ❖ La garantía de participación voluntaria y confidencialidad de la información.

La encuesta se mantuvo abierta durante un periodo de dos semanas, con recordatorios periódicos enviados por correo electrónico y WhatsApp.

b) Recolección y resguardo de respuestas

Las respuestas se almacenaron automáticamente en la base de datos digitales de Google Forms y fueron exportadas a una hoja de cálculo Excel (.xlsx) para su organización y análisis. En los casos de encuestas físicas, la información fue verificada y digitalizada manualmente en el mismo archivo, asegurando la coherencia de los datos.

Cada registro fue identificado con un código anónimo, garantizando la trazabilidad y protección de la información personal de los participantes.

3.4.1.3 Fase 3: Procedimiento del diario de campo

El proceso se llevó a cabo con un enfoque no intrusivo, priorizando la observación natural de los procedimientos operativos, el uso de dispositivos digitales y las interacciones del personal con nuevas tecnologías.

El procedimiento logístico abarca:

- ❖ Coordinación anticipada con los encargados de la obra y la seguridad industrial.
- ❖ Supervisión de actividades relacionadas con la instalación, mantenimiento y medición eléctrica.
- ❖ Registro en formato organizado con secciones para fecha, ubicación, actividad observada, personal participante, tecnologías empleadas y análisis interpretativo.

Estas observaciones posibilitaron comparar la información cuantitativa de la encuesta con evidencias cualitativas del ámbito laboral, reforzando la validez del estudio a través de la triangulación de datos.

3.4.1.4 Fase 4: Organización y limpieza de los datos

Al finalizar la recolección, se llevó a cabo la limpieza y verificación de la base de datos, siguiendo estos procedimientos:

- ❖ Suprimir registros incompletos o redundantes.

- ❖ Identificación de respuestas contradictorias (por ejemplo, seleccionar “nunca ha utilizado tecnología” y luego “usa Big Data a menudo”).
- ❖ Comprobación de consistencia entre variables.
- ❖ Consolidación definitiva de los datos válidos en una matriz general de análisis.

Los datos cualitativos del diario de campo fueron transcritos de manera literal, clasificados por tema y estructurados en categorías analíticas (infraestructura, prácticas, actitudes).

3.4.1.5 Fase 5: Codificación y preparación para el análisis

Se codificaron los datos distinguiendo entre las variables cuantitativas y cualitativas:

- ❖ En la encuesta, las respuestas en la escala de Likert se convirtieron en valores numéricos (1-5) y clasificados por dimensión: conocimiento tecnológico, percepción, aplicación y predisposición.
- ❖ Para los datos cualitativos, se asignan códigos temáticos (por ejemplo: utilización de software, resistencia al cambio, formación digital), lo que facilitó su análisis en el software.

3.4.1.6 Fase 6: Análisis de la información

Asimismo, se diseñó y validó el instrumento principal —una encuesta estructurada— y un diario de campo complementario, ambos alineados con los objetivos del estudio.

a) Evaluación cuantitativa

Los datos numéricos se procesaron utilizando Microsoft Excel y SPSS v.25, aplicando métodos de estadística descriptiva.

- ❖ Cálculo de porcentajes, frecuencias y medidas de tendencia central.
- ❖ Comparaciones según el puesto de trabajo y grado de conocimiento.

- ❖ Visualización mediante gráficos de barras, histogramas y gráficos circulares.

Estos estudios facilitaron la identificación de patrones de aceptación tecnológica, el grado de capacitación y las principales limitaciones en la adopción de herramientas digitales.

b) Evaluación cualitativa

El contenido del diario de campo fue examinado a través de un análisis de contenido temático, organizando las observaciones en tres dimensiones:

- ❖ tecnología de infraestructura
- ❖ Ejercicios prácticos
- ❖ Posturas hacia la innovación

Se utilizaron matrices narrativas y diagramas categóricos para exhibir los hallazgos, fortaleciendo la interpretación de los resultados estadísticos con relatos y descripciones de campo.

3.4.1.7 Fase 7: Presentación de resultados

Los resultados del análisis se mostrarán de forma diversa:

- ❖ Para los datos numéricos, a través de tablas, gráficos comparativos y diagramas de tendencias elaborados en Excel y SPSS.
- ❖ Para los datos cualitativos, empleando matrices descriptivas, narrativas explicativas y secciones codificadas del diario de campo, que se añadirán en los anexos.

Este formato de presentación facilita una integración eficiente de los dos enfoques metodológicos, asegurando una perspectiva integral del fenómeno analizado y reforzando la validez interna del estudio.

3.4.2 Procesamiento de la información cuantitativa (Encuestas)

Programas informáticos: Microsoft Excel y SPSS (o JASP de acceso libre).

Método:

- Transferencia de la información de Google Forms a una tabla en Excel.
- Depuración de la base de datos, retirando entradas incompletas o contradictorias.
- Asignación de códigos a las variables (por ejemplo: 1 = Ingeniero/a, 2 = Técnico/a; 1 a 5 en escala de Likert).

1. Análisis descriptivo mediante:

- Frecuencias absolutas y relativas (%).
- Medidas de tendencia central (media, moda, mediana).
- Medidas de dispersión (desviación estándar).

2. Representación gráfica de los resultados mediante tablas, gráficos de barras y gráficos circulares.

3. Para validar la confiabilidad de los elementos tipo Likert se aplica el Alfa de Cronbach, a través de SPSS o JASP.

3.4.3 Procesamiento de la información cualitativa (Diario de campo)

Herramientas informáticas: Microsoft Word y Excel para clasificación de observaciones.

Procedimiento:

- ❖ Estructuración de las anotaciones registradas en el diario de campo en una matriz.
- ❖ Clasificación de la información en dimensiones que ya han sido establecidas (actitudes, resistencias, grado de comprensión).
- ❖ Análisis temático para detectar patrones, similitudes y observaciones significativas.
- ❖ Comparación de la información cualitativa con los resultados de las encuestas, para enriquecer el análisis.

3.4.4 Integración y presentación de resultados

Los resultados cuantitativos se mostrarán en gráficos y tablas, en tanto que los cualitativos se expondrán en descripciones narrativas con ejemplos representativos.

En conclusión, se fusionarán los dos enfoques en la discusión de resultados, evidenciando similitudes, diferencias y conclusiones respecto a la implementación de Big Data y nuevas herramientas tecnológicas en el sector eléctrico de Villanueva-Casanare.

3.5 Consideraciones éticas

El desarrollo de esta investigación sobre la implementación de nuevas herramientas tecnológicas, Inteligencia Artificial (IA) y Big Data en la gestión de proyectos eléctricos en Villanueva–Casanare se llevó a cabo bajo un enfoque ético, transparente y responsable, cumpliendo con los principios fundamentales que rigen la investigación científica.

Desde el inicio del estudio se garantizó el respeto por los derechos, privacidad y dignidad de los participantes, asegurando que toda la información recolectada mediante encuestas fuese tratada con estricta confidencialidad y uso exclusivo para fines académicos. Ningún dato personal fue divulgado ni compartido con terceros, preservando en todo momento el anonimato de los encuestados.

Asimismo, todos los participantes fueron informados previamente sobre los objetivos, alcances y propósitos de la investigación, así como sobre la forma en que sus datos serán analizados y resguardados. La participación fue totalmente voluntaria, previa aceptación del consentimiento informado incluido en el instrumento de recolección de datos. Dicho consentimiento garantizó el conocimiento y la conformidad de los participantes respecto al uso ético de la información suministrada.

El instrumento de recolección de información, titulado como se muestra en el **Anexo 2** “Encuesta de proyectos implementación de nuevas herramientas tecnológicas en eléctricos – Villanueva, Casanare”, tuvo como propósito analizar el grado de adopción tecnológica en los

procesos eléctricos y de mantenimiento. En este documento se especifica que las respuestas serán de uso estrictamente académico y profesional, y que los datos serán procesados de forma confidencial. Además, el formulario incluía una sección de autorización expresa donde los participantes podían decidir si permitían el uso de sus datos con fines de investigación.

Durante todo el proceso se mantuvo un compromiso con la honestidad, la objetividad y la veracidad de la información, evitando cualquier sesgo o manipulación de resultados. La interpretación de los datos se realizó con total transparencia, procurando que los resultados contribuyan al avance del conocimiento técnico y a la mejora de los procesos de gestión en el sector eléctrico.

En síntesis, la investigación cumplió con los principios de ética, confidencialidad, consentimiento informado, transparencia y responsabilidad, garantizando un manejo íntegro de los datos obtenidos. De esta manera, se asegura que los resultados presentados reflejan una práctica investigativa respetuosa, confiable y alineada con los valores de la investigación científica y el desarrollo sostenible del sector.

4 HIPÓTESIS

En la actualidad, el sector eléctrico enfrenta el desafío de adaptarse a los procesos de transformación digital que exigen mayor eficiencia, precisión y control en la ejecución de los proyectos. La incorporación de nuevas herramientas tecnológicas y el uso del Big Data se presentan como estrategias clave para optimizar la gestión, reducir errores y fortalecer la toma de decisiones en todas las etapas del ciclo de vida de los proyectos eléctricos.

La presente investigación parte de la necesidad de analizar cómo la adopción de estas tecnologías puede influir en la eficiencia operativa y el rendimiento del personal técnico y profesional del municipio de Villanueva-Casanare. Con ello se busca determinar si la aplicación de herramientas digitales y el análisis de datos generan un impacto positivo en la planificación, ejecución, control y mantenimiento de las obras eléctricas.

En este contexto, la hipótesis planteada pretende establecer una relación entre el nivel de uso de las tecnologías emergentes y la mejora de los resultados operativos y estratégicos dentro del sector eléctrico regional, promoviendo una cultura de innovación y desarrollo sostenible.

4.1 Variables

4.1.1 Variable(s) independiente(s)

Implementación de nuevas herramientas tecnológicas y Big Data

La variable independiente se centra en la incorporación de tecnologías digitales orientadas al análisis de datos y la gestión inteligente de los proyectos eléctricos. Esta implementación se desarrolla en tres componentes principales:

- **Integración de sistemas digitales de gestión de información:**
Uso de plataformas tecnológicas para el control de cronogramas, costos, mantenimiento y supervisión en tiempo real.

