



Propuesta para la integración de Big Data en la gestión de proyectos de TI para mejorar la planificación y administración de costos y tiempos en empresas desarrolladoras de software en Colombia

Diego Alejandro Carvajal Navarro

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

octubre de 2025

PROPUESTA PARA LA INTEGRACIÓN DE BIG DATA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE TI

Propuesta para la integración de Big Data en la gestión de proyectos de TI para mejorar la planificación y administración de costos y tiempos en empresas desarrolladoras de software en Colombia

Diego Alejandro Carvajal Navarro

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

Opción de Grado Proyecto nodo 2

DOCTOR EN TECNOLOGÍA EDUCATIVA SERGIO ANDRES ZABALA VARGAS

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

octubre de 2025

Contenido

Lista de tablas	6
Lista de figuras.....	7
Lista de anexos.....	8
Resumen.....	9
Abstract	11
Introducción	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1 Descripción del problema	15
1.1.1 Contexto internacional y sector de TI	15
1.1.2 Contexto nacional y regional.....	15
1.1.3 Situación en Guru-Soft.....	16
1.1.4 Visualización de la problemática	17
1.1.5 Causas del problema	18
1.1.6 Consecuencias e impactos	19
1.2 La pregunta de investigación.....	19
1.3 Los objetivos de investigación.....	20
1.3.1 Objetivo general	20
1.3.2 Objetivos específicos.....	20
1.4 Justificación de la investigación	20
2. MARCO DE REFERENCIA.....	24
2.1 Marco de Antecedentes	24
2.2 Marco Teórico.....	26
2.2.1 Definición de Gestión de Proyectos (GP).....	26
2.2.2 Big Data como tecnología transformadora en la gestión de proyectos	28
2.2.3 Planificación de cronogramas en proyectos de TI: desafíos y oportunidades.....	28
2.2.4 Gestión de costos y tiempos: impacto del análisis predictivo	29
2.2.5 Visualización conceptual.....	30
2.2.6 Relación entre variables: una mirada desde la gerencia de proyectos	31
2.3 Marco normativo.....	32
3. METODOLOGÍA	35

PROPUESTA PARA LA INTEGRACIÓN DE BIG DATA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE TI

3.1	Alcance de la investigación.....	35
3.2	Ruta de investigación	36
3.2.1	Fase 1: Revisión de literatura y marco teórico	36
3.2.2	Fase 2: Diagnóstico empresarial y análisis contextual.....	36
3.2.3	Fase 3: Diseño y aplicación del instrumento	37
3.2.4	Fase 4: Codificación y análisis estadístico	37
3.3	Población y muestra	38
3.3.1	Población de interés y delimitaciones.....	38
3.3.2	Definición de la población.....	38
3.3.3	Cálculo y selección de la muestra.....	39
3.4	Procedimiento y análisis de datos	40
3.4.1	Procedimiento de recolección y codificación	41
3.4.2	Análisis estadístico y visualización de resultados.....	42
3.5	Consideraciones éticas	43
4.	HIPÓTESIS.....	45
4.1	Las variables	45
4.1.1.	Variable(s) independiente(s).....	45
4.1.2.	Variable(s) dependiente(s).....	46
4.2	Planteamiento de hipótesis.....	46
4.2.1	Hipótesis general	47
4.2.2	Hipótesis nula (H_0)	47
4.2.3	Hipótesis alternativa (H_1)	47
5.	RESULTADOS.....	48
5.1	Presentación de resultados	48
5.1.1	Escala temporal del proceso de recolección	48
5.1.2	Tabla de respuestas por empresa.....	48
5.1.3	Análisis descriptivo por dimensión	50
5.1.4	Análisis de correlación de Spearman	53
5.1.5	Visualización porcentual y perfil comparativo.....	54
5.2	Propuesta al sector	59
5.2.1	Objetivo general.....	59
5.2.2	Componentes de la propuesta.....	60

PROPUESTA PARA LA INTEGRACIÓN DE BIG DATA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE TI

5.2.3	Beneficios esperados	66
5.2.4	Recomendaciones estratégicas.....	69
5.3	Recomendaciones institucionales	71
5.4	Discusión	72
6.	CONCLUSIONES	75
6.1	limitaciones y recomendaciones	76
6.2	Nota final	78
7.	Referencias.....	79
Anexos	82

Lista de tablas

Tabla 1 Impacto de la ausencia de Big data en desviaciones de tiempo y costos en proyectos (Guru-Soft).....	16
Tabla 2 Principales causas y consecuencias identificadas en el diagnóstico aplicado a Guru-Soft.....	17
Tabla 3 Principales barreras para la adopción de Big Data en empresas del sector TI.....	32
Tabla 4 Criterios de inclusión y exclusión aplicados a la muestra empresarial	39
Tabla 5 Participación por empresa en la encuesta del proyecto.....	49
Tabla 6 Tabla resumen de distribución porcentual por dimensión.....	57
Tabla 7 Comparación entre el Technology Readiness Index (TRI) y el Big Data Maturity Model (BDMM).....	61
Tabla 8 Componentes tecnológicos para la implementación de Big Data en proyectos TIC	64
Tabla 9 Fases de implementación de Big Data en proyectos TIC y sus indicadores clave	65

Lista de figuras

Figura 1 Causas que limitan la adopción de Big Data en proyectos TIC.....	18
Figura 2 Modelo de aplicación de Big Data en fases del ciclo de vida de proyectos.....	30
Figura 3 Distribución de respuestas - Aplicación operativa de Big Data.....	50
Figura 4 Distribución de respuestas - Apropiación tecnológica.....	51
Figura 5 Distribución de respuestas - Percepción estratégica del Big Data.....	52
Figura 6 Correlación de Spearman entre percepción estratégica y aplicación operativa de Big Data	54
Figura 7 Distribución porcentual - Apropiación tecnológica	55
Figura 8 Distribución porcentual - Percepción estratégica	55
Figura 9 Distribución porcentual - Aplicación operativa.....	56
Figura 10 Perfil promedio por dimensión (Radar chart).....	57
Figura 11 Comparación entre percepción y uso real de Big Data en Guru-Soft.....	58

Lista de anexos

Anexo A Consentimiento Informado y Declaración Inicial.....	82
Anexo B Instrumento de Recolección de Datos - Encuesta.....	83

Resumen

Las desviaciones en tiempo y costos en proyectos de Tecnología de la Información (TI) representan un desafío crítico para empresas desarrolladoras de software en Colombia. En particular, el caso de Guru-Soft —analizado mediante trabajo de campo— permitió identificar sobrecostos superiores al 15 % en cuatro de sus seis proyectos recientes, debido a la ausencia de herramientas analíticas avanzadas. Esta información fue determinante para la detección y justificación del problema de investigación.

A partir de este diagnóstico, se diseñó un estudio con enfoque mixto. La fase cuantitativa se desarrolló mediante una encuesta estructurada aplicada a 22 empresas del sector TI en Colombia. Los resultados evidenciaron un uso parcial o nulo de tecnologías Big Data, con solo el 18.18 % de adopción permanente, y barreras significativas como infraestructura limitada (68 %), falta de formación especializada (74 %) y ausencia de políticas de gobernanza (59 %).

Con base en estos hallazgos, se formuló una propuesta técnica de integración de Big Data en la gestión de proyectos TI, estructurada en cuatro fases: piloto, escalamiento, consolidación y gobernanza. La solución incluye infraestructura escalable (Kafka, HDFS/S3), procesamiento y modelado (Spark, Python, JASP), visualización (Power BI, Tableau) y políticas de gobernanza (ISO/IEC 27001). Esta estrategia es replicable en empresas del sector con condiciones similares de madurez tecnológica.

Las conclusiones destacan que la integración de Big Data permite anticipar desviaciones, optimizar cronogramas y mejorar la administración de costos y tiempos. Además, fortalece la toma de decisiones basada en evidencia, incrementa la trazabilidad de los proyectos y promueve una cultura organizacional orientada a la analítica.

Palabras clave: Big Data, Gestión de Proyectos, Análisis Predictivo, Cronogramas, Costos, Gobernanza.

Abstract

Time and cost deviations in Information Technology (IT) projects are a critical challenge for software development companies in Colombia. The case of Guru-Soft—analyzed through fieldwork—revealed cost overruns exceeding 15% in four out of six recent projects, mainly due to the lack of advanced analytical tools. This evidence was decisive in identifying and justifying the research problem.

Based on this diagnosis, a mixed-methods study was designed. The quantitative phase involved a structured survey applied to 22 IT companies in Colombia. Results showed limited or partial use of Big Data technologies, with only 18.18 % permanent adoption, and significant barriers such as limited infrastructure (68 %), lack of specialized training (74 %), and absence of governance policies (59 %).

Grounded in these findings, a technical proposal was developed for integrating Big Data into IT project management. The strategy is structured in four phases: pilot, scaling, consolidation, and governance. It includes scalable infrastructure (Kafka, HDFS/S3), processing and modeling (Spark, Python, JASP), visualization (Power BI, Tableau), and governance policies (ISO/IEC 27001). This solution is replicable in companies with similar levels of technological maturity.

The conclusions highlight that integrating Big Data enables deviation anticipation, schedule optimization, and improved cost and time management. It also strengthens evidence-based decision-making, enhances project traceability, and fosters an organizational culture oriented toward analytics.

Keywords: Big Data, Project Management, Predictive Analytics, Schedules, Costs, Governance.

Introducción

En el contexto global de transformación digital, la gestión de proyectos de Tecnología de la Información (TI) enfrenta desafíos crecientes relacionados con la planificación precisa de cronogramas y el control de costos. Diversos estudios (Sagiroglu & Sinanc, 2013; Javed et al., 2022) evidencian que más del 60 % de los proyectos de TI presentan desviaciones significativas, afectando la eficiencia operativa y la satisfacción de los stakeholders.

En América Latina, y particularmente en Colombia, la adopción de tecnologías emergentes como Big Data en la gestión de proyectos aún es incipiente. Según Gómez y Alarcón (2020), menos del 25 % de las empresas del sector utilizan herramientas de análisis predictivo, lo que limita la capacidad de anticipación y reacción ante imprevistos.

El caso de la empresa Guru-Soft, con operaciones en Colombia, Panamá, El Salvador y República Dominicana, fue abordado mediante trabajo de campo y permitió identificar sobrecostos y retrasos superiores al 15 % en cuatro de sus seis proyectos recientes. Esta evidencia empírica fue determinante para la detección y justificación del problema de investigación, al mostrar la ausencia de herramientas analíticas y la dependencia de métodos tradicionales de planificación.

A partir de este diagnóstico, se diseñó una investigación con enfoque mixto. La fase cuantitativa se desarrolló mediante una encuesta estructurada aplicada exclusivamente a empresas con sede en Colombia, con el fin de caracterizar el nivel de adopción de Big Data en la gestión de proyectos. Los resultados permitieron identificar barreras comunes, oportunidades de mejora y patrones de adopción tecnológica, fortaleciendo la validez empírica de los hallazgos.

La presente investigación se propone responder a la pregunta: ¿Cómo puede la integración de Big Data en la gestión de proyectos de TI optimizar la planificación de cronogramas, anticipar desviaciones y mejorar la administración de costos y tiempos? Para ello, se plantean tres objetivos específicos: analizar la literatura académica sobre el tema, diagnosticar el nivel de adopción en empresas del sector y formular estrategias aplicables.