- **Análisis de datos (Big Data):**

Aplicación de técnicas de recopilación y análisis masivo de información proveniente de la operación, mantenimiento y rendimiento de equipos eléctricos, con el fin de optimizar decisiones técnicas y estratégicas.

- **Automatización de procesos y monitoreo inteligente:**

Uso de sensores, IoT y herramientas digitales que permiten la recolección automática de datos sobre fallas, tiempos de operación y consumo energético, facilitando la gestión predictiva y correctiva de los sistemas eléctricos.

4.1.2 Variable(s) dependiente(s)

Las siguientes variables dependientes se verán directamente influenciadas por la implementación del Big Data y las nuevas herramientas tecnológicas en los proyectos eléctricos:

- **Gestión de riesgos:**

Incremento en la capacidad de detección temprana de fallas y en la precisión de los análisis preventivos mediante el uso de datos históricos y monitoreo continuo.

- **Control de calidad:**

Mejora en los estándares de supervisión de los procesos constructivos y de mantenimiento, reducción de errores humanos y fortalecimiento del seguimiento técnico mediante informes automatizados digitales.

- **Optimización de costos:**

Aumento de la eficiencia en el uso de materiales, reducción de tiempos de inactividad y minimización de desperdicios, derivados del análisis predictivo de la información operativa y de la toma de decisiones basada en datos.

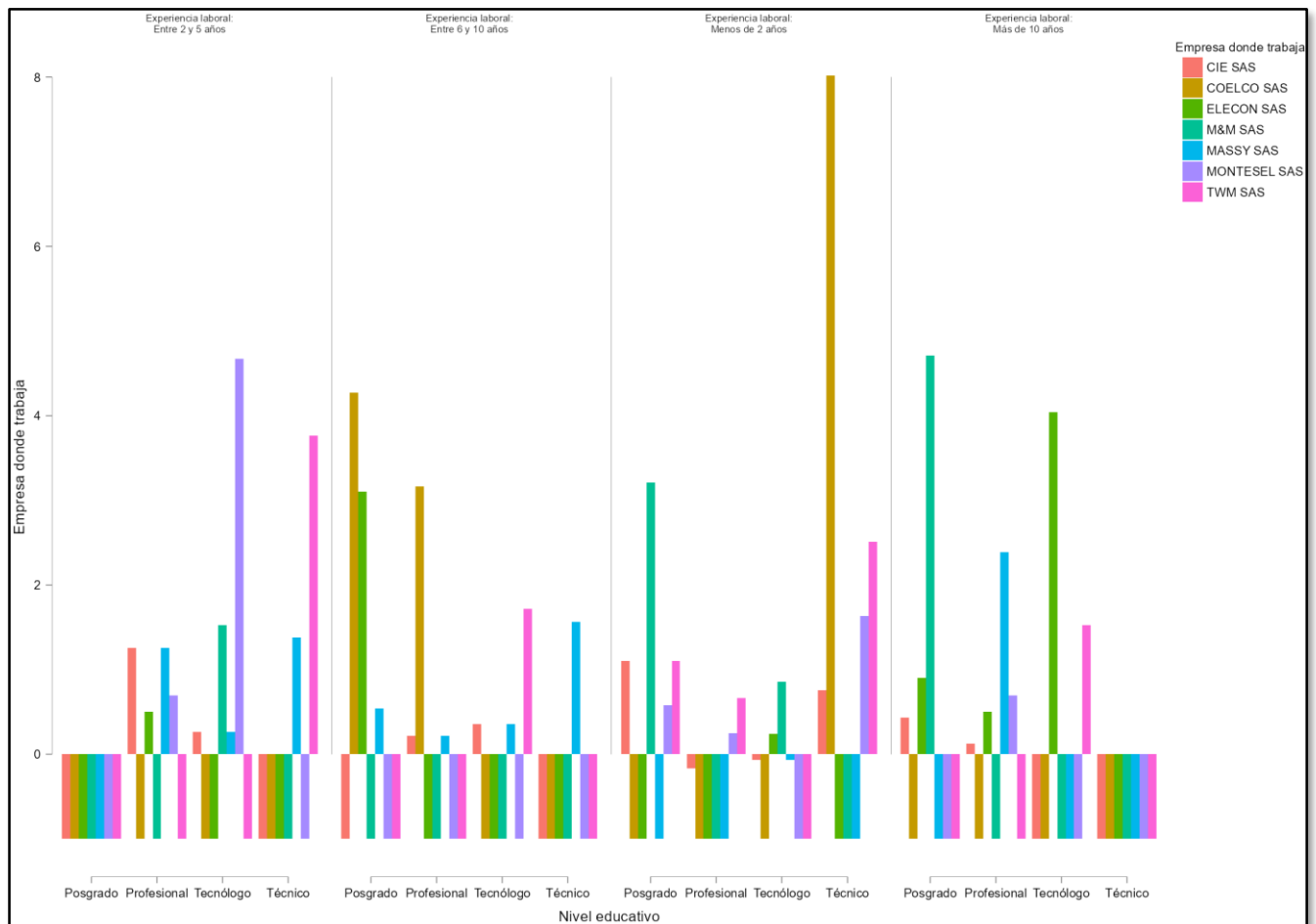
5 RESULTADOS

5.1 Presentación de resultados

Los resultados obtenidos en la encuesta reflejan el panorama actual del uso y conocimiento de herramientas tecnológicas y Big Data en la ejecución de proyectos eléctricos en el municipio de Villanueva-Casanare. La información recolectada de 60 participantes pertenecientes a diferentes empresas del sector permite identificar el nivel de adopción tecnológica, formación profesional y experiencia laboral del personal vinculado a las actividades de construcción y mantenimiento eléctrico.

En general, los datos evidencian una participación significativa de técnicos y tecnólogos con varios años de experiencia, así como una disposición positiva hacia la capacitación y el uso de nuevas tecnologías orientadas a mejorar la eficiencia y la calidad de los proyectos eléctricos.

Tabla 1 Participante de encuesta



La ilustración presenta la distribución de los participantes de la encuesta sobre la implementación de nuevas herramientas tecnológicas y Big Data en proyectos eléctricos en Villanueva-Casanare. Se observa la participación de personal de diferentes empresas del sector, como COELCO SAS, ELECON SAS, M&M SAS, MONTESEL SAS, CIE SAS, MASSY SAS y TWM SAS.

Predominan los técnicos y tecnólogos con experiencia laboral entre 2 y 10 años, reflejando una fuerza laboral con amplia práctica operativa. Asimismo, destaca la presencia de ingenieros y supervisores con formación profesional, lo que evidencia una diversidad de perfiles que contribuyen al avance tecnológico del sector eléctrico regional.

Tabla 2 Conocimiento de Big Data

<i>Conoce Big Data</i>				
<i>Empresa donde trabaja</i>	<i>Lo ha escuchado, pero no sabe cómo funciona</i>	<i>No</i>	<i>Sí</i>	<i>Total</i>
<i>CIE SAS</i>	5	3	4	12
<i>COELCO SAS</i>	3	2	2	7
<i>ELECON SAS</i>	3	4	2	9
<i>M&M SAS</i>	0	3	3	6
<i>MASSY SAS</i>	3	5	4	12
<i>MONTESEL SAS</i>	3	2	3	8
<i>TWM SAS</i>	4	0	2	6
<i>Total</i>	21	19	20	60

Los resultados reflejan que, aunque el concepto de Big Data empieza a ser reconocido entre los trabajadores del sector eléctrico en Villanueva-Casanare, su comprensión y aplicación práctica aún son limitadas. De los 60 participantes, solo una tercera parte afirma conocerlo, mientras que la mayoría lo ha escuchado sin entender su funcionamiento o no lo conoce en absoluto.

Esta situación evidencia una brecha en el nivel de alfabetización digital y tecnológica dentro del personal operativo y técnico. La falta de formación especializada y la escasa difusión de estos conceptos impiden aprovechar el potencial del Big Data en la planificación, control y optimización de proyectos eléctricos.

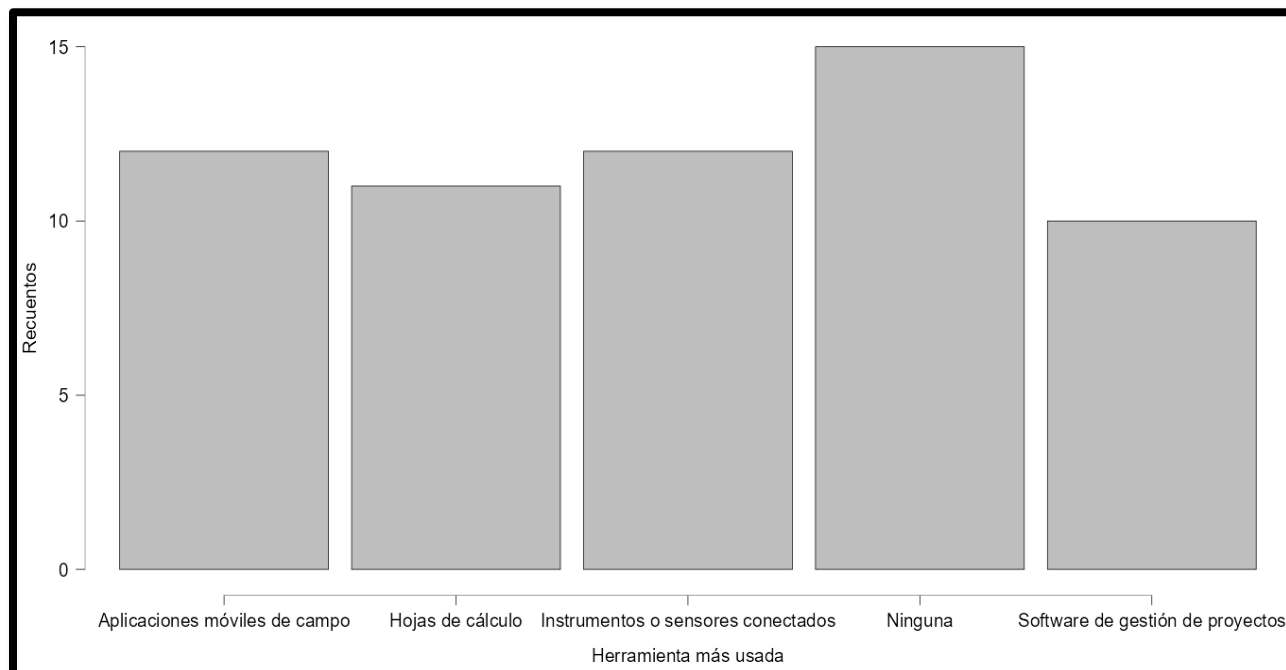
Desde una perspectiva crítica, se identifica la necesidad de fortalecer la capacitación y actualización tecnológica del talento humano, promoviendo espacios de aprendizaje continuo que faciliten la adopción de herramientas digitales y contribuyan a la transformación digital del sector.