Los resultados obtenidos permiten generar propuestas replicables, fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia y aportar al desarrollo académico y profesional en el campo de la gerencia de proyectos. La transformación digital ha redefinido los paradigmas de gestión en el sector tecnológico, exigiendo nuevas metodologías para abordar la complejidad de los proyectos TIC. En este contexto, Big Data emerge como una herramienta estratégica que permite anticipar desviaciones, optimizar cronogramas y fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia. Sin embargo, su adopción en empresas desarrolladoras de software en Latinoamérica sigue siendo limitada, lo que genera brechas operativas y estratégicas que afectan la eficiencia y competitividad.

Este trabajo de grado analiza dicha problemática a partir del caso de Guru-Soft y propone una estrategia replicable para la implementación de Big Data en la gestión de proyectos. La investigación combina análisis estadístico, revisión bibliográfica y diseño técnico, con el fin de aportar una solución robusta, auditada y transferible que responda a las necesidades reales del sector.

Para facilitar la comprensión del estudio, el documento se organiza en seis capítulos: el primero aborda el planteamiento del problema; el segundo desarrolla el marco de referencia; el tercero describe la metodología; el cuarto presenta la hipótesis; el quinto expone los resultados y la propuesta técnica; y el sexto formula las conclusiones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

1.1.1 *Contexto internacional y sector de TI*

A nivel global, la gestión de proyectos de tecnología de la información (TI) enfrenta crecientes retos derivados de la complejidad y dinámica de los entornos digitales. Estudios internacionales muestran que hasta un 60 % de las iniciativas de TI experimentan retrasos o sobrecostos debido a estimaciones basadas en juicio experto y datos históricos fragmentados (Sagiroglu & Sinanc, 2013; PMI, 2017). Esta falta de análisis masivo de información limita la capacidad de los gerentes de proyectos para anticipar cuellos de botella y reaccionar con agilidad ante imprevistos, generando bajas tasas de éxito y pérdidas económicas significativas.

1.1.2 *Contexto nacional y regional*

En Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2021) ha impulsado políticas de explotación de datos para optimizar la gestión pública, pero reconoce la escasa investigación sobre su aplicación en la planificación detallada de cronogramas de proyectos TI. Investigaciones nacionales revelan que menos del 25 % de las empresas de software emplean herramientas de Big Data en la estimación de tiempos y costos, manteniendo aún un enfoque reactivo en la toma de decisiones (Gómez & Alarcón, 2020).

1.1.3 Situación en Guru-Soft

Guru-Soft es una empresa desarrolladora de software con operaciones en República Dominicana, Panamá, El Salvador y Colombia. En los últimos dos años, cuatro de sus seis proyectos interempresariales superaron en más del 15 % el plazo y el presupuesto inicialmente estimados, según el reporte interno de gestión de proyectos 2024. Esta tendencia evidencia la dependencia de métodos tradicionales (CPM, PERT) sin soporte analítico en tiempo real, lo que dificulta la identificación temprana de riesgos y la replanificación proactiva.

La Tabla 1 presenta un análisis comparativo de cuatro proyectos recientes desarrollados por Guru-Soft en distintos países de Latinoamérica. Se observa una correlación directa entre la ausencia de herramientas de Big Data y el incremento en las desviaciones tanto en tiempo como en costos. Estos datos permiten evidenciar la necesidad de incorporar soluciones analíticas avanzadas que contribuyan a mejorar la planificación y el control de proyectos TI.

Tabla 1
Impacto de la ausencia de Big data en desviaciones de tiempo y costos en proyectos (Guru-Soft).

Proyecto	País	% Desviación en tiempo	% Desviación en costos	Uso de Big Data
P1	Colombia	18%	22%	No
P2	Panamá	12%	15%	Parcial
P3	El Salvador	20%	25%	No
P4	R. Dominicana	16%	18%	No

Fuente: Elaboración propia a partir de datos internos de Guru-Soft (Carvajal Navarro, 2025).

Los resultados reflejan que en los proyectos donde no se implementaron tecnologías de análisis predictivo, las desviaciones superaron el 15 %, afectando la rentabilidad y la satisfacción del cliente. Esta evidencia empírica respalda el planteamiento del problema y justifica la pertinencia de la investigación.

1.1.4 Visualización de la problemática

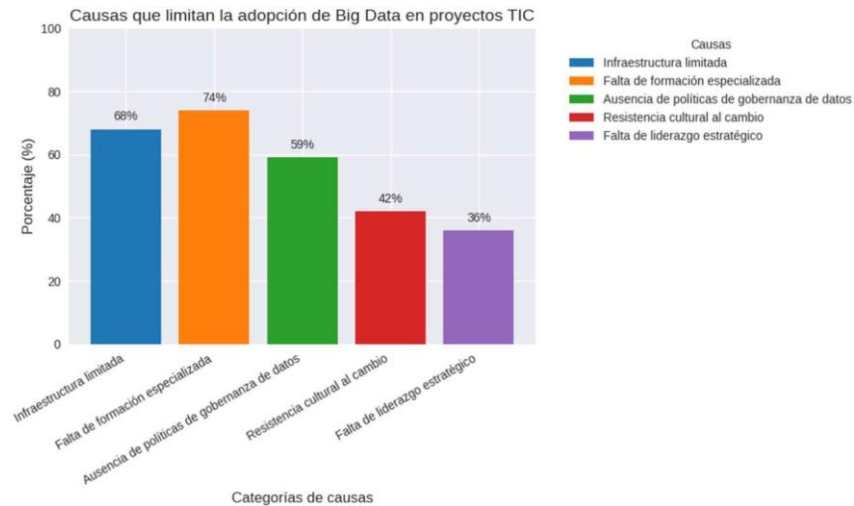
A continuación, se presenta una visualización que resume las principales causas y consecuencias identificadas en el diagnóstico aplicado a Guru-Soft, con base en los resultados de la encuesta y el análisis estadístico realizado:

Tabla 2

Principales causas y consecuencias identificadas en el diagnóstico aplicado a Guru-Soft

Causa	Consecuencia	Evidencia
Baja adopción de Big Data	Desviaciones en tiempo y costo	Encuesta: solo 18.18 % lo usan permanentemente
Falta de formación especializada	Subutilización de herramientas analíticas	74 % de los encuestados
Infraestructura limitada	Imposibilidad de procesamiento masivo	68 % reporta restricciones técnicas

Fuente: Elaboración propia a partir de datos internos de Guru-Soft (Carvajal Navarro, 2025).

Figura 1*Causas que limitan la adopción de Big Data en proyectos TIC*

Fuente: Encuesta aplicada a profesionales del sector TIC en Colombia (Carvajal Navarro, 2025).

La Figura 1 representa las causas que limitan la adopción de Big Data en la gestión de proyectos TIC, según los resultados obtenidos en la encuesta realizada a las empresas del sector. Se observa que la falta de formación especializada (74 %) y las restricciones de infraestructura (68 %) son las barreras más significativas, seguidas por la ausencia de políticas de gobernanza de datos (59 %). Esta visualización permite consolidar el diagnóstico y orientar la propuesta técnica desarrollada en la siguiente sección.

1.1.5 Causas del problema

El problema central radica en la ausencia de un sistema de análisis de Big Data integrado al ciclo de vida del proyecto.

La gestión de cronogramas se basa en registros manuales y hojas de cálculo aisladas, lo que reduce la trazabilidad y confiabilidad de los datos.

No existe infraestructura tecnológica para procesar volúmenes de datos generados durante la ejecución (logs de tareas, tiempos de respuesta, recursos utilizados), limitando la generación de pronósticos precisos (Javed et al., 2022).

La falta de capacitación en analítica avanzada y recursos especializados impide a los gerentes adoptar enfoques predictivos (Müller et al., 2021).

1.1.6 Consecuencias e impactos

La carencia de un enfoque orientado a Big Data en la gerencia de proyectos de Guru-Soft ha provocado:

Sobreutilización de horas de consultoría y retrasos en entregables clave, afectando la satisfacción de clientes y patrocinadores.

Incremento del 18 % en costos indirectos por horas extras y replanificaciones urgentes, lo cual coincide con estudios que demuestran cómo el uso limitado de análisis de datos contribuye a sobrecostos en proyectos complejos (Love, Sing & Wang, 2013).

Desalineación entre expectativas de los stakeholders y el estado real del proyecto, erosionando la confianza organizacional (Ghasemaghaei et al., 2021).

1.2 La pregunta de investigación

¿Cómo puede la integración de Big Data en la gestión de proyectos de Tecnología de la Información (TI) optimizar la planificación de cronogramas, anticipar desviaciones y mejorar la administración de costos y tiempos en empresas desarrolladoras de software?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer estrategias para integrar Big Data en la gestión de proyectos de TI en empresas desarrolladoras de software, con el fin de optimizar la planificación de cronogramas y mejorar la administración de costos y tiempos.

1.3.2 Objetivos específicos

Analizar la literatura académica sobre el uso de Big Data en la gestión de proyectos de TI, identificando casos exitosos, limitaciones y tendencias emergentes.

Diagnosticar el nivel de adopción de Big Data en empresas desarrolladoras de software, evaluando barreras, oportunidades y su impacto en la planificación de cronogramas.

Formular estrategias aplicables para incorporar Big Data en la gestión de costos y tiempos, fortaleciendo la toma de decisiones desde la gerencia de proyectos.

1.4 Justificación de la investigación

La gestión de proyectos de Tecnología de la Información (TI) se ha convertido en un eje estratégico para la transformación digital de las organizaciones. Sin embargo, la planificación de cronogramas y la administración de costos continúan siendo desafíos críticos, especialmente en entornos de alta incertidumbre, múltiples actores y cambios constantes en los requisitos. A nivel internacional, estudios como los de Sagiroglu & Sinanc (2013) y Javed et al. (2022) evidencian que más del 60 % de los proyectos de TI presentan desviaciones

significativas en tiempo y presupuesto, lo que afecta la calidad de los entregables, la satisfacción del cliente y la sostenibilidad organizacional.

En este contexto, la integración de Big Data en la gestión de proyectos emerge como una solución innovadora que permite procesar grandes volúmenes de información en tiempo real, identificar patrones, anticipar riesgos y fundamentar decisiones estratégicas. La literatura académica ha comenzado a explorar este enfoque, pero aún existen vacíos en su aplicación práctica en empresas desarrolladoras de software, especialmente en América Latina. En Colombia, por ejemplo, el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2021) ha promovido políticas de explotación de datos, pero reconoce que su uso en la planificación detallada de proyectos TI es limitado. Gómez & Alarcón (2020) señalan que menos del 25 % de las empresas del sector utilizan herramientas de análisis predictivo para gestionar cronogramas, lo que evidencia una brecha entre el potencial tecnológico y su adopción efectiva.

La presente investigación se enfoca en Guru-Soft, una empresa desarrolladora de software con operaciones en Colombia, Panamá, El Salvador y República Dominicana. En los últimos dos años, cuatro de sus seis proyectos interempresariales han superado los plazos y presupuestos estimados en más del 15 %, según reportes internos (Guru-Soft, 2024). Esta situación refleja la necesidad urgente de incorporar tecnologías como Big Data en la planificación y control de proyectos, desde una perspectiva de gerencia estratégica. La investigación busca responder a esta necesidad mediante el diseño de estrategias concretas que permitan optimizar la gestión de cronogramas, anticipar desviaciones y mejorar la administración de costos y tiempos.