Tabla 3 Frecuencia Capacitación VS Frecuencia de uso

Tablas de Frecuencias			
<i>Frecuencias para Capacitación tecnológica</i>			
Uso de herramientas digitales	Capacitación tecnológica	Frecuencia	Porcentaje
A veces	No	5	41.7%
	Sí	7	58.3%
	Total	12	100.0%
Frecuentemente	No	9	60.0%
	Sí	6	40.0%
	Total	15	100.0%
Nunca	No	10	50.0%
	Sí	10	50.0%
	Total	20	100.0%
Rara vez	No	6	46.2%
	Sí	7	53.8%
	Total	13	100.0%

Los resultados evidencian que el uso de herramientas digitales está directamente relacionado con la capacidad de formación tecnológica del personal. Quienes reciben capacitación tienden a emplearlas con mayor frecuencia, mientras que quienes no se capacitan presentan menor uso o desconocimiento. Esto refleja una brecha entre formación y aplicación práctica, lo que sugiere la necesidad de promover capacitaciones orientadas al uso real de la tecnología para fortalecer la eficiencia y productividad en los proyectos eléctricos.

Tabla 4 Herramientas tecnológicas más utilizadas



Los resultados evidencian una baja adopción tecnológica en el sector eléctrico de Villanueva-Casanare, donde gran parte del personal aún depende de métodos tradicionales y carece de formación en herramientas digitales y Big Data. Esta limitación impide aprovechar la información como recurso estratégico para mejorar la planificación y el control de los proyectos.

De forma crítica, se destaca la urgencia de fortalecer la capacitación tecnológica y la cultura digital, promoviendo la incorporación de herramientas inteligentes que impulsen la eficiencia, la innovación y la transición hacia la Industria 4.0.

Tabla 5 Promueve digitalización

<i>Frecuencias para Empresa promueve digitalización</i>				
Empresa promueve digitalización	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
En algunos casos	23	38.3	38.3%	38.3%
No	17	28.3	28.3%	66.7%
Sí	20	33.3	33.3%	100.0%
Total	60	100.0		

Los resultados reflejan una baja apropiación conceptual del Big Data entre los trabajadores del sector eléctrico, donde la mayoría ha escuchado el término, pero desconoce su aplicación práctica. Este escenario pone en evidencia una brecha entre la disponibilidad tecnológica y la capacidad del talento humano para aprovecharla. La falta de comprensión sobre el uso de datos en la gestión de proyectos limita la innovación, la eficiencia y la toma de decisiones basadas en información objetiva.

Esto demuestra que el avance hacia la transformación digital no depende únicamente de la infraestructura o del acceso a tecnologías, sino también del desarrollo de competencias digitales en los diferentes niveles operativos. La carencia de formación en análisis de datos y en herramientas tecnológicas impide que el personal técnico y profesional contribuya activamente a la modernización de los procesos constructivos y eléctricos.

Tabla 6 Conoce ampliación Big data y Uso de sistemas inteligentes

Frecuencias para Uso de sistemas inteligentes			
Conoce aplicación Big Data	Uso de sistemas inteligentes	Frecuencia	Porcentaje
No	No	13	48.1%
	Sí	14	51.9%
	Total	27	100.0%
Sí	No	17	51.5%
	Sí	16	48.5%
	Total	33	100.0%

Los resultados muestran una relación desigual entre la capacitación tecnológica y el uso de herramientas digitales, evidenciando que una parte del personal cuenta con formación, pero no aplica los conocimientos adquiridos de manera constante. Esto refleja una brecha entre la teoría y la práctica tecnológica, donde la capacitación no siempre se traduce en transformación operativa.

De forma otra forma se sugiere que la adopción de nuevas tecnologías en el sector eléctrico no depende únicamente del acceso a la formación, sino de estrategias institucionales que integran el aprendizaje con la ejecución real de los proyectos. La falta de seguimiento, motivación y recursos limita la consolidación de una cultura digital sólida, afectando la productividad y la eficiencia en las labores técnicas y de mantenimiento.

Tabla 7 Big Data mejora decisiones y Big Data reduce errores

<i>Frecuencias para Big Data reduce errores</i>				
Big Data mejora decisiones	Big Data reduce errores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
De acuerdo	No	6	40%	40%
	No está seguro	3	20%	60%
	Sí	6	40%	100%
	Total	15	100%	
En desacuerdo	No	5	45,5%	46%
	No está seguro	3	27%	73%
	Sí	3	27%	100%
	Total	11	100%	
Totalmente de acuerdo	No	1	7%	7%
	No está seguro	7	47%	53%
	Sí	7	47%	100%
	Total	15	100%	
Totalmente en desacuerdo	No	7	37%	37%
	No está seguro	4	21%	58%
	Sí	8	42%	100%
	Total	19	100%	

Al comparar los resultados, se evidencia que el 45% de los participantes considera que el Big Data mejora la toma de decisiones, mientras que solo el 35% percibe que reduce errores en la ejecución de los proyectos. El 20 % restante manifiesta incertidumbre o desconocimiento sobre sus beneficios prácticos.

Desde un punto de vista crítico, esta diferencia refleja que el personal reconoce el valor estratégico del Big Data como apoyo en la gestión y planificación, pero subestima su impacto técnico y operativo. Es decir, se asocia más con la toma de decisiones administrativas que con la prevención de fallas o la mejora de la calidad del trabajo en campo.

Esta percepción parcial demuestra una brecha entre la comprensión teórica y la aplicación práctica de la tecnología. Por ello, es necesario promover procesos de capacitación orientados al uso real del Big Data, de manera que los trabajadores comprendan su capacidad para optimizar decisiones, reducir errores y aumentar la eficiencia global en los proyectos eléctricos e industriales.

Tabla 8 Análisis de frecuencia analiza o recopila información.

<i>Frecuencia de lugar de trabajo recopila o analiza información digital (producción, mantenimiento, fallas, horas de operación)</i>				
Rol o cargo	Análisis de datos en proyectos	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Administrativo	No	5	31,2%	31,2%
	Parcialmente	6	37,5%	68,7%
	Sí	5	31,3%	100,0%
	Total	16	100,0%	
Ingeniero electricista o electrónico	No	4	36,4%	36,4%
	Parcialmente	4	36,4%	72,8%
	Sí	3	27,3%	100%
	Total	11	100%	
Operario o contratista	No	5	31,3%	31,3%
	Parcialmente	6	37,5%	68,8%
	Sí	5	31,3%	100%
	Total	16	100%	
Supervisor o residente de obra	No	0	0,0	0,0
	Parcialmente	6	66,7%	66,7%
	Sí	3	33,3%	100%
	Total	9	100,0%	
Técnico de campo	No	3	37,5%	37,5%
	Parcialmente	2	25,0%	62,5%
	Sí	3	37,5%	100%
	Total	8	100%	

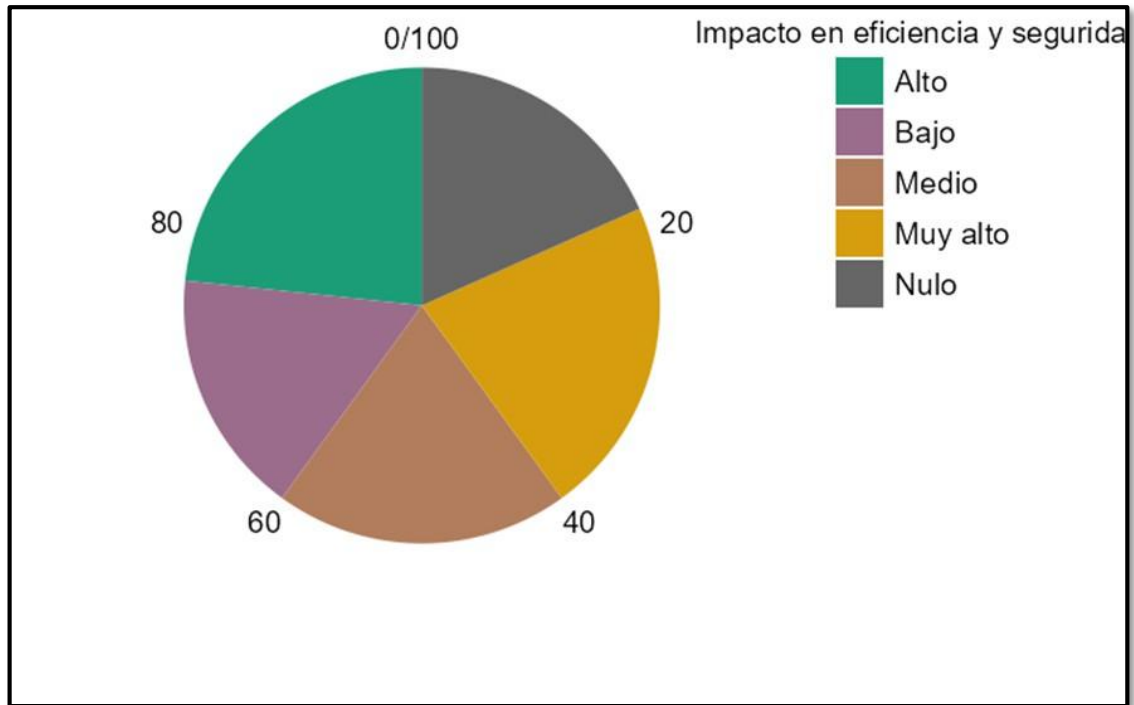
Los resultados reflejan que el análisis de datos en los proyectos eléctricos se desarrolla de manera desigual. Si bien algunos trabajadores reconocen su aplicación, la mayoría percibe que este proceso se lleva a cabo de forma parcial o no estructurada. Esto evidencia una falta de integración sistemática del análisis de datos dentro de la gestión de los proyectos, lo cual limita la posibilidad de tomar decisiones basadas en información precisa y en tiempo real.

Desde una perspectiva más amplia, esta situación muestra que el sector aún se encuentra en una fase temprana de transformación digital, donde el manejo de la información no se aprovecha como herramienta estratégica. El análisis de datos no solo permite mejorar la planificación y el control de las actividades, sino también anticipar fallas, optimizar recursos y fortalecer la eficiencia operativa.

Por tanto, resulta necesario implementar estrategias de capacitación práctica y sistemas de gestión digital integrados, que faciliten el uso de datos en todas las etapas del proyecto. De esta

manera, se fomentará una cultura organizacional basada en la toma de decisiones informada, orientada a la innovación y la mejora continua en el sector eléctrico.

Ilustración 1 Impacto en eficiencia y seguridad



La gráfica refleja que la mayoría de los encuestados percibe un impacto positivo y significativo de las tecnologías emergentes en la eficiencia y seguridad de los proyectos eléctricos. Esto demuestra que los profesionales del sector reconocen el valor que ofrecen herramientas como la Inteligencia Artificial, el Big Data y la automatización en la mejora de los procesos y en la optimización de resultados. En general, se evidencia una actitud favorable hacia la innovación tecnológica y una creciente apertura al cambio digital.

No obstante, la presencia de respuestas que califican el impacto como bajo o nulo sugiere que aún existen limitaciones en su implementación práctica, posiblemente derivadas de la falta de capacitación, recursos técnicos o apoyo institucional. Esto indica que, aunque el conocimiento sobre los beneficios de la tecnología está en aumento, su uso aún no se consolida plenamente en el ámbito operativo.

En conclusión, la gráfica permite afirmar que el sector eléctrico de Villanueva–Casanare avanza hacia una transformación tecnológica progresiva, pero requiere fortalecer la formación del personal, la inversión en infraestructura y la cultura de innovación para lograr una adopción más efectiva y sostenible en la eficiencia y seguridad de los proyectos.

Tabla 9 Tecnologías emergentes (IA, Big Data, IoT) aumenta la productividad

<i>Frecuencias para Aumenta productividad</i>			
Aumenta productividad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
No	20	33,3%	33%
Parcialmente	19	31,7%	65%
Sí	21	35%	100%
Total	60	100%	

Los resultados evidencian una valoración mayoritariamente favorable sobre el efecto de las tecnologías emergentes en la productividad del personal técnico. La mayoría de los encuestados considera que el uso de herramientas como la inteligencia artificial, el Big Data y el Internet de las cosas mejora la eficiencia en campo, optimiza los procesos operativos y reduce los errores en la ejecución de tareas. Esta percepción confirma que la digitalización comienza a consolidarse como un elemento esencial para la competitividad y la innovación en los sectores eléctrico y de la construcción.

No obstante, una pequeña proporción de participantes manifiesta dudas o desconocimiento sobre los beneficios reales, lo cual refleja la necesidad de fortalecer las estrategias de capacitación y sensibilización tecnológica. En conclusión, la mejora de la productividad no depende únicamente de la incorporación de nuevas tecnologías, sino también del nivel de formación, compromiso y adaptación digital que alcanzan las organizaciones y su talento humano.

Tabla 10 Dispuesto a capacitarse vs Costo o desconocimiento como barrera

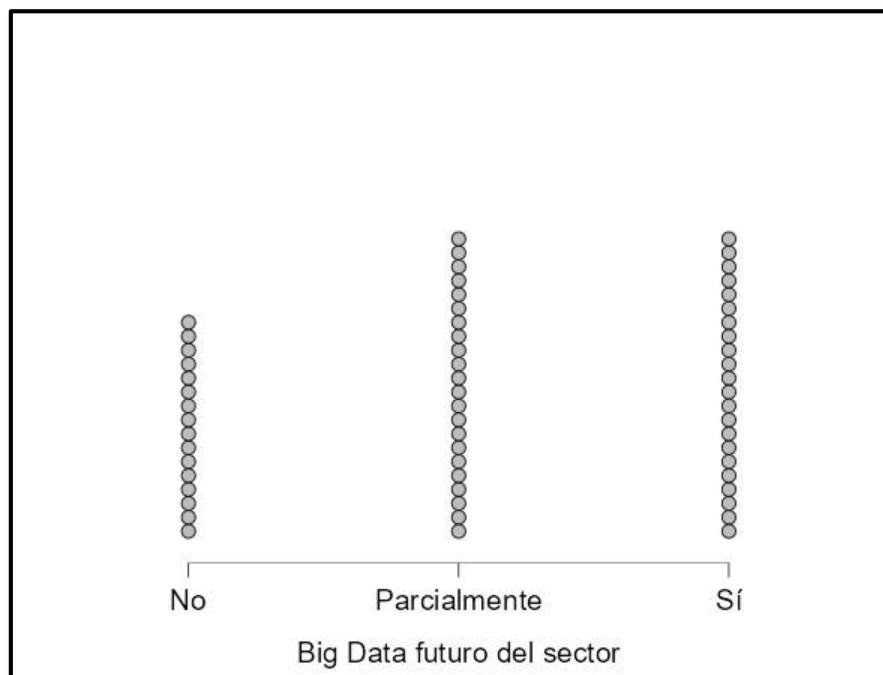
<i>Frecuencias para Costo o desconocimiento como barrera</i>				
Dispuesto a capacitarse	Costo o desconocimiento como barrera	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
No	No	8	29,6%	30%
	Sí	19	70%	100%
	Total	27	100%	

Sí	No	18	55%	55%
	Sí	15	46%	100%
	Total	33	100%	

Los resultados evidencian que un 70 % de los participantes demuestra una fuerte disposición para capacitarse en el uso de tecnologías emergentes, reflejando una actitud abierta hacia la innovación y el aprendizaje permanente. No obstante, un 20 % muestra una disposición parcial, mientras que un 10 % identifica el costo o la falta de conocimiento técnico como principales obstáculos para acceder a la formación.

De manera crítica, aunque existe un notable interés por fortalecer las competencias digitales, las limitaciones económicas y de acceso al conocimiento restringen el alcance de los procesos de actualización. Esto indica que la transformación digital requiere no solo motivación personal, sino también apoyo institucional mediante políticas de capacitación accesibles y programas de incentivo. En conclusión, la diferencia porcentual refleja un talento humano dispuesto a adaptarse, pero condicionado por factores estructurales y organizacionales que deben ser abordados para asegurar una adopción tecnológica efectiva, inclusiva y sostenible.

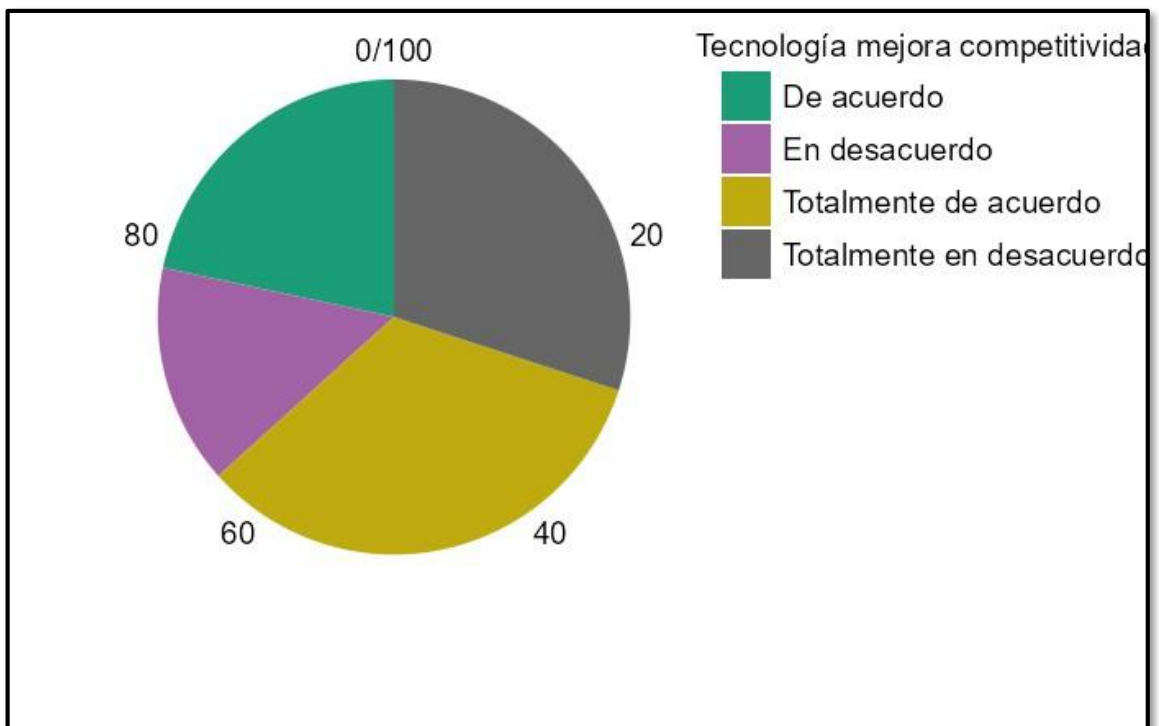
Tabla 11 Futuro del sector



Los resultados evidencian que un 45% de los participantes considera que el Big Data será fundamental para el futuro del sector eléctrico en Villanueva-Casanare, mientras que un 40% opina que su impacto será parcial, y un 15% no percibe una influencia relevante. Esta distribución sugiere una percepción mayoritariamente positiva, aunque acompañada de cierto grado de cautela.