El problema se investiga porque representa una limitación estructural en la forma como se gestionan los proyectos de TI en la región. La falta de herramientas predictivas y de análisis masivo de datos genera decisiones basadas en intuición, baja trazabilidad y escasa capacidad

de reacción ante imprevistos. Según Müller et al. (2021), la adopción de enfoques analíticos permite mejorar la precisión en la estimación de recursos y tiempos, así como fortalecer la alineación entre planificación y ejecución.

Los objetivos planteados responden a la necesidad de comprender el estado actual de adopción de Big Data, identificar barreras y oportunidades, y proponer soluciones aplicables que fortalezcan la toma de decisiones desde la gerencia de proyectos. Ahmed et al. (2022) destacan que el uso de análisis predictivo en proyectos TI mejora significativamente el cumplimiento de objetivos, la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente, lo que valida la pertinencia de este enfoque.

Los beneficiarios de esta investigación son múltiples. En primer lugar, Guru-Soft podrá mejorar su eficiencia operativa, reducir sobrecostos y posicionarse como referente en innovación tecnológica. La implementación de estrategias basadas en Big Data permitirá a sus gerentes de proyecto anticipar riesgos, ajustar cronogramas en tiempo real y comunicar el estado del proyecto con mayor precisión a los stakeholders. En segundo lugar, la comunidad empresarial del sector TI se beneficiará al contar con un modelo replicable que promueve la mejora continua y la toma de decisiones basada en evidencia. Según Elkhatib et al. (2023), las organizaciones que invierten en capacidades analíticas logran mayor eficiencia en entornos de alta incertidumbre.

Desde el plano académico, la investigación aporta a la comunidad científica al llenar un vacío en la literatura sobre la aplicación de Big Data en la planificación de proyectos TI. El estudio combina enfoques cuantitativos y cualitativos, lo que permite una comprensión integral del fenómeno y genera conocimiento útil para futuras investigaciones. Atuahene et al. (2023) señalan que la colaboración interinstitucional y la sistematización de experiencias son claves para avanzar en la transformación digital del sector.

La especialización en Gerencia de Proyectos y los programas de posgrado de UNIMINUTO Virtual también se ven fortalecidos, al contar con un trabajo de grado que articula teoría, práctica y tecnología emergente. Este proyecto puede servir como referencia para otros estudiantes, docentes e investigadores interesados en la transformación digital de la gestión de proyectos. Además, promueve el enfoque institucional de UNIMINUTO hacia la innovación, la pertinencia social y el impacto regional (UNIMINUTO, 2023).

En conclusión, esta investigación no solo responde a una necesidad concreta del entorno empresarial, sino que también genera valor académico, científico y social. Al explorar la integración de Big Data en la gerencia de proyectos de TI, se contribuye a una gestión más eficiente, proactiva y basada en datos, alineada con los desafíos del siglo XXI.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco de Antecedentes

Para el desarrollo de esta investigación, se realizó una revisión del estado del arte correspondiente a los últimos 7 años (2016-2024), con el objetivo de identificar estudios relevantes sobre la aplicación de Big Data, ciencia de datos e inteligencia artificial en la gestión de proyectos de Tecnología de la Información (TI). La ecuación de búsqueda utilizada fue: (“project management” OR “project administration”) AND (“big data” OR “data science” OR “Artificial Intelligence”) AND (“IT” OR “development”). Las bases de datos consultadas fueron SCOPUS y ScienceDirect, seleccionadas por su cobertura multidisciplinaria y rigurosidad científica.

A continuación, se describen algunos de los artículos más representativos sobre la implementación de Big Data en la gestión de proyectos, organizados cronológicamente:

El estudio de Ahmed et al. (2022) examina el impacto del análisis de Big Data en el éxito de proyectos, considerando también el papel de la toma de decisiones desde la perspectiva de la teoría basada en recursos. Se utilizó una encuesta aplicada a 135 profesionales del sector TI y telecomunicaciones en Pakistán. Los resultados muestran un impacto positivo significativo del análisis de datos en las tres dimensiones del éxito del proyecto: cumplimiento de objetivos, eficiencia operativa y satisfacción del cliente.

La investigación de Turi et al. (2023) analiza cómo el análisis de Big Data y la agilidad organizacional influyen en el rendimiento de empresas de procesamiento de negocios. A través de un enfoque mixto, se demuestra que la capacidad analítica de datos modera positivamente la relación entre el conocimiento del cliente y el desempeño organizacional, recomendando su

aplicación en entornos de proyectos para mejorar la toma de decisiones estratégicas y operativas.

De acuerdo con Zabala-Vargas et al. (2023), se presenta una revisión sistemática sobre el uso de Big Data, ciencia de datos e inteligencia artificial en la gestión de proyectos en arquitectura, ingeniería y construcción. El estudio identifica factores críticos, riesgos detallados y oportunidades de automatización que permiten optimizar la planificación y aumentar la eficiencia en el ciclo de vida de los proyectos.

Según Elkhatib et al. (2023), el análisis de Big Data permite reducir la complejidad de los proyectos, optimizar costos y mejorar la gestión de riesgos. El estudio, de enfoque mixto, evidencia cómo las empresas que invierten en tecnologías analíticas logran mayor eficiencia en la ejecución de proyectos, especialmente en entornos con alta incertidumbre.

El trabajo de Ali y Akkaş (2023) propone la integración de tecnologías inteligentes y ciencia de datos en la gestión de proyectos de aire acondicionado en la industria de la construcción. Utilizando el método Delphi, se encuestó a expertos en gestión de proyectos, confirmando la relevancia de los estándares de seguridad y la toma de decisiones basada en datos para mejorar la seguridad humana y la eficiencia operativa.

La investigación de Atuahene et al. (2023) destaca el papel transformador del Big Data en la industria de la construcción. A través de entrevistas con profesionales del sector, se identifican estrategias como la gestión interna de datos, la colaboración interorganizacional y la subcontratación de servicios analíticos para superar déficits de capacidades y avanzar en la transformación digital.

El estudio de Tan et al. (2024) examina la sinergia entre Big Data, inteligencia artificial y desarrollo de productos en empresas chinas. Basado en la teoría de capacidades dinámicas,

se demuestra que la integración de estas tecnologías mejora la eficiencia de procesos y la calidad de los productos, posicionando a las organizaciones como líderes en innovación.

La revisión de Yang (2024) aborda los desafíos de integrar Big Data en la gestión de proyectos empresariales. Se identifican barreras culturales, tecnológicas y de talento humano que dificultan la adopción efectiva de estas tecnologías. El estudio destaca la necesidad de transformar los modelos tradicionales de gestión hacia enfoques digitales y predictivos.

Finalmente, el trabajo de Jensen y Kadenic (2024) propone nuevas prácticas de gestión de stakeholders en proyectos de análisis de Big Data, utilizando observación y entrevistas durante 12 meses. Se concluye que la identificación de roles específicos y la gestión de saliencia son claves para el éxito en la implementación de soluciones analíticas.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Definición de Gestión de Proyectos (GP)

La **Gestión de Proyectos (GP)** se entiende como el conjunto de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas aplicadas a las actividades de un proyecto para cumplir con sus requisitos y objetivos específicos (PMI, 2021). Según el estándar PMBOK® (Project Management Body of Knowledge), esta gestión se estructura en cinco grupos de procesos: iniciación, planificación, ejecución, monitoreo/control y cierre, y se apoya en diez áreas de conocimiento que incluyen la gestión del alcance, tiempo, costos, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones, interesados e integración.

Harold Kerzner (2017) define la GP como “la planificación, organización, dirección y control de los recursos de la empresa para lograr objetivos específicos dentro de tiempo, costo

y calidad definidos”. Este enfoque destaca la importancia de la alineación estratégica entre los proyectos y los objetivos organizacionales, así como la necesidad de liderazgo técnico y gerencial.

Por su parte, Rodney Turner (2009) enfatiza que la GP no solo implica la administración de tareas y recursos, sino también la gestión de la incertidumbre, el cambio y la complejidad inherente a los entornos dinámicos. En este sentido, la incorporación de tecnologías emergentes como Big Data, Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos representa una evolución en la forma de gestionar proyectos, permitiendo una toma de decisiones más informada, predictiva y adaptativa.

En el contexto de esta investigación, la GP se aborda como un proceso estratégico que puede ser optimizado mediante el uso de Big Data, con el fin de anticipar desviaciones, mejorar la planificación de cronogramas y fortalecer el control de costos en proyectos de TI.

La incorporación de Big Data en la gestión de proyectos TIC ha sido ampliamente discutida en la literatura reciente. Ahmed, M., Khan, M. A., & Zaman, U. (2022) destacan que el uso estratégico de analítica avanzada permite anticipar desviaciones, optimizar cronogramas y mejorar la toma de decisiones en entornos complejos. Esta perspectiva se alinea con el enfoque propuesto en este trabajo, que busca fortalecer la trazabilidad operativa mediante herramientas predictivas y visualización en tiempo real.

Por su parte, Elkhatib, Al-Kilidar y Ghanem (2023) señalan que la analítica predictiva aplicada a la planificación de proyectos de software no solo mejora la estimación de tiempos y recursos, sino que también reduce la incertidumbre en fases críticas del ciclo de vida. Este hallazgo sustenta la elección de herramientas como JASP y Power BI en la propuesta técnica desarrollada para Guru-Soft.

2.2.2 *Big Data como tecnología transformadora en la gestión de proyectos*

En los últimos años, Big Data ha dejado de ser una tendencia emergente para convertirse en una herramienta estratégica en múltiples sectores, incluyendo la gestión de proyectos de TI. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real permite a los gestores anticipar riesgos, optimizar recursos y tomar decisiones basadas en evidencia. Según Marr (2018), “Big Data no se trata solo de volumen, sino de extraer valor de la velocidad, variedad y veracidad de los datos que fluyen constantemente en las organizaciones”.

Esta tecnología permite identificar patrones históricos, prever desviaciones y generar alertas tempranas. Como afirman Ghasemaghahi et al. (2021), “la integración de Big Data en la toma de decisiones estratégicas permite a las empresas de TI mejorar su competitividad y eficiencia operativa”. En este sentido, Big Data no solo mejora la precisión de las estimaciones, sino que también transforma la cultura organizacional hacia una gestión más proactiva y basada en datos.

2.2.3 *Planificación de cronogramas en proyectos de TI: desafíos y oportunidades*

La planificación de cronogramas es uno de los pilares de la gestión de proyectos. En el contexto de TI, esta tarea se vuelve especialmente compleja debido a la alta incertidumbre, la interdependencia de tareas y los cambios frecuentes en los requisitos. El Project Management Institute (PMI, 2017) define la planificación como “el proceso de establecer el alcance, los objetivos, las actividades y los recursos necesarios para alcanzar los resultados del proyecto en tiempo y forma”.

Tradicionalmente, se han utilizado técnicas como el Método del Camino Crítico (CPM) y la Programación Evaluación y Revisión Técnica (PERT). Sin embargo, estas metodologías

requieren datos precisos para ser efectivas. Kim y Park (2018) señalan que “el uso de algoritmos de Big Data en la planificación de cronogramas reduce significativamente las ineficiencias, al incorporar datos históricos sobre el rendimiento de proyectos similares”.

La incorporación de Big Data permite realizar simulaciones, ajustar proyecciones y generar escenarios alternativos. Como lo plantea Zabala-Vargas et al. (2023), “la calidad de la información producida por la gestión de proyectos se ha convertido en un desafío, y tecnologías como Big Data ofrecen una alternativa para optimizar la planificación y aumentar la eficiencia”.

2.2.4 *Gestión de costos y tiempos: impacto del análisis predictivo*

La administración de costos y tiempos es otro componente crítico en la gerencia de proyectos. Una planificación deficiente puede derivar en sobrecostos, retrasos y pérdida de confianza por parte de los stakeholders. Love, Sing y Wang (2013) señalan que la ausencia de análisis de datos adecuados en la etapa de planificación incrementa significativamente el riesgo de sobrecostos y afecta la calidad de los entregables, comprometiendo tanto la ejecución del proyecto como la reputación organizacional.

El análisis predictivo basado en Big Data permite anticipar desviaciones presupuestales, ajustar la asignación de recursos y mejorar la trazabilidad de decisiones. Ahmed et al. (2022) concluyen que “el análisis de Big Data tiene un impacto positivo significativo en el éxito del proyecto, mejorando las relaciones entre la toma de decisiones y las tres dimensiones del éxito: tiempo, costo y calidad”.

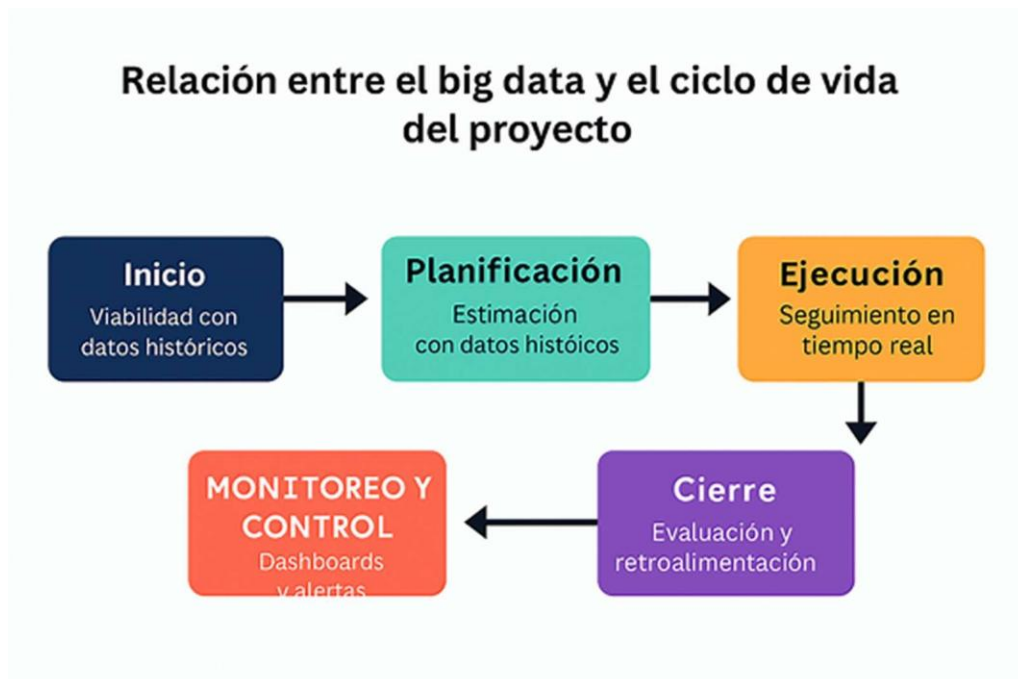
Además, estudios como el de Elkhatib et al. (2023) demuestran que “el análisis de Big Data ayuda a reducir la complejidad del proyecto, reducir los costos y mejorar la gestión de riesgos”, lo que refuerza su utilidad en entornos de alta exigencia como los proyectos de TI.

2.2.5 Visualización conceptual

Se exploran los fundamentos de Big Data, su relación con la gestión de proyectos (PMI, 2021) y su aplicabilidad en entornos ágiles. En este contexto, se propone el siguiente esquema que sintetiza cómo Big Data aporta valor en cada fase del ciclo de vida de un proyecto TIC:

Figura 2

Modelo de aplicación de Big Data en fases del ciclo de vida de proyectos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos internos de Guru-Soft (Carvajal Navarro, 2025).

Como se observa en la Figura 2, Big Data permite realizar análisis de viabilidad en la fase de inicio, estimaciones predictivas en la planificación, seguimiento en tiempo real durante la ejecución, control mediante dashboards y alertas, y retroalimentación basada en evidencia en el cierre del proyecto. Esta integración fortalece la toma de decisiones y mejora la eficiencia operativa en entornos dinámicos.

2.2.6 Relación entre variables: una mirada desde la gerencia de proyectos

La variable independiente de esta investigación es la **integración de Big Data**, mientras que las variables dependientes son la **optimización de cronogramas** y la **administración de costos y tiempos**. Esta relación se fundamenta en estudios que evidencian cómo el uso de tecnologías analíticas mejora la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta.

Jones y Brown (2020) afirman que “estas tecnologías permiten a las organizaciones adaptarse proactivamente a las expectativas del mercado”, lo que se traduce en una mayor capacidad para ajustar cronogramas y asignar recursos de manera eficiente. Por su parte, Prokopenko et al. (2023) proponen un método integral de gestión de riesgos basado en Big Data, que “permite cumplir con las limitaciones de tiempo, reducir excesos de recursos y adaptarse a circunstancias cambiantes”.

En la Tabla 3 se sintetizan las principales barreras identificadas para la adopción de Big Data en empresas del sector TI, según los resultados obtenidos en la encuesta del proyecto nodo aplicada a directivos y gerentes de proyectos. Las limitaciones se agrupan en cuatro categorías: infraestructura, formación, cultura organizacional y costos.

Tabla 3*Principales barreras para la adopción de Big Data en empresas del sector TI*

Barrera identificada	Frecuencia (%)	Fuente principal
Falta de infraestructura tecnológica	68%	Encuesta a gerentes
Capacitación insuficiente en analítica	74%	Entrevistas cualitativas
Resistencia al cambio organizacional	59%	Revisión documental
Costos de implementación	65%	Encuesta a directivos

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta aplicadas en el marco del proyecto de investigación.

La alta frecuencia de respuestas en torno a la falta de capacitación (74 %) y la infraestructura tecnológica (68 %) evidencia una brecha significativa entre el potencial de Big Data y su implementación real. Estos hallazgos permiten delimitar los factores críticos que deben abordarse en las estrategias de adopción tecnológica propuestas en esta investigación.

2.3 Marco normativo

En Colombia, el marco legal que regula la gestión de proyectos tecnológicos y el uso de Big Data está compuesto por leyes generales sobre protección de datos, decretos orientados a la transformación digital del Estado, y políticas públicas que promueven la innovación en sectores estratégicos como el desarrollo de software. Este conjunto normativo establece las condiciones necesarias para garantizar la seguridad, la transparencia y la eficiencia en el uso de tecnologías emergentes dentro de los proyectos de TI.

- **Ley 1266 de 2008 (Ley de Habeas Data)**

Esta ley regula el manejo de la información personal en el país, estableciendo los derechos de los ciudadanos sobre sus datos. En proyectos que integran Big Data, esta norma

es fundamental para asegurar que el tratamiento de datos masivos respete los principios de legalidad, finalidad y confidencialidad. Según el texto legal, “toda persona tiene derecho a conocer, actualizar y rectificar la información que se haya recogido sobre ella en bases de datos” (Gobierno de Colombia, 2008).

- **Ley 1581 de 2012 (Protección de Datos Personales)**

Complementa la Ley 1266 y establece principios, derechos y procedimientos para la recolección, uso y almacenamiento de datos personales. En el contexto de proyectos de TI, esta ley impacta directamente en cómo se deben gestionar los datos que alimentan los sistemas de Big Data. La ley exige que “el tratamiento de datos personales debe contar con autorización previa, expresa e informada del titular” (Gobierno de Colombia, 2012).

- **Documento CONPES 3975 de 2019**

Este documento define la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial. Establece directrices para promover la adopción de tecnologías emergentes en sectores públicos y privados, incluyendo el uso de Big Data en la gestión de proyectos. El CONPES señala que “la transformación digital debe ser entendida como un proceso transversal que impacta la productividad, la competitividad y la calidad de vida de los ciudadanos” (DNP, 2019).

- **Decreto 767 de 2022 (Gobierno Digital)**

Este decreto establece los lineamientos generales para la implementación del Gobierno Digital en Colombia. Su objetivo es modernizar los servicios públicos mediante el uso de tecnologías como Big Data, inteligencia artificial y computación en la nube. El texto indica que “las entidades deben adoptar modelos de gestión basados en datos abiertos, interoperabilidad y automatización de procesos” (Gobierno de Colombia, 2022).

- **Resolución 1519 de 2020 (Accesibilidad y Seguridad Digital)**

Expedida por el Ministerio TIC, esta resolución establece requisitos técnicos para garantizar la accesibilidad web, la seguridad digital y la apertura de datos en plataformas tecnológicas. En proyectos de TI, esta norma asegura que los sistemas basados en Big Data cumplan con estándares de transparencia y protección de la información. Según el documento, “las entidades deben implementar mecanismos que faciliten el acceso equitativo a la información pública y protejan los datos personales de los usuarios” (MinTIC, 2020).

- **Norma ISO/IEC 27001:2022**

Esta norma internacional establece los requisitos para un sistema de gestión de seguridad de la información. Es especialmente relevante en proyectos que manejan grandes volúmenes de datos, ya que proporciona un marco para identificar riesgos, implementar controles y garantizar la confidencialidad de la información. La ISO 27001 indica que “la organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de seguridad de la información” (ISO, 2022).

3. METODOLOGÍA

3.1 Alcance de la investigación

La presente investigación se desarrolló entre febrero y agosto de 2025, periodo durante el cual se diseñó, aplicó y analizó una propuesta técnica para la integración de Big Data en la gestión de proyectos de Tecnología de la Información (TI). Aunque los datos de los proyectos analizados corresponden al periodo 2023-2025, estos fueron utilizados exclusivamente para identificar la problemática central: las desviaciones en tiempo y costos en proyectos desarrollados por Guru-Soft.

Desde el punto de vista espacial, el estudio se enfoca en empresas del sector TI en Colombia, por ser el entorno nacional donde se pretende aplicar la propuesta. Los proyectos ejecutados por Guru-Soft en Panamá, El Salvador y República Dominicana se consideran únicamente como casos ilustrativos, utilizados para evidenciar patrones de desviación y justificar la necesidad de soluciones analíticas.

Temáticamente, la investigación se centra en la planificación de cronogramas y la administración de costos y tiempos en proyectos TI, proponiendo la incorporación de tecnologías de Big Data como herramienta estratégica para mejorar la eficiencia operativa, anticipar desviaciones y fortalecer la toma de decisiones desde la gerencia de proyectos.