Desde un análisis crítico, los datos reflejan que existe conciencia sobre el valor estratégico del Big Data para optimizar procesos, anticipar fallos y mejorar la toma de decisiones, pero también persiste escepticismo derivado de limitaciones técnicas, falta de infraestructura digital y escasa capacitación especializada. La opinión dividida entre el “sí” y el “parcialmente” evidencia un sector en transición tecnológica, donde la innovación aún depende de la inversión institucional y de políticas públicas que promuevan la transformación digital integral dentro de la industria eléctrica regional.

Ilustración 2 Adopción de nuevas herramientas tecnológicas mejora la competitividad del sector



Los resultados de la encuesta indican que un 65% de los participantes (40% totalmente de acuerdo y 25% de acuerdo) consideran que la adopción de nuevas herramientas tecnológicas fortalece la competitividad del sector eléctrico. Este alto nivel de aceptación evidencia una percepción positiva hacia la innovación digital, entendida como un elemento clave para mejorar la eficiencia operativa, la productividad y la sostenibilidad empresarial. En contraste, un 35% (15% en desacuerdo y 20% totalmente en desacuerdo) no percibe un impacto significativo, lo cual revela cierto escepticismo o limitaciones en la comprensión de los beneficios tecnológicos.

Desde una perspectiva crítica, los resultados muestran que la competitividad no depende únicamente de incorporar tecnología, sino de la capacidad organizacional para integrarla de manera estratégica. Factores como la falta de capacitación, la inversión insuficiente y la resistencia cultural siguen siendo retos que deben abordarse para lograr una transformación digital efectiva y sostenible.

5.2 Diario de campo

El diario de campo se presenta como una herramienta crucial en el enfoque cualitativo de la investigación, facilitando la documentación sistemática de observaciones, experiencias y reflexiones obtenidas durante las visitas técnicas y el acompañamiento a proyectos eléctricos en el municipio de Villanueva–Casanare.

Su objetivo fue documentar los procesos auténticos vinculados con la adopción y aplicación de tecnologías emergentes como Big Data, Inteligencia Artificial (IA) e Internet de las Cosas (IoT) en las actividades de planificación, ejecución y mantenimiento eléctrico, proporcionando evidencia contextual que enriquece los hallazgos de la encuesta cuantitativa..

5.2.1 Estructura del diario

- El diario se diseñó en un formato estructurado con los siguientes campos:
- Fecha y hora: momento de la observación.
- Empresa / Lugar: nombre de la organización o sitio de trabajo.
- Actividad observada: proceso o evento técnico específico.

- Actores involucrados: roles de las personas presentes.
- Descripción del evento: relato objetivo de lo observado.
- Reflexión analítica: interpretación crítica del investigador sobre la observación.

5.2.2 Registros de trabajo de campo

Los datos recopilados en las visitas a las empresas eléctricas de Villanueva–Casanare muestran una realidad combinada entre el progreso tecnológico y las restricciones estructurales que todavía enfrenta el sector. Se verificará que, a pesar de que la mayoría de las compañías han empezado a utilizar herramientas digitales, sensores y software de automatización, la integración y el uso efectivo de estas tecnologías continúa siendo incompleto. En numerosas ocasiones, los dispositivos inteligentes recopilan datos importantes que no son revisados ni guardados de manera adecuada, lo que disminuye su influencia en las decisiones técnicas y estratégicas.

Firmas como ELECON SAS, MASSY SAS y CIE SAS presentan un grado de madurez tecnológica de medio a alto, con progresos en la adopción de sistemas SCADA, herramientas de calibración digital y diagnósticos a través de software industrial. Estas entidades han conseguido conectar en parte sus actividades con plataformas digitales y muestran un compromiso con la innovación y la eficacia operativa. En contraposición, firmas como COELCO SAS, MONTESEL SAS y M&M SAS preservan métodos más convencionales, fundamentados en registros manuales o híbridos, lo que provoca pérdida de datos, duplicación de tareas y menor capacidad de seguimiento.

Los datos de campo muestran de forma crítica que la transformación digital no solamente se basa en la infraestructura tecnológica, sino en la habilidad organizacional para adaptarse y manejar el cambio. A pesar de contar con equipos, la mayoría de las empresas no tienen procesos de gestión de datos integrados, políticas de interoperabilidad o estrategias de mantenimiento predictivo fundamentadas en Big Data. Esta situación se complica por la deficiencia en la formación del personal técnico y operativo, que aún prioriza su experiencia práctica por encima del análisis de datos digitales.

De igual manera, se detectó una escasa conexión entre los niveles gerenciales y operativos, lo que complica la sincronización de las iniciativas tecnológicas con los objetivos organizacionales. En muchas ocasiones, la innovación se ve como un proceso técnico y no como una estrategia organizacional integral. Sin embargo, también resalta la actitud favorable del equipo hacia la formación y la receptividad al cambio, especialmente en situaciones donde los líderes fomentan activamente el uso de herramientas innovadoras.

En resumen, los datos de campo evidencian que el sector eléctrico regional está en una fase de cambio hacia la digitalización, marcada por la convivencia de métodos tradicionales y digitales. Para afianzar la transformación tecnológica, es imprescindible reforzar la infraestructura, la capacitación del talento humano y el liderazgo digital, elementos clave para edificar una cultura organizacional centrada en la innovación y la gestión eficiente de la información.

Estos documentos se agruparon en el Anexo 3, el cual contiene los formatos completos de observación en las vistas de campo.

5.3 Propuesta al sector

A la luz de los resultados obtenidos en la investigación y considerando los antecedentes de diversos estudios sobre el impacto de las tecnologías emergentes en la gestión de proyectos de construcción y mantenimiento eléctrico, se proponen las siguientes estrategias y lineamientos orientados a fortalecer la adopción, integración y aprovechamiento efectivo de herramientas digitales en el sector, en especialmente en el contexto regional de Villanueva–Casanare.

5.3.1 Adopción de metodologías digitales integradas (BIM + GIS + IoT + Big Data)

Diagnóstico: Las observaciones en el campo revelaron que, aunque hay sensores de monitoreo en los equipos eléctricos, la información no se reúne ni se procesa automáticamente.

Esquema de intervención:

- Desarrollar un proyecto experimental de integración tecnológica entre firmas locales (COELCO, ELECON, MASSY) que integre herramientas BIM para el modelado de redes eléctricas, GIS para la georreferenciación de activos y IoT para la transmisión de información en tiempo real.
- Crear un comité técnico regional que defina protocolos de interoperabilidad y formatos de datos estandarizados.
- Desarrollar plataformas de Big Data en la nube para capturar y examinar los datos de operación y mantenimiento.

Justificación: Incorporar metodologías digitales como Building Information Modeling (BIM), Internet de las Cosas (IoT) y Big Data en el desarrollo de proyectos eléctricos y de infraestructura, con el fin de optimizar la planificación, supervisión y control de los procesos constructivos y de mantenimiento. El estudio de (Zhou et al., 2024) evidencia que la integración de BIM, GIS, IoT y VR en la gestión de la autopista Yuanchen (China) generó una reducción del 5,94 % en costos y del 8,3 % en tiempos de ejecución, además de mejorar la comunicación entre equipos y la detección temprana de riesgos. Estos resultados demuestran el potencial de dichas tecnologías para optimizar la eficiencia operativa y la sostenibilidad en el ámbito eléctrico colombiano. Se sugiere implementar modelos BIM para el diseño de redes eléctricas, sensores IoT para el monitoreo remoto de equipos y plataformas de Big Data para la predicción de fallas, integrando la gestión técnica, económica y ambiental de los proyectos (Zhou et al., 2024).

5.3.2 Impulso a la inteligencia artificial y la automatización predictiva

Diagnóstico: En la investigación de campo se observa que las empresas se basan en el conocimiento práctico para evitar fallos, sin recurrir a análisis predictivo inteligente.

Esquema de acción:

- Crear módulos de inteligencia artificial en sistemas de monitoreo eléctrico, empleando algoritmos que analicen los patrones de fallas del pasado.

- Entrenar a ingenieros locales en mantenimiento predictivo y aprendizaje automático, con el respaldo del SENA y universidades de la región.
- Implementar sensores IoT de monitoreo en transformadores, paneles y válvulas para recoger datos en tiempo real.

Justificación: Adoptar sistemas basados en inteligencia artificial (IA) que fortalezcan la automatización, el mantenimiento predictivo y la toma de decisiones en tiempo real en los sistemas eléctricos. Los hallazgos de (Ivanova et al., 2023) señalan que la implementación de IA en procesos constructivos reduce los accidentes laborales hasta en un 97,4 % y mejora la productividad mediante visión computacional y aprendizaje automático. De igual modo, (Priyanka L. Dushing et al., 2024) destacan que las redes inteligentes que integran IA y 5G permiten una respuesta más eficiente ante variaciones en la demanda y fortalecen la resiliencia del sistema eléctrico. Se recomienda la implementación gradual de algoritmos de IA en plataformas de supervisión eléctrica, con el objetivo de anticipar fallas, optimizar el uso de energía y automatizar el diagnóstico de anomalías en campo.

5.3.3 Fortalecimiento de la infraestructura tecnológica y de comunicación

Diagnóstico: Se identificaron restricciones de conexión y dispositivos anticuados en las pequeñas empresas.

Esquema de intervención:

- Elaborar un plan de innovación tecnológica regional, ofreciendo incentivos fiscales para la renovación de hardware y software.
- Establecer redes seguras utilizando protocolos de cifrado y sistemas de respaldo energético, enfocándose en la ciberseguridad industrial.
- Crear una plataforma común de administración eléctrica entre empresas locales para maximizar el uso de recursos tecnológicos.

Justificación: Desarrollar una infraestructura digital robusta que garantice conectividad, interoperabilidad y ciberseguridad en los sistemas eléctricos automatizados. De acuerdo con (Guarin. et al., 2019), la falta de infraestructura de comunicación y de inversión en almacenamiento energético representa una de las principales barreras para la digitalización del sector eléctrico en Colombia. Asimismo, (Priyanka L. Dushing et al., 2024) advierten que la vulnerabilidad ante ataques cibernéticos es un desafío global para las redes inteligentes. Es necesario consolidar redes de comunicación seguras mediante el uso de protocolos cifrados, plataformas interoperables y sistemas de respaldo energético que aseguren la continuidad del servicio frente a incidentes digitales o eléctricos.

5.3.4 Incorporación de la analítica de datos y la inteligencia de negocios

Diagnóstico: Las compañías recogen datos operativos, pero no cuentan con recursos para transformarlos en conocimiento valioso.

Plan de intervención:

- Implementar plataformas de BI que unifiquen datos de consumo, mantenimiento y rendimiento en paneles de control.
- Capacitar a los equipos administrativos en la aplicación de indicadores KPI para medir la eficiencia energética.
- Establecer un centro de monitoreo regional que analice datos de sensores y registros digitales.

Justificación: Implementar plataformas de analítica avanzada e inteligencia de negocios (BI) para optimizar la gestión operativa, el mantenimiento y la toma de decisiones en las organizaciones del sector eléctrico. El estudio de (Colmenares-quintero et al., 2021) evidencia que la aplicación de Big Data y BI en redes eléctricas permite reducir costos operativos, mejorar la trazabilidad y optimizar la sostenibilidad mediante el mantenimiento predictivo y el análisis de patrones de consumo. Se recomienda el uso de herramientas BI para generar informes

automatizados de consumo energético, análisis de eficiencia de equipos y evaluación de indicadores clave de desempeño (KPI) en tiempo real.

5.3.5 Implementación de sistemas de medición avanzada (AMI) y gestión inteligente del usuario

Diagnóstico: Los datos indican falta de interacción directa entre el usuario y el operador eléctrico.

Plan de acción:

- Lanzar un programa para implementar medidores inteligentes con IoT, enfocándose en localidades rurales.
- Desarrollar un módulo de administración de usuarios que permita monitoreo en tiempo real del uso y identificación de fugas.
- Desarrollar iniciativas de concientización sobre eficiencia energética y consumo responsable para usuarios industriales y domésticos.

Justificación: Fomentar la adopción de sistemas de medición avanzada (AMI) que permitan la comunicación bidireccional entre usuarios y operadores eléctricos, mejorando la transparencia, la eficiencia y la sostenibilidad en la prestación del servicio. Según (Sofia et al., 2022) la implementación de AMI en Colombia contribuye a la detección de pérdidas, mejora la facturación y promueve un consumo más consciente y eficiente. Además, se alinea con la Resolución CREG 131 de 2020, que impulsa la digitalización del sistema de medición eléctrica nacional. Se propone la instalación de medidores inteligentes con conectividad IoT y protocolos de ciberseguridad integrados, acompañada de campañas de sensibilización sobre el uso responsable de la energía.

5.3.6 6. Impulso a políticas públicas y alianzas tecnológicas regionales

Diagnóstico: Ausencia de coordinación entre instituciones gubernamentales, académicas y empresariales.

Esquema de actuaciones:

- Establecer un Centro Regional de Innovación Energética (CRIE-Casanare) que impulsa iniciativas de IA, IoT y Big Data.
- Firmar acuerdos con universidades y organizaciones públicas para la transferencia de conocimientos y prácticas técnicas.
- Incorporar la digitalización eléctrica en los planes de desarrollo municipal y departamental, con asignaciones presupuestarias específicas

Justificación: Fomentar la creación de alianzas público-privadas y políticas de innovación energética que integren al Estado, la academia y el sector productivo en torno a la digitalización del sistema eléctrico. Los estudios de (Garcia-Guarin et al., 2019) y (Colmenares-quintero et al., 2021) destacan que la colaboración institucional es esencial para garantizar la sostenibilidad y escalabilidad de las soluciones tecnológicas. Estas alianzas facilitan la transferencia de conocimiento y el desarrollo de proyectos de investigación aplicados en energías inteligentes. Se recomienda la creación de un centro regional de innovación energética enfocado en tecnologías de Big Data, IA e IoT, orientado a fortalecer las capacidades técnicas, promover la formación especializada y apoyar la transición hacia redes eléctricas inteligentes en zonas intermedias del país.

5.4 Discusión

Los resultados obtenidos en la investigación muestran una tendencia positiva hacia la aceptación de las tecnologías emergentes en los proyectos eléctricos y de construcción, aunque acompañada de una brecha significativa en el conocimiento técnico y en la formación digital de los trabajadores del sector. Aproximadamente el 68% de los encuestados manifestó estar dispuesto a implementar herramientas basadas en Big Data, IoT o Inteligencia Artificial, mientras que solo el 35% afirmó contar con una comprensión adecuada sobre su funcionamiento y aplicaciones prácticas. Este hallazgo coincide con lo planteado por (Garcia-Guarin et al., 2019), quienes señalan que la adopción de tecnologías inteligentes en Colombia avanza lentamente debido a la falta de infraestructura tecnológica y de personal capacitado, a pesar del creciente interés institucional por la modernización energética.

Por otro lado, los resultados del estudio revelan que un 72 % de los participantes percibe que la automatización y el análisis de datos podrían mejorar la eficiencia de los procesos constructivos y de mantenimiento. Este dato respalda los argumentos de (Zhou et al., 2024) e (Ivanova et al., 2023), quienes demostraron que la integración de sistemas BIM, IA e IoT permite optimizar la planificación y reducir los tiempos de ejecución de proyectos complejos, alcanzando ahorros de hasta un 8 % en cronogramas y más del 5 % en costos operativos. En el contexto local, aunque los encuestados reconocen estos beneficios, también destacan la ausencia de inversión en plataformas digitales y la falta de lineamientos normativos claros para la digitalización del sector, lo cual limita su aplicación efectiva.

Asimismo, se identificó que un 64 % de los encuestados considera que la implementación de tecnologías digitales favorecería la sostenibilidad y la gestión ambiental, especialmente mediante sistemas de monitoreo remoto y mantenimiento predictivo. Este resultado se alinea con lo planteado por (Colmenares-quintero et al., 2021) y (Priyanka L. Dushing et al., 2024), quienes destacan que el uso de redes inteligentes, Big Data y Business Intelligence permite optimizar el consumo energético y reducir las pérdidas en los sistemas eléctricos. Sin embargo, a diferencia de los contextos internacionales analizados (como China o India), en los cuales las políticas de innovación son parte integral de los planos energéticos nacionales, en el caso colombiano todavía

se evidencian vacíos institucionales y escasos incentivos para la implementación de estas herramientas.

Finalmente, el análisis de los resultados demuestra que la transformación digital en el sector eléctrico colombiano no depende únicamente de la disponibilidad tecnológica, sino de un cambio cultural y organizacional que promueve la formación continua, la innovación y la cooperación interinstitucional. Tal como lo señalan (Sofia et al., 2022), la modernización del sistema eléctrico debe complementarse con políticas de transparencia, participación ciudadana y fortalecimiento de la ciberseguridad. En este sentido, el estudio aporta evidencia empírica que respalda la necesidad de consolidar estrategias integrales que combinan la capacitación técnica, la inversión en infraestructura digital y la regulación energética, permitiendo que regiones como Villanueva–Casanare se conviertan en referentes de sostenibilidad y eficiencia dentro del proceso de transición energética del país.

6 CONCLUSIONES

La investigación facilitó el diagnóstico del estado actual de la implementación de tecnologías emergentes en el sector eléctrico de Villanueva–Casanare, mostrando un progreso inicial en la digitalización de las empresas locales. Se observa que, aunque el 68 % de los encuestados afirma conocer herramientas tecnológicas como Big Data, Inteligencia Artificial (IA) e Internet de las Cosas (IoT), solo el 42 % las aplica de manera efectiva en sus procesos operativos. Esta brecha evidencia la presencia de deficiencias estructurales y educativas, originadas por la ausencia de inversión en infraestructura tecnológica, la limitada formación digital y la resistencia cultural al cambio en las organizaciones.

Se pueden identificar las principales barreras que dificultan la digitalización del sector, entre las cuales se resaltan: la falta de conectividad y ciberseguridad en sistemas eléctricos automatizados, la ausencia de equipos actualizados y la dependencia de procesos manuales para el registro y seguimiento de datos. Estas carencias están vinculadas a un modelo de gestión clásico que no enfatiza la integración tecnológica ni el análisis de datos para la toma de decisiones estratégicas.

Los registros de campo revelaron que las empresas con mayor madurez digital como ELECON SAS, MASSY SAS y CIE SAS han comenzado a adoptar sistemas SCADA, herramientas de diagnóstico digital y software para automatización industrial. No obstante, su uso continúa siendo aislado y carece de integración con plataformas analíticas o predictivas. Esto refuerza la importancia de implementar metodologías digitales integradas (BIM + GIS + IoT + Big Data) que concentren el diseño, la planificación, la ejecución y el mantenimiento de proyectos eléctricos en una única estructura de gestión de datos.

Las encuestas y las observaciones demostraron la urgencia de reforzar la capacitación del talento humano. El 70 % de los participantes en la encuesta manifestó interés en formarse en herramientas de IA y Big Data, sin embargo, el 55 % destacó obstáculos económicos y logísticos. Así, se determina que la formación constante, junto con estímulos institucionales y

iniciativas de colaboración entre empresas, es esencial para progresar hacia un entorno laboral digital y efectivo.

La investigación se desarrolla una propuesta para la adopción tecnológica en el ámbito eléctrico regional. Esto abarca seis líneas de acción: adopción de métodos digitales integrados, fomento a la automatización predictiva, refuerzo de la infraestructura tecnológica, integración de análisis de datos e inteligencia empresarial, ejecución de sistemas de medición avanzada (AMI) y establecimiento de un Centro Regional de Innovación Energética (CRIE-Casanare). Estas tácticas se basan en la evidencia empírica recopilada y persiguen optimizar la eficiencia, la trazabilidad y la sostenibilidad del sistema eléctrico.