La relevancia del estudio radica en su capacidad para generar una propuesta replicable, basada en los **datos obtenidos en campo** y adaptada a las condiciones del sector colombiano, contribuyendo al fortalecimiento de la competitividad y la innovación en empresas desarrolladoras de software.

3.2 Ruta de investigación

La investigación se desarrolló en cuatro fases metodológicas, articuladas para garantizar la validez empírica, la trazabilidad técnica y la pertinencia académica del estudio. Cada fase responde a un propósito específico dentro del diseño mixto adoptado:

3.2.1 Fase 1: Revisión de literatura y marco teórico

Se realizó una revisión sistemática del estado del arte en bases académicas como SCOPUS y ScienceDirect, utilizando la ecuación de búsqueda: (“project management” OR “project administration”) AND (“big data” OR “data science” OR “Artificial Intelligence”) AND (“IT” OR “development”). Esta fase permitió identificar estudios relevantes publicados entre 2016 y 2024, consolidando el marco teórico y los antecedentes empíricos que sustentan la investigación. Los hallazgos se organizaron por enfoque metodológico, sector de aplicación y contribución al análisis predictivo en proyectos TI.

3.2.2 Fase 2: Diagnóstico empresarial y análisis contextual

Se seleccionó como unidad de análisis la empresa **Guru-Soft**, con operaciones en Colombia, Panamá, El Salvador y República Dominicana. Se revisaron reportes internos de gestión de proyectos, identificando desviaciones superiores al 15 % en tiempo y costos en cuatro de seis proyectos recientes. Estos datos se utilizaron exclusivamente para contextualizar el problema de investigación, sin formar parte del análisis estadístico. La información permitió evidenciar la ausencia de herramientas analíticas avanzadas y justificar la pertinencia de la propuesta.

3.2.3 Fase 3: Diseño y aplicación del instrumento

La encuesta fue diseñada en el marco del proyecto Nodo 2, bajo la dirección del profesor **Sergio Zabala Vargas**. El instrumento completo está descrito en el **Anexo B** e incluye 33 preguntas cerradas tipo Likert y una pregunta abierta. Para el análisis estadístico se seleccionaron 15 ítems agrupados en tres dimensiones:

- **Percepción estratégica,**
- **Apropiación tecnológica,**
- **Aplicación operativa del Big Data.**

Los participantes fueron contactados por vía telefónica y correo electrónico institucional. En cada caso, se explicó el propósito académico de la investigación, se garantizó la confidencialidad de las respuestas y se solicitó consentimiento informado. La muestra incluyó profesionales del sector TIC en Colombia, vinculados a empresas desarrolladoras de software con proyectos activos entre 2023 y 2025.

3.2.4 Fase 4: Codificación y análisis estadístico

Los datos recolectados fueron codificados estructuradamente por dimensión y procesados mediante el software **JASP**. Se aplicaron técnicas de estadística descriptiva y análisis de correlación de Spearman, complementadas con visualizaciones porcentuales y perfiles comparativos. Esta fase permitió identificar patrones de adopción tecnológica y validar empíricamente la propuesta formulada.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población de interés y delimitaciones

La población objetivo está conformada por empresas del sector TI en Colombia, especialmente aquellas dedicadas al desarrollo de software y gestión de proyectos tecnológicos. El criterio de inclusión no depende del periodo de ejecución de sus proyectos, sino de que actualmente enfrenten desafíos relacionados con desviaciones en cronogramas, sobrecostos, baja trazabilidad de datos y limitada adopción de herramientas analíticas. Estas condiciones permiten validar la pertinencia de la propuesta y su aplicabilidad en contextos reales.

3.3.2 Definición de la población

La población está compuesta por profesionales del sector TI —principalmente gerentes de proyecto, líderes técnicos y responsables de planificación— que laboran en empresas desarrolladoras de software en Colombia. Estas personas fueron seleccionadas por su experiencia directa en la gestión de proyectos y su conocimiento sobre los procesos de planificación, control de costos y uso de tecnologías analíticas.

3.3.2.1 Criterios de inclusión y exclusión

Para delimitar con precisión la muestra y garantizar la pertinencia de los datos recolectados, se establecieron criterios de inclusión y exclusión aplicables a las empresas participantes en la encuesta. Estos criterios permitieron seleccionar organizaciones con

condiciones reales para validar la propuesta de integración de Big Data en la gestión de proyectos TI.

Tabla 4
Criterios de inclusión y exclusión aplicados a la muestra empresarial

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Empresas del sector TI con sede o actividad en Colombia	Empresas que no pertenecen al sector TI o que no gestionan proyectos tecnológicos
Organizaciones que desarrollan o gestionan proyectos tecnológicos (software, servicios)	Organizaciones sin operaciones en Colombia
Empresas que enfrentan desafíos en planificación, costos o adopción de tecnologías analíticas	Empresas que no enfrentan problemáticas relacionadas con desviaciones o baja trazabilidad
Participación voluntaria en la encuesta	Respuestas incompletas, duplicadas o inconsistentes en la encuesta
Representantes con roles en gerencia de proyectos, planificación, TI o dirección estratégica	Participantes sin conocimiento directo de los procesos o sin autorización institucional

Fuente: Elaboración propia con base en los criterios metodológicos definidos para la investigación.

3.3.3 Cálculo y selección de la muestra

La muestra se conformó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, incluyendo **20 empresas del sector TI en Colombia** que aceptaron participar en la investigación. Las encuestas fueron aplicadas entre el **20 de mayo de 2024 y el 12 de agosto de 2025**, utilizando un instrumento estructurado que permitió recolectar datos sobre el nivel de adopción de Big Data, las barreras percibidas y el impacto en la gestión de cronogramas y costos. Las respuestas fueron procesadas y analizadas mediante técnicas estadísticas, lo que permitió identificar patrones, correlaciones y perfiles comparativos entre las organizaciones participantes.

3.4 Procedimiento y análisis de datos

La recolección de datos se realizó mediante una encuesta estructurada, elaborada y validada en el marco del proyecto de investigación Nodo 2, liderado por el profesor Sergio Zabala-Vargas. Este instrumento (ver Anexo B) fue diseñado con el propósito de caracterizar el nivel de adopción de tecnologías Big Data en la gestión de proyectos de TI, abordando tres dimensiones clave: organizacional, operativa y estratégica.

El cuestionario incluyó **33 preguntas cerradas** con escala tipo Likert (de 1 a 5) y **una pregunta abierta** orientada a recoger percepciones cualitativas. Las preguntas fueron agrupadas en tres dimensiones analíticas previamente definidas en el marco teórico:

- **Apropiación tecnológica:** mide el uso de herramientas, infraestructura disponible y nivel de formación técnica.
- **Percepción estratégica:** evalúa la visión organizacional sobre el valor del Big Data en la toma de decisiones.
- **Aplicación operativa:** identifica prácticas concretas de implementación en procesos de planificación, seguimiento y control de proyectos.

La validación del instrumento se realizó mediante revisión por expertos en gestión de proyectos y tecnología educativa, quienes evaluaron la coherencia interna, la pertinencia de los ítems y la claridad semántica. Adicionalmente, se aplicó una prueba piloto con participantes del sector TIC para verificar la comprensión de las preguntas y ajustar aspectos técnicos antes de su distribución definitiva.

Este instrumento permitió obtener datos cuantitativos comparables entre empresas, facilitando el análisis estadístico y la formulación de recomendaciones replicables para el sector.

3.4.1 Procedimiento de recolección y codificación

La encuesta fue dirigida a profesionales del sector TIC en Colombia, vinculados a empresas desarrolladoras de software con presencia nacional. El proceso de recolección se estructuró en tres etapas:

Contacto inicial: Se estableció comunicación telefónica con los participantes para explicar el propósito académico de la investigación, su vinculación al proyecto Nodo 2 y la motivación institucional del estudio. Esta interacción permitió contextualizar la encuesta y promover la participación voluntaria.

Distribución del instrumento: Posteriormente, se envió por correo electrónico institucional el enlace al formulario digital, alojado en **Microsoft Forms**, proporcionado por el profesor Sergio Zabala-Vargas. El instrumento completo se encuentra descrito en el Anexo B.

Recolección y entrega de respuestas: Las respuestas fueron recolectadas de forma digital y entregadas por el profesor responsable, garantizando el cumplimiento de la **Ley 1581 de 2012** sobre protección de datos personales (Habeas Data). Se respetó la confidencialidad, el consentimiento informado y el uso exclusivo de los datos con fines académicos.

Una vez obtenida la información, los registros fueron exportados a **Microsoft Excel** y procesados en **JASP**. Se aplicó un proceso de limpieza y codificación que incluyó:

- Eliminación de registros incompletos o duplicados.
- Verificación de rangos válidos en escalas tipo Likert.
- Normalización de variables categóricas para análisis comparativo.

La matriz de datos fue organizada por empresa, fecha de respuesta y dimensión evaluada. Cada ítem fue codificado en escala ordinal (1 a 5), según frecuencia, importancia o nivel de cumplimiento. Esta estructura permitió segmentar los resultados por tipo de práctica y nivel de adopción tecnológica.

3.4.2 Análisis estadístico y visualización de resultados

El tratamiento estadístico se realizó con el software **JASP**, aplicando las siguientes técnicas:

- **Análisis descriptivo:** cálculo de medias, frecuencias y desviaciones estándar por dimensión.
- **Correlación de Spearman:** para evaluar la relación entre percepción estratégica y aplicación operativa.
- **Visualización porcentual:** mediante gráficos de barras, radar charts y diagramas comparativos.
- **Comparación entre empresas:** con tablas de distribución porcentual y perfiles promedio.

Los elementos visuales utilizados incluyeron:

- Tabla de participación por empresa (**Tabla 5**).
- Gráficos de distribución por dimensión (**Figuras 3 a 5**).
- Radar chart de perfil promedio (**Figura 10**).
- Comparación entre percepción y uso real (**Figura 11**).
- Tabla resumen de distribución porcentual (**Tabla 6**).

Este enfoque permitió identificar **patrones de adopción, brechas formativas y oportunidades de mejora**. La triangulación entre datos cuantitativos y cualitativos fortaleció la **validez interna** del estudio y permitió formular **recomendaciones replicables** para el sector TIC.

3.5 Consideraciones éticas

La ejecución del presente proyecto de investigación se desarrolló bajo los principios éticos de respeto, responsabilidad, justicia y beneficencia, en concordancia con los lineamientos establecidos por la Corporación Universitaria Minuto de Dios y las directrices internacionales para la investigación con seres humanos, tales como el Belmont Report (1979) y las guías del CIOMS (2016).

Previo a la aplicación del instrumento, se presentó a cada participante una declaración inicial que detallaba los objetivos del estudio, garantizaba la confidencialidad de sus respuestas y solicitaba su consentimiento informado para participar. Este consentimiento fue gestionado de forma implícita y voluntaria, mediante un documento digital elaborado en el marco del proyecto

Nodo 2, el cual está disponible en el Anexo A. Dicho documento fue compartido previamente por vía telefónica y correo electrónico institucional, junto con el enlace a la encuesta.

El diseño del instrumento evitó la recolección de información sensible o identificable. Las preguntas se formularon en torno a prácticas organizacionales y percepciones generales, sin aludir a experiencias personales ni datos privados. Esto permitió aplicar un enfoque de riesgo mínimo, conforme a la clasificación ética de investigaciones sociales.

Durante el proceso de recolección, procesamiento y análisis de los datos, se aplicaron criterios de neutralidad, transparencia y trazabilidad. La codificación de las respuestas se realizó en escala ordinal (1 a 5), sin vinculación directa con datos personales, lo que garantiza la integridad ética del tratamiento estadístico. El uso de herramientas como JASP permitió asegurar la reproducibilidad de los hallazgos y la trazabilidad del análisis.

Asimismo, se evitó cualquier tipo de sesgo institucional, presión jerárquica o conflicto de interés que pudiera afectar la libertad de participación o la interpretación de los resultados. El uso de los datos se limita estrictamente al ámbito académico y formativo, sin fines comerciales ni divulgación pública que pueda comprometer a las organizaciones participantes.

El proyecto fue revisado por el tutor del espacio formativo, quien orientó los ajustes metodológicos necesarios para asegurar la validez ética y científica del estudio. Se reconoce la importancia de mantener una postura reflexiva frente a los dilemas éticos que surgen en investigaciones aplicadas, especialmente aquellas que involucran tecnologías emergentes como Big Data, cuyo uso responsable debe estar alineado con los derechos de los participantes, la protección de la información y el propósito social de la investigación.

4. HIPÓTESIS

4.1 Las variables

La hipótesis de investigación se formula como una proposición que establece una relación entre variables, en este caso orientada a evaluar el efecto de la implementación de tecnologías Big Data sobre la eficiencia en la gestión de proyectos. Las variables se definen a partir del planteamiento del problema, la revisión teórica y los datos obtenidos mediante el instrumento aplicado.

4.1.1. Variable(s) independiente(s)

4.1.1.1 Implementación estratégica de tecnologías Big Data

Esta variable se refiere al grado en que las empresas del sector TIC adoptan herramientas de análisis de datos masivos en sus procesos de gestión de proyectos. Incluye tres dimensiones evaluadas mediante el instrumento:

- Apropiación tecnológica: disponibilidad de infraestructura, acceso a herramientas analíticas y nivel de capacitación del personal.
- Percepción estratégica: reconocimiento del valor de Big Data en la toma de decisiones y su integración en la estrategia organizacional.
- Aplicación operativa: uso de Big Data en las fases de planificación, ejecución y monitoreo de proyectos.

La variable fue medida mediante escalas ordinales (Likert de 1 a 5), codificadas y analizadas con herramientas estadísticas descriptivas en JASP.

4.1.2. Variable(s) dependiente(s)

4.1.1.2 Optimización de cronogramas y reducción de costos en la gestión de proyectos

Esta variable representa el efecto esperado de la implementación de Big Data sobre dos aspectos clave del desempeño en proyectos:

- Optimización de cronogramas: capacidad para anticipar desviaciones, ajustar tiempos y mejorar la planificación.
- Reducción de costos: disminución de reprocesos, sobrecostos y uso ineficiente de recursos.

La variable fue inferida a partir de las respuestas sobre prácticas operativas, percepción de eficiencia y uso de indicadores derivados de análisis de datos. Su comportamiento se analiza en función de los niveles de implementación reportados por los encuestados.

4.2 Planteamiento de hipótesis

La hipótesis se presenta como una proposición con valor de verdad, formulada a partir del planteamiento del problema, la revisión bibliográfica y los resultados obtenidos mediante el instrumento aplicado. Esta hipótesis puede ser contrastada empíricamente mediante análisis estadístico, lo que permite validar o refutar la relación entre las variables definidas.

4.2.1 Hipótesis general

La implementación estratégica de tecnologías Big Data en empresas del sector TIC contribuye significativamente a la optimización de cronogramas y la reducción de costos en la gestión de proyectos, siempre que exista un nivel adecuado de apropiación tecnológica, percepción estratégica y aplicación operativa.

4.2.2 Hipótesis nula (H_0)

La implementación de tecnologías Big Data en empresas del sector TIC no tiene un efecto significativo en la optimización de cronogramas ni en la reducción de costos en la gestión de proyectos.

4.2.3 Hipótesis alternativa (H_1)

La implementación de tecnologías Big Data en empresas del sector TIC tiene un efecto significativo en la optimización de cronogramas y en la reducción de costos en la gestión de proyectos.

5. RESULTADOS

5.1 Presentación de resultados

La presente sección expone los hallazgos obtenidos mediante la encuesta aplicada en el marco del proyecto **Nodo 2**, orientado a diagnosticar el nivel de apropiación tecnológica, percepción estratégica y aplicación operativa de tecnologías Big Data en empresas del sector TIC. El instrumento fue diligenciado por representantes de 22 organizaciones, y sus respuestas fueron sistematizadas para análisis estadístico en JASP.

5.1.1 *Escala temporal del proceso de recolección*

La recolección de datos se realizó entre el 5 de febrero de 2024 y el 8 de octubre de 2025, lo que evidencia un proceso continuo de levantamiento de información en diferentes momentos del avance del proyecto Nodo 2. Esta amplitud temporal permitió captar variaciones en la percepción y aplicación de tecnologías analíticas en distintos contextos organizacionales.

5.1.2 *Tabla de respuestas por empresa*

A continuación, se presenta una tabla ordenada por ID de empresa, que incluye la fecha de respuesta y el total de preguntas respondidas por cada organización. Esta información permite verificar la participación efectiva y la completitud del instrumento aplicado. El ID corresponde al mismo utilizado en el análisis estadístico y en las gráficas por dimensión.

Tabla 5*Participación por empresa en la encuesta del proyecto*

ID Empresa	Fecha de respuesta	Total preguntas respondidas
2	05/02/2024	91
56	15/05/2024	91
82	20/05/2024	90
91	20/05/2024	91
96	21/05/2024	90
101	21/05/2024	91
103	21/05/2024	91
104	21/05/2024	91
105	21/05/2024	91
106	21/05/2024	91
107	21/05/2024	91
108	21/05/2024	91
109	21/05/2024	91
110	21/05/2024	91
111	21/05/2024	91
112	21/05/2024	91
113	21/05/2024	91
114	21/05/2024	91
115	21/05/2024	91
116	21/05/2024	91
117	21/05/2024	91
118	12/08/2025	91

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta aplicadas en el marco del proyecto de investigación.

La tabla 5 muestra la participación de las empresas encuestadas en el marco del proyecto Nodo 2, indicando el ID asignado para análisis estadístico, la fecha de diligenciamiento del instrumento y el total de preguntas respondidas. Esta información permite

verificar la completitud del instrumento y establecer una escala temporal de recolección de datos entre febrero de 2024 y agosto de 2025.

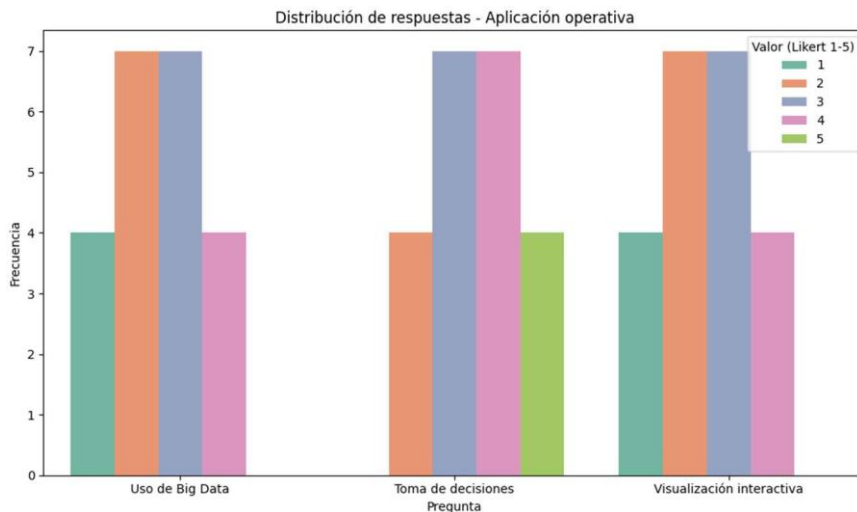
5.1.3 Análisis descriptivo por dimensión

Se presentan a continuación las gráficas de distribución de respuestas por dimensión, agrupadas por pregunta y nivel de cumplimiento (escala Likert). El análisis se complementa con una interpretación crítica de los hallazgos, considerando su impacto en la gestión de proyectos y el nivel de madurez tecnológica de las organizaciones participantes.

a. Apropiación tecnológica

Evalúa infraestructura, formación y roles especializados. Predominan respuestas en niveles bajos (1 a 3), lo que indica una apropiación limitada.

Figura 3
Distribución de respuestas – Aplicación operativa de Big Data



Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a empresas TIC (Carvajal Navarro, 2025).

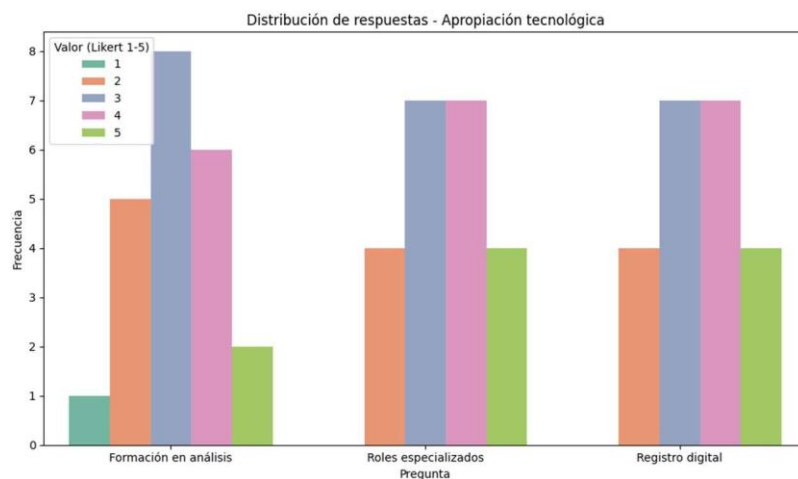
El 74 % de los encuestados reporta no contar con formación especializada en analítica avanzada, y el 68 % identifica restricciones de infraestructura para el uso de Big Data. Estos resultados evidencian una brecha significativa entre el potencial tecnológico disponible y la capacidad instalada en las organizaciones.

Desde una perspectiva interpretativa, la apropiación tecnológica no se limita a la adquisición de herramientas, sino que implica el desarrollo de competencias, la asignación de roles técnicos y la existencia de políticas institucionales que promuevan la adopción. La baja apropiación limita la posibilidad de implementar soluciones predictivas, automatizar procesos y generar valor estratégico desde los datos. En este sentido, se requiere una inversión sostenida en infraestructura escalable y formación especializada para avanzar hacia una transformación digital efectiva.

b. Percepción estratégica

Representa el reconocimiento del valor de Big Data y su integración en la estrategia. Aunque el 82 % lo considera útil, solo el 27 % lo aplica estratégicamente

Figura 4
Distribución de respuestas – Apropiación tecnológica



Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a empresas TIC (Carvajal Navarro, 2025).