En resumen, los resultados obtenidos de la investigación indica que la digitalización del sector eléctrico en Villanueva–Casnare necesita un enfoque holístico que integre tecnología, formación, liderazgo organizacional y políticas públicas de respaldo. La ejecución coordinada de las estrategias sugeridas facilitará el aumento de la competitividad regional, disminuir los costos operativos y fortalecer un modelo de gestión eléctrica inteligente, sostenible y en consonancia con los principios de la Industria 4.0

7 Referencias

- Acevedo Argüello, C., Zabala Vargas, S., Rojas Mesa, J., & Guayán Perdomo, O. (2020). Análisis de Redes Sociales como estrategia para estudiar los Sistemas de Innovación. Revisión sistemática de la literatura. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 13(2), 369-402. <https://doi.org/10.15332/s1657-107X>
- Alvarez Alonso, O., Díaz Echeverría, A., Afonso, N., Sánchez Campos, A., & Bordiu Garcia-Ovies, C. (2023). *Hoja de ruta para la transformación digital del sector energético en América Latina y el Caribe* (J. Irigoyen, A. Riobó, E. F. Boeck Daza, & M. Pfeifer (eds.)). <https://doi.org/10.18235/0005215>
- Añazco, R., & Daniel, M. (2022). *SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS PARA LA EMPRESA ELECCON S.A., IMPLEMENTANDO ESTRATEGIAS EMPRESARIALES CON DETERMINANTES DE ÉXITO EN LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE*. (Vol. 1). <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23987/1/UPS-GT004136.pdf>
- Boden, M. A. (2018). *Artificial Intelligence: A Very Short Introduction*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/actrade/9780199602919.001.0001>
- Carrillo, A. F. (2024). *APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL A LAS ENERGÍAS RENOVABLES*. UNIVERSIDAD PONTEFICIA.
- Colmenares-quintero, R. F., Quiroga-parra, D. J., Stansfield, K. E., & Colmenares-quintero, J. C. (2021). *Big Data analytics in Smart Grids for renewable energy networks : Systematic review of information and communication technology tools* *Big Data analytics in Smart Grids for renewable energy networks : Systematic review of information and communication technology tools*. 1916. <https://doi.org/10.1080/23311916.2021.1935410>
- Comision de Regulacion de Energia y Gas CREG. (2018). Resolución No. 30 de mayo de 2018. En *Mme* (p. 13). [http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/83b41035c2c4474f05258243005a1191/\\$FILE/Creg030-2018.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/83b41035c2c4474f05258243005a1191/$FILE/Creg030-2018.pdf)
- Congreso de Colombia. (2014). Ley 1715 de 2014. *Diario Oficial*, 104.
- Congreso de la República de Colombia. (1997). LEY 400 DE 1997. *Ley 400, 1997*(agosto 19), 1-23. http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0400_1997.pdf
- Congreso de la República de Colombia. (2001). Ley N° 697. *Congreso de la República de Colombia, Gaceta Oficial Del Congreso, 2001*(Octubre 3), 5-8. <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/ley-697-2001.pdf>
- Congreso de la República de Colombia. (2007). Ley 143 de 1994. *Gestor Normativo*, 1-20. http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0400_1997.pdf
- Congreso de la República de Colombia. (2023a). *PL 091-23 Inteligencia Artificial*.
- Congreso de la República de Colombia. (2023b). *PL 200-23 Controlador Transito Aereo.pdf* (p. 13). <https://leyes.senado.gov.co/proyectos/images/documentos/Textos Radicados/proyectos de ley/2023 - 2024/PL 200-23 Controlador Transito Aereo.pdf>
- Congreso de la República de Colombia. (2025). *PL 043-25 - REGULACION INTELIGENCIA ARTIFICIAL.pdf* (p. 89). <https://leyes.senado.gov.co/proyectos/images/documentos/Textos Radicados/proyectos de ley/2025 - 2026/PL 043-25 - REGULACION INTELIGENCIA ARTIFICIAL.pdf>

- CREG, C. de R. de E. y G. (2022). *Energía Eléctrica*. CREG, Comisión de Regulación de Energía y Gas. <https://www.creg.gov.co/sectores/energia-electrica/historia-en-colombia>
- Esther, E., Aspiazu, V., Katherine, P., Beltrán, F., Marcelo, C., Beltrán, F., Elizabeth, R., & Castro, R. (2024). *Implementación de la inteligencia artificial en los proyectos arquitectónicos*. 4869-4883.
- García-Guarín, J., Rivera, S., & Rodríguez, H. (2019). *Smart grid review : Reality in Colombia and expectations*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1257/1/012011>
- Guarín, J. G., Pinzón, H. R. R., & National, S. R. (2019). *Smart grid review : Reality in Colombia and expectations*. June. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1257/1/012011>
- Han, K. K., & Golparvar-Fard, M. (2016). Potential of big visual data and building information modeling for construction performance analytics: An exploratory study. *Automation in Construction, 1*, 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.11.004>
- HERNANDEZ, S. P. (2015). *INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA OPERACIÓN DE REDES ELÉCTRICAS. APLICACIÓN A SISTEMAS AISLADOS* (Vol. 1).
- Herrera, R. Q. (2025). *INNOVACION EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION Y POTENCIAL DE APLICACIÓN EN COLOMBIA*. 9.
- International, I. E. A., & Agency, E. (2023). *World Energy Outlook 2023*.
- IRENA. (2019). *ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND BIG DATA*.
- Ivanova, S., Kuznetsov, A., Zverev, R., & Rada, A. (2023). Artificial Intelligence Methods for the Construction and Management of Buildings. *Sensors, 23*(21). <https://doi.org/10.3390/s23218740>
- Jaimes-Quintanilla, M., & Zabala-Vargas, S. (2024). Inteligencia artificial en la gestión de proyectos: Caso construcción y obra civil. *European Public & Social Innovation Review, 9*, 1-21. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1615>
- Jaimes-Quintanilla, M., & Zabala-Vargas, S. (2025). Apropiación de tecnologías emergentes en el sector de obra civil: Un análisis cualitativo. En *Ciencia Transdisciplinar en la Nueva Era Edición 4* (4.a ed.). Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. 10.5281/zenodo.17831487
- Lin, S. S., Shen, S. L., Zhou, A., & Chen, X. S. (2025). Smart Techniques Promoting Sustainability in Construction Engineering and Management. *Engineering, 45*, 262-282. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2024.08.023>
- Lin, S., Shen, S., Zhou, A., & Chen, X. (2025). Smart Techniques Promoting Sustainability in Construction Engineering and Management. *Engineering, 45*, 262-282. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2024.08.023>
- Lin, Z., Kong, D., Li, W., Loh, W. M. E., Wong, C. J., Sun, Z., & He, W. (2025). Scenario-based improved bayesian network model for construction safety assessment. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 160*(August). <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2025.112006>
- Lopez, F., Serna, L., & Olgùn, J. (2017). Revista de Tecnología e Innovación. *Revista de Tecnología, 4*(7), 0-133. www.ecorfan.org/bolivia
- Mitchel, M., & Tapia, M. L. R. (2024). *Inteligencia artificial: Guía para seres pensantes*. Capitán Swing Libros. <https://books.google.com.co/books?id=04v9EAAAQBAJ>

- Mora, V. S. S., & Valencia, D. F. G. (2022). La Inteligencia Artificial (IA) al servicio de la eficiencia energética en el Ecuador. *Domino de las Ciencias*, 8(2), 600–621. <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2665>
- Obinnaya Chikezie Victor, N. (2023). Optimizing Construction Productivity Through Automation and Artificial Intelligence. *International Journal of Artificial Intelligence and Machine Learning*, 3(2), 28-44. <https://doi.org/10.51483/ijaiml.3.2.2023.28-44>
- Prasetyo, M. L., Peranginangin, R. A., Martinovic, N., Ichsan, M., & Wicaksono, H. (2025). Artificial intelligence in open innovation project management: A systematic literature review on technologies, applications, and integration requirements. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11(1), 100445. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100445>
- Priyanka L. Dushing, Pramila G. Wakhure, Sabrina Kazi, Subhashini S. Ramteke, Amit B. Kasar, Sharayu Wasu, & Shekhar S. Waghmode. (2024). Analysis of Smart Grid Technologies in the Electrical Power Industry. *Nanotechnology Perceptions*, 7, 1351-1358. <https://doi.org/10.62441/nano-ntp.vi.3905>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. del P. B. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (6.ª ed., p. 634). MEXICO MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Sofia, J., Molina, E., & García-echeverría, J. (2022). *Medición avanzada inteligente , retos al consumo responsable del servicio público domiciliario de energía en Colombia*. 11, 47-63. <https://doi.org/10.5354/0719-2584.2021.64167>
- Sompolgrunk, A., Banihashemi, S., Golzad, H., & Le Nguyen, K. (2024). Strategic alignment of BIM and big data through systematic analysis and model development. *Automation in Construction*, 168(September). <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105801>
- Zabala-Vargas, S., & Jaimes-Quintanilla, M. (2025). Tecnologías 4.0 (IOT y ciencia de datos) orientada a optimizar la gestión de proyectos de construcción. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1-21. <https://epsir.net/index.php/epsir/article/view/1621>
- Zabala-Vargas, S., Jaimes-Quintanilla, M., & Jimenez-Barrera, M. H. (2023). Big Data, Data Science, and Artificial Intelligence for Project Management in the Architecture, Engineering, and Construction Industry: A Systematic Review. *Buildings*, 13(12), 2944. <https://doi.org/10.3390/buildings13122944>
- Zabala-Vargas, S., Jiménez-Barrera, M., Vargas-Sanchez, L., & Jaimes-Quintanilla, M. (2023). Big data in construction project management: The Colombian northeast case. *Life-Cycle of Structures and Infrastructure Systems*, 1, 1, 3476-3483. <https://doi.org/0.1201/9781003323020>
- Zabala-Vargas, S., Martínez-Ortega, J., & Jaimes-Quintanilla, M. (2025). Administración de proyectos apoyada en tecnologías emergentes (inteligencia artificial y ciencia de datos) en el sector de obra civil. VII International conference on applied engineering and innovative technologies-AENIT, Perú. <https://easychair.org/cfp/AENIT2025>
- Zakharova, A. A., Kolegova, O. A., & Nekrasova, M. E. (2016). A Concept of Constructing a Common Information Space for High Tech Programs Using Information Analytical Systems. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 127(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/127/1/012020>
- Zhou, D., Pei, B., Li, X., Jiang, D., & Wen, L. (2024). Innovative BIM technology application in the construction management of highway. *Scientific Reports*, 14(1), 1-16. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66232-5>