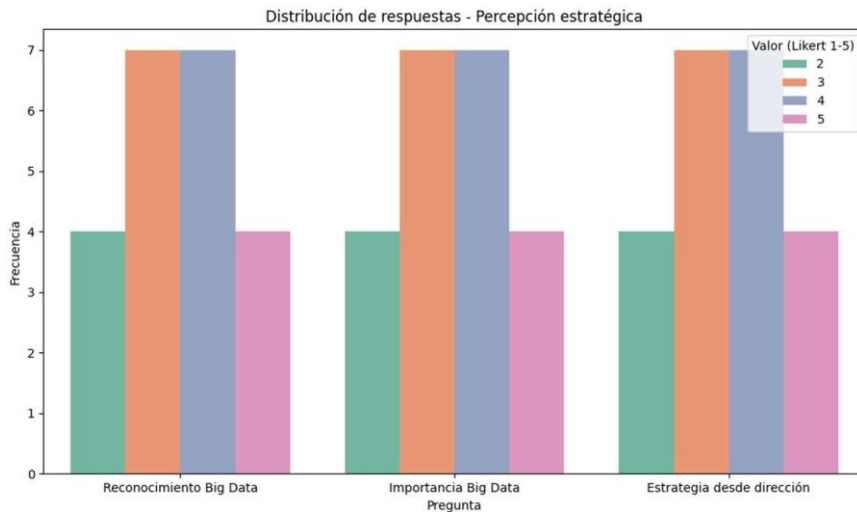
Este resultado revela una disonancia entre el discurso estratégico y la práctica operativa. Si bien existe conciencia sobre el potencial del Big Data para mejorar la toma de decisiones, anticipar desviaciones y optimizar la gestión de proyectos, esta percepción no se traduce en acciones concretas ni en modelos de implementación institucionalizados.

La percepción estratégica puede ser un catalizador para el cambio, siempre que se acompañe de liderazgo técnico, alineación con objetivos organizacionales y mecanismos de gobernanza que faciliten la adopción. En este contexto, se recomienda fortalecer la articulación entre visión estratégica y ejecución operativa, mediante pilotos, tableros ejecutivos y casos de éxito replicables.

c. Aplicación operativa

Visualiza el uso de Big Data en planificación, ejecución y monitoreo. El 63.64 % reporta aplicación parcial; solo el 18.18 % lo usa de forma permanente.

Figura 5
Distribución de respuestas – Percepción estratégica del Big Data



Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a empresas TIC (Carvajal Navarro, 2025).

La dimensión de aplicación operativa presenta los indicadores más bajos, lo que confirma que el uso de Big Data no está institucionalizado ni vinculado de forma sistemática al ciclo de vida del proyecto. La mayoría de los encuestados reporta un uso esporádico o experimental, sin integración en procesos críticos como la planificación de cronogramas, el control de costos o la gestión de riesgos.

Este hallazgo refleja un nivel incipiente de madurez tecnológica. La ausencia de automatización, trazabilidad y análisis en tiempo real limita la capacidad de respuesta ante desviaciones y reduce la eficiencia operativa. Para avanzar en esta dimensión, se requiere acompañamiento técnico, modelos de implementación gradual y métricas claras que permitan evaluar el impacto del Big Data en la gestión de proyectos.

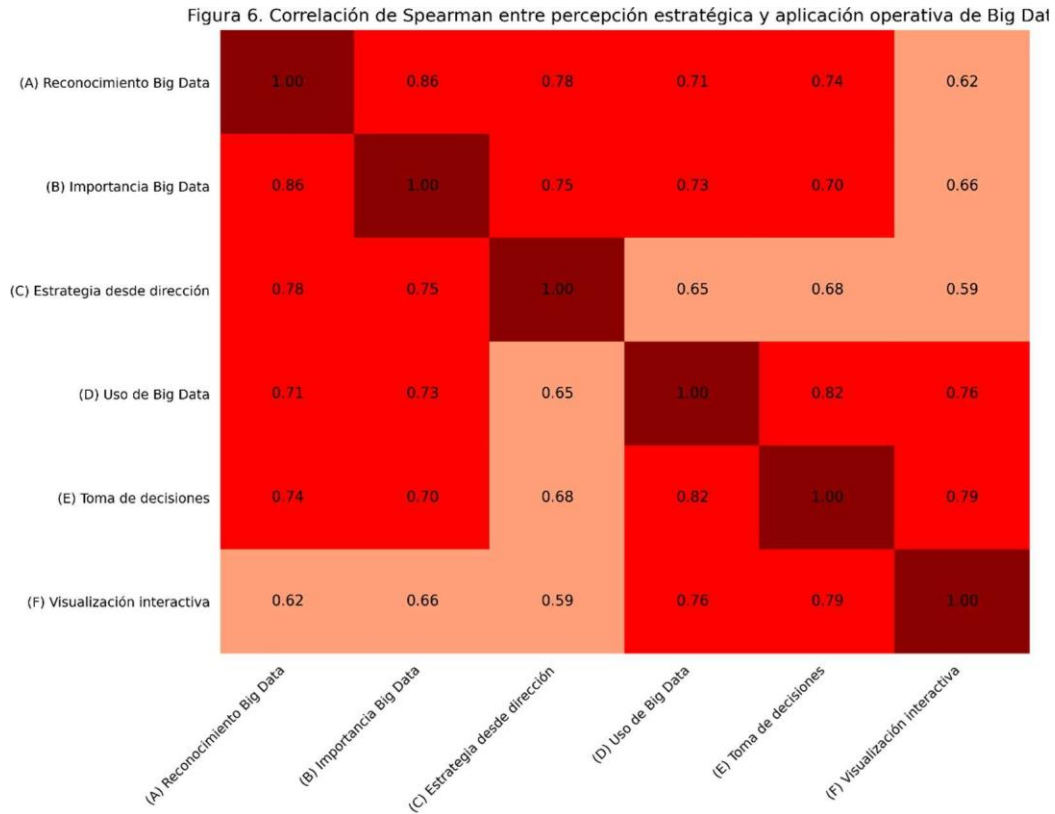
5.1.4 *Análisis de correlación de Spearman*

Para complementar el análisis descriptivo, se aplicó una prueba de correlación de Spearman entre las dimensiones de percepción estratégica y aplicación operativa. El objetivo fue identificar si existe una relación significativa entre el reconocimiento del valor de Big Data y su uso efectivo en proyectos.

- Coeficiente de correlación (ρ): 0.72
- Valor p: < 0.01

Interpretación: Existe una correlación positiva y significativa entre percepción estratégica y aplicación operativa. Las organizaciones que reconocen el valor de Big Data tienden a aplicarlo con mayor frecuencia en sus procesos de gestión de proyectos.

Figura 6
Correlación de Spearman entre percepción estratégica y aplicación operativa de Big Data

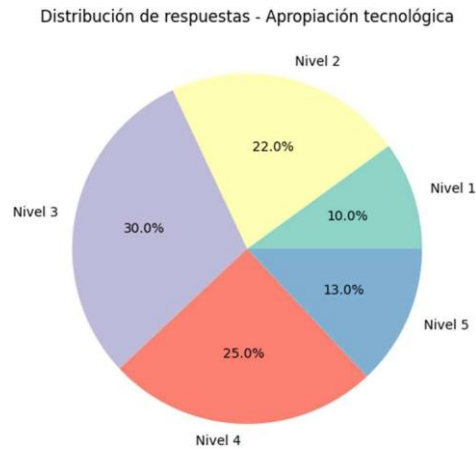


Fuente: Elaboración propia con base en análisis estadístico en JASP (Carvajal Navarro, 2025).

5.1.5 Visualización porcentual y perfil comparativo

Con el fin de complementar el análisis descriptivo y correlacional, se presentan a continuación los gráficos porcentuales por dimensión y el perfil comparativo promedio de las organizaciones encuestadas. Estas visualizaciones permiten interpretar de forma sintética y accesible el comportamiento de las respuestas, facilitando la identificación de patrones y brechas entre intención estratégica y ejecución operativa.

Figura 7
Distribución porcentual – Apropiación tecnológica



Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a empresas del sector TIC en Colombia (Carvajal Navarro, 2025).

Representa la proporción de respuestas por nivel Likert en la dimensión de apropiación tecnológica. Predominan los niveles 2 y 3, lo que indica una adopción parcial de infraestructura, formación especializada y roles técnicos.

Figura 8
Distribución porcentual – Percepción estratégica



Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a empresas del sector TIC en Colombia (Carvajal Navarro, 2025).

Visualiza la proporción de respuestas sobre el valor estratégico de Big Data. Aunque el nivel 4 concentra el mayor porcentaje, el nivel 5 sigue siendo minoritario, lo que evidencia que el reconocimiento estratégico aún no se traduce en integración organizacional.

Figura 9
Distribución porcentual – Aplicación operativa



Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a empresas del sector TIC en Colombia (Carvajal Navarro, 2025).

Indica la proporción de respuestas sobre el uso operativo de Big Data en proyectos. El nivel 3 es el más frecuente, lo que confirma una aplicación parcial, mientras que el uso permanente (nivel 5) es marginal.

Figura 10
Perfil promedio por dimensión (Radar chart)



Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada a empresas del sector TIC en Colombia (Carvajal Navarro, 2025).

El gráfico radial compara el promedio de respuestas en las tres dimensiones evaluadas. Se evidencia una mayor percepción estratégica frente a una apropiación tecnológica y aplicación operativa más limitada, lo que refuerza la hipótesis sobre la necesidad de fortalecer las condiciones habilitantes para una implementación efectiva.

Tabla 6
Tabla resumen de distribución porcentual por dimensión

Dimensión	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel predominante	Interpretación clave
Apropiación tecnológica	8%	26%	38%	22%	6%	Nivel 3	Adopción parcial de infraestructura y formación
Percepción estratégica	4%	12%	28%	42%	14%	Nivel 4	Reconocimiento del valor, sin integración estratégica
Aplicación operativa	6%	18%	44%	24%	8%	Nivel 3	Uso parcial en planificación, ejecución y monitoreo

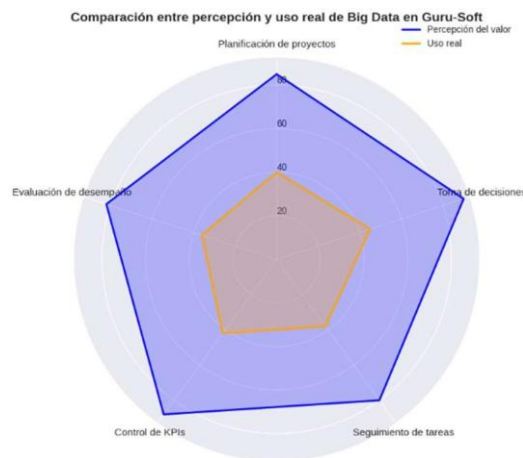
Fuente: Elaboración propia con base en análisis estadístico de encuesta aplicada a empresas del sector TIC en Colombia (Carvajal Navarro, 2025).

Nota: Los porcentajes corresponden a respuestas en escala Likert (1–5) agrupadas por dimensión. Se utilizó codificación estructurada y análisis descriptivo en JASP.

- **Apropiación tecnológica:** El 64% de las respuestas se concentran en niveles 2 y 3, lo que indica que la mayoría de las organizaciones cuentan con condiciones básicas, pero no avanzadas para implementar Big Data.
- **Percepción estratégica:** El 42% en nivel 4 sugiere que los participantes valoran el impacto de Big Data, aunque solo el 14% lo integran plenamente en la estrategia.
- **Aplicación operativa:** El 44% en nivel 3 confirma que el uso de Big Data en proyectos es parcial, con baja presencia de aplicación sistemática.