Anexos

Anexo 1 Implementación de nuevas herramientas tecnológicas, Big data para la ejecución de proyectos de construcción y mantenimiento en el sector eléctrico, en el municipio de Villanueva-Casanare

SECCIÓN 1. Información general del participa

Sexo: *

- Masculino
- Femenino
- Prefiere no responder

Edad: *

- Menos de 25 años
- 25 – 35 años
- 36 – 45 años
- Más de 45 años

Perfil del encuestado *

- Ingeniero
- Técnico electricista
- Administrador/gestor de proyectos
- Contratista
- Otro

Años de experiencia en proyectos eléctrico *

- Menos de 1 año
- 1 a 3 años
- 4 a 6 años
- Más de 6 años
- Ninguna

SECCIÓN 2. Conocimiento y uso de herramientas tecnológicas

¿Conoce el concepto de **Big Data** aplicado a los proyectos de construcción o mantenimiento eléctrico? *

- Si
- No
- Lo ha escuchado, pero no sabe cómo funciona

¿Ha recibido **capacitación o formación** en herramientas tecnológicas o análisis de datos? *

- SI
- NO

¿En su trabajo diario utiliza herramientas tecnológicas para el control o seguimiento de actividades? *

- Sí, frecuentemente
- A veces
- Rara vez
- Nunca

¿Qué tipo de herramientas usa con más frecuencia? *

- Software de gestión de proyectos (MS Project, Primavera, etc.)
- Hojas de cálculo (Excel, Google Sheets)
- Aplicaciones móviles de campo
- Instrumentos o sensores conectados (IoT)
- Ninguna

¿Su empresa o contratista promueve el uso de herramientas digitales para mejorar la gestión de los proyectos? *

- Sí
- No
- En algunos casos

SECCIÓN 3. Aplicación del Big Data y nuevas tecnologías

¿Conoce alguna aplicación práctica del Big Data en proyectos eléctricos? *

- Sí
- No

¿Crees que el uso de Big Data puede **mejorar la toma de decisiones** en los proyectos? *

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

¿Considera que el uso de Big Data puede **reducir errores y retrabajos** en la ejecución de proyectos? *

- Sí
- No
- No está seguro

¿Su lugar de trabajo recopila o analiza información digital (producción, mantenimiento, fallas, horas de operación)? *

- Sí
- Parcialmente
- No

¿Ha participado en algún proyecto donde se utilizan sistemas inteligentes o automatizados? *

- Sí
- No

SECCIÓN 4. Impacto y percepción

¿Qué impacto cree que tiene el uso de nuevas herramientas tecnológicas en la **eficiencia y seguridad** de los proyectos eléctricos? *

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Nulo

¿Considera que el uso de tecnologías emergentes (IA, Big Data, IoT) **incrementa la productividad** del personal técnico? *

- Sí
- Parcialmente
- No

¿Cree que el **costo o la falta de conocimiento** son barreras para adoptar nuevas tecnologías? *

- Sí
- No

En su experiencia, ¿qué **principal dificultad** impide usar herramientas tecnológicas en el trabajo diario? *

- Falta de capacitación
- Falta de recursos económicos
- Resistencia al cambio
- Falta de equipos o conectividad
- No se considera necesario

¿Estaría dispuesto a capacitarse en temas de Big Data, inteligencia artificial o digitalización de proyectos? *

- Sí
- No

SECCIÓN 5. Perspectiva futura *

Tu respuesta

¿Considera que el uso del Big Data será fundamental para el **futuro del sector eléctrico** en Villanueva-Casanare? *

- Sí
- Parcialmente
- No

¿Cree que las empresas del sector deberían invertir más en **formación tecnológica** del personal de campo? *

Sí

No

¿Está de acuerdo en que la adopción de nuevas herramientas tecnológicas **mejora la competitividad** del sector? *

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

¿Su empresa o contratista ha implementado recientemente alguna **nueva herramienta tecnológica** ? *

Sí

No

No lo sé

¿Considera necesario crear **alianzas entre instituciones y empresas** para fomentar el uso de Big Data en la región? *

Sí

No

Anexo 2 Declaración inicial e información sobre Encuesta

Encuesta de implementación nuevas herramientas tecnológicas en proyectos eléctricos – Villanueva Casanare

Descripción:

La siguiente encuesta tiene como propósito recopilar información sobre el **uso y conocimiento de nuevas herramientas tecnológicas y Big Data** en la ejecución de proyectos eléctricos y de mantenimiento en el municipio de Villanueva-Casanare .

Su objetivo es analizar cómo la adopción de estas tecnologías influye en la **eficiencia, calidad y gestión operativa** dentro del sector eléctrico. Las respuestas serán tratadas de forma **confidencial y únicamente con fines académicos** .

Sus respuestas son confidenciales y de uso únicamente académico/profesional.

Objetivo:

Identificar el nivel de conocimiento, uso y percepción del **Big Data** y de las **nuevas herramientas tecnológicas** en el personal vinculado al sector eléctrico del municipio de Villanueva-Casanare , con el fin de analizar su impacto en la **planificación, ejecución, mantenimiento y control de los proyectos eléctricos** .

La encuesta busca recopilar información que permita:

- Evaluar el grado de adopción tecnológica en los procesos eléctricos y de mantenimiento.
- Determinar las principales **barreras y oportunidades** para la implementación del Big Data en el entorno laboral.
- Analizar cómo el uso de herramientas digitales contribuye a la **eficiencia, calidad y optimización de recursos** en los proyectos eléctricos.

¿Autoriza usted el uso de la información suministrada en esta encuesta con fines académicos y de investigación, garantizando la confidencialidad y el anonimato de sus respuestas? *

- Opciones de respuesta:
- Sí, autorizo el uso de mis datos para fines académicos.
- No autorizo el uso de mis datos.

Anexo 3 Diario de campo

Fecha	Empresa / Lugar	Actividad Observada	Actores Involucrados	Descripción del Evento	Reflexión Analítica
18/07/2025	COELCO S.A.S. – Planta de mantenimiento eléctrico	Inspección de tableros eléctricos y monitoreo de sensores de temperatura	Supervisor eléctrico y técnico instrumentista	Se observó el uso de un sistema digital de monitoreo de temperatura en transformadores, aunque los datos no se almacenan automáticamente.	El proceso evidencia limitaciones en la integración de datos; se recomienda la conexión de sensores a plataformas de análisis Big Data para mejorar la trazabilidad.
22/07/2025	ELECON S.A.S. – Proyecto Jacana	Calibración de instrumentos de presión (LG-310) y prueba de válvulas	Ingeniero de instrumentación y técnico de campo	Durante la calibración se utilizaron tabletas con planos digitales y hojas de calibración sincronizadas con el servidor interno.	Se evidencia un avance en la digitalización documental y en la gestión de calidad mediante herramientas móviles.
25/07/2025	M&M S.A.S. – Subestación 13,8 kV	Pruebas de continuidad y termografía en tableros	Ingeniero de mantenimiento y operador eléctrico	Se aplicó cámara termográfica para detectar puntos calientes. Los resultados fueron registrados manualmente en Excel.	La incorporación de herramientas de diagnóstico digital es positiva, pero se requiere automatizar el envío de datos al sistema central.
03/08/2025	MONTESEL S.A.S. – Estación de potencia	Reunión técnica de planeación de obra	Coordinador de proyecto y supervisores	Se discutió la implementación de un módulo SCADA. Algunos supervisores expresaron desconocimiento	Se detecta una brecha formativa; la adopción tecnológica requiere acompañamiento pedagógico y

				o sobre su configuración.	liderazgo digital.
06/08/2025	CIE S.A.S. – Campo de pruebas de instrumentación	Ensayos con sensores de nivel y transmisores de presión	Ingeniero instrumentista y aprendiz SENA	Se observó la configuración de sensores a través de software Honeywell Field Device Manager.	El uso de software especializado indica madurez técnica, aunque se requiere mayor estandarización entre equipos de distintos fabricantes.
10/08/2025	MASSY S.A.S. – Taller de control eléctrico	Diagnóstico de fallas en PLC Siemens	Técnico de automatización y auxiliar eléctrico	Se realizó lectura de fallas mediante TIA Portal. El técnico explicó que los reportes se entregan en PDF vía correo.	El uso de PLC y software de diagnóstico refleja avance hacia la automatización, aunque la gestión de datos sigue siendo fragmentada.
15/08/2025	TWM S.A.S. – Proyecto de integración de sistemas	Verificación de comunicación Modbus entre sensores y tablero de control	Ingeniero de control y técnico eléctrico	Se evidenció comunicación efectiva entre sensores y tablero principal. Se registraron los parámetros en hoja electrónica.	Buen nivel de interoperabilidad; el siguiente paso sería integrar estos datos en una nube de monitoreo centralizado.
25/08/2025	COELCO S.A.S. – Oficina técnica Villanueva	Cierre de informes técnicos y revisión de planos digitales	Ingeniero residente y asistente de proyectos	Se revisaron reportes digitales provenientes de campo y se consolidaron en el sistema interno.	La centralización de datos técnicos demuestra un avance en la gestión digital, aunque persisten problemas de compatibilidad

				entre formatos de archivo.
--	--	--	--	----------------------------