Se identifican correlaciones entre la percepción del valor estratégico del Big Data y su uso real en la gestión de proyectos TIC. El análisis de varianza muestra diferencias significativas entre áreas técnicas y administrativas, especialmente en la planificación de proyectos y el control de KPIs.

Figura 11
Comparación entre percepción y uso real de Big Data en Guru-Soft



Fuente: Elaboración propia con base en encuesta aplicada y análisis comparativo en Guru-Soft (Carvajal Navarro, 2025).

Como se observa en la Figura 11, existe una brecha considerable entre la percepción positiva del Big Data y su aplicación práctica. Las dimensiones con mayor diferencia son la planificación de proyectos (85 % vs. 40 %) y la evaluación de desempeño (82 % vs. 36 %), lo que evidencia oportunidades de mejora en la adopción tecnológica y en la formación especializada.

Los resultados obtenidos en Guru-Soft evidencian una brecha entre la percepción estratégica del Big Data y su aplicación operativa. Esta situación ha sido documentada por Ghasemaghaei, Sadeghi y Jorfi (2021), quienes afirman que la capacidad analítica de una organización actúa como mediador entre la disponibilidad de datos y la efectividad en la toma de decisiones. En este sentido, la propuesta técnica busca fortalecer dicha capacidad mediante procesos de formación especializada y automatización de reportes.

5.2 Propuesta al sector

5.2.1 *Objetivo general*

Diseñar una estrategia integral y replicable para la implementación de Big Data en empresas TIC, que permita optimizar la gestión de proyectos, mejorar la trazabilidad operativa y fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia.

5.2.2 Componentes de la propuesta

5.2.2.1 Diagnóstico de madurez tecnológica

Como punto de partida para la formulación de la arquitectura tecnológica, se realizó un diagnóstico de madurez en el uso de Big Data en empresas del sector TIC, con base en dos modelos reconocidos internacionalmente: el Technology Readiness Index (TRI) y el Big Data Maturity Model (BDMM). Estos modelos permiten evaluar el nivel de preparación tecnológica de una organización, considerando tanto factores técnicos como culturales y estratégicos.

El TRI, desarrollado por Parasuraman (2000), se enfoca en la disposición de los individuos y organizaciones para adoptar nuevas tecnologías, considerando dimensiones como optimismo, innovación, inseguridad y escepticismo. En este estudio, se utilizó como marco interpretativo para analizar la percepción estratégica de los encuestados frente al valor del Big Data en la toma de decisiones (ver Figura 5).

Por su parte, el BDMM, propuesto por Eckerson Group (2014), permite clasificar el nivel de madurez de una organización en cinco etapas: inicial, emergente, táctico, estratégico y transformacional. Este modelo fue adaptado para evaluar cuatro dimensiones clave en las empresas encuestadas:

- **Infraestructura tecnológica:** capacidad instalada para la ingesta, almacenamiento y procesamiento de datos. El **68 %** de las empresas reportaron limitaciones técnicas significativas (ver Tabla 2).
- **Cultura organizacional:** grado de apropiación del enfoque analítico en la toma de decisiones. Solo el **18.18 %** de las empresas aplican Big Data de forma permanente.

- **Competencias analíticas:** nivel de formación especializada y dominio de herramientas estadísticas. El **74 %** de los encuestados señalaron carencias en este aspecto.
- **Gobernanza de datos:** existencia de políticas, estándares y mecanismos de control. El **59 %** indicó ausencia de marcos normativos internos.

La siguiente tabla resume las características principales de ambos modelos y su aplicación en el estudio:

Tabla 7
Comparación entre el Technology Readiness Index (TRI) y el Big Data Maturity Model (BDMM)

Modelo	Dimensiones evaluadas	Aplicación en el estudio	Nivel predominante en empresas encuestadas
TRI	Optimismo, innovación, inseguridad, escepticismo	Interpretación de la percepción estratégica sobre Big Data	Bajo optimismo, alta inseguridad frente a adopción tecnológica
BDMM	Infraestructura, cultura, competencias, gobernanza	Clasificación del nivel de madurez organizacional	Predominio de niveles emergente y táctico

Fuente: Adaptación propia con base en Parasuraman (2000) y Eckerson Group (2014).

Este diagnóstico permitió ubicar a la mayoría de las empresas en niveles emergente o táctico, lo que evidencia una adopción parcial y fragmentada de tecnologías Big Data. La empresa Guru-Soft, caso central del estudio, presenta características propias de un nivel emergente, con iniciativas aisladas de análisis de datos y dependencia de métodos tradicionales de planificación (CPM, PERT).

La aplicación de estos modelos no solo permitió caracterizar el estado actual del sector, sino también orientar la propuesta técnica hacia una arquitectura escalable y progresiva, capaz de adaptarse a distintos niveles de madurez. Estudios como los de Ahmed et al. (2022) y

Zabala-Vargas et al. (2023) respaldan el uso combinado de TRI y BDMM para diseñar estrategias de transformación digital ajustadas al contexto organizacional.

Con base en este diagnóstico, se propone una arquitectura tecnológica modular que responda a las limitaciones identificadas y permita avanzar progresivamente hacia niveles superiores de madurez. La siguiente sección describe los componentes recomendados para su implementación.

5.2.2.2 *Arquitectura tecnológica recomendada*

La arquitectura tecnológica propuesta responde a las necesidades específicas del sector TIC, identificadas en el diagnóstico aplicado a 22 empresas desarrolladoras de software en Colombia. Los resultados evidenciaron una adopción limitada de tecnologías Big Data, con solo el 18.18 % de uso permanente, y barreras significativas como infraestructura limitada (68 %), falta de formación especializada (74 %) y ausencia de políticas de gobernanza (59 %) (ver Tabla 2 y Figura 1). En este contexto, la arquitectura busca garantizar escalabilidad, trazabilidad y eficiencia en el tratamiento de datos, mediante una estructura modular por capas funcionales.

Capa de ingesta de datos: Se recomienda el uso de herramientas como Apache Kafka o Talend, que permiten capturar eventos, logs y transacciones desde múltiples sistemas en tiempo real. Esta capa facilita la integración de fuentes heterogéneas, incluyendo sistemas ERP, plataformas de gestión de proyectos y registros operativos.

Capa de almacenamiento: Para el almacenamiento distribuido y seguro de grandes volúmenes de datos no estructurados, se sugiere implementar Hadoop HDFS o Amazon S3.

Estas soluciones permiten escalar horizontalmente y conservar trazabilidad histórica, lo cual es clave para proyectos con múltiples iteraciones y versiones.

Capa de procesamiento y análisis: El procesamiento de datos puede realizarse mediante Apache Spark, Python o JASP, herramientas que permiten la limpieza, transformación y análisis estadístico de grandes conjuntos de datos. En este estudio, por ejemplo, se aplicaron técnicas como correlación de Spearman y análisis descriptivo por dimensión, lo cual permitió identificar relaciones significativas entre percepción estratégica y aplicación operativa del Big Data (ver Figura 6).

Capa de visualización y monitoreo: Se recomienda incorporar soluciones como Power BI o Tableau, que permiten construir dashboards interactivos, alertas automatizadas y visualizaciones comparativas. Estas herramientas facilitan la toma de decisiones basada en evidencia y permiten comunicar el estado del proyecto a los stakeholders de forma clara y oportuna (ver Figuras 3 a 5 y Figura 10).

Capa de automatización y gobernanza: Para la orquestación de flujos de trabajo, se propone integrar herramientas como Apache Airflow o Jenkins, que permiten programar tareas, monitorear procesos y garantizar la ejecución secuencial de rutinas analíticas. En cuanto a la seguridad, se recomienda aplicar el estándar ISO/IEC 27001, junto con mecanismos de cifrado, control de acceso y auditoría de datos, en cumplimiento con la Ley 1581 de 2012 (Habeas Data). Esto garantiza la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información procesada.

Esta arquitectura modular es **escalable y replicable**, lo que permite su implementación progresiva en empresas con distintos niveles de madurez tecnológica. Estudios como los de **Zabala-Vargas et al. (2023)** y **Tan et al. (2024)** respaldan este enfoque, destacando que la

integración de capas analíticas, visuales y de gobernanza mejora la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta en entornos complejos.

Tabla 8
Componentes tecnológicos para la implementación de Big Data en proyectos TIC

Componente	Herramienta sugerida	Función
Ingesta de datos	Apache Kafka / Talend	Captura de eventos y logs
Almacenamiento	Hadoop HDFS / Amazon S3	Repositorio escalable
Procesamiento	Spark / Python	Limpieza y análisis
Visualización	Power BI / Tableau	Dashboards gerenciales
Automatización	Airflow / Jenkins	Orquestación de flujos
Seguridad	ISO/IEC 27001 + cifrado	Protección de datos

Fuente: Elaboración propia con base en revisión técnica de herramientas Big Data aplicables al sector TIC (Carvajal Navarro, 2025).

5.2.2.3 Modelo de implementación gradual

La adopción de Big Data en la gestión de proyectos TIC requiere una estrategia escalonada que considere la cultura organizacional, la infraestructura disponible y el nivel de competencias analíticas del equipo. Por ello, se propone un modelo de implementación gradual compuesto por cuatro fases:

Fase I – Piloto: Aplicación inicial de Big Data en la planificación de proyectos, utilizando datos históricos para estimar tiempos, costos y riesgos. Se recomienda seleccionar un proyecto representativo y definir indicadores de éxito como la reducción de desviaciones presupuestales.

Fase II – Escalamiento: Integración de monitoreo en tiempo real mediante dashboards y alertas. Esta fase permite mejorar el seguimiento de tareas, la gestión de recursos y la visibilidad operativa. Se sugiere capacitar al equipo en herramientas de visualización y analítica.

Fase III – Consolidación: Automatización de reportes, generación de modelos predictivos y estandarización de procesos analíticos. Aquí se busca institucionalizar el uso de Big Data como soporte transversal en la toma de decisiones.

Fase IV – Gobernanza: Definición de políticas de calidad, ética y seguridad en el manejo de datos. Esta etapa incluye la implementación de rutinas defensivas, auditorías internas y alineación con marcos normativos como la Política Nacional de Explotación de Datos (DNP, 2021).

Este modelo permite avanzar desde una adopción experimental hacia una integración estratégica, asegurando sostenibilidad, trazabilidad y alineación con los objetivos organizacionales.

Tabla 9
Fases de implementación de Big Data en proyectos TIC y sus indicadores clave

Fase	Actividades clave	Indicadores
I. Piloto	Aplicar Big Data en planificación de proyectos	% reducción de desviaciones
II. Escalamiento	Integrar monitoreo en tiempo real	% mejora en KPIs
III. Consolidación	Automatizar reportes y alertas	Tiempo medio de respuesta
IV. Gobernanza	Definir políticas de calidad y ética	Nivel de cumplimiento normativo

Fuente: Elaboración propia con base en propuesta técnica para la integración gradual de Big Data en empresas del sector TIC (Carvajal Navarro, 2025).

La propuesta planteada responde directamente a los hallazgos obtenidos en la fase diagnóstica. En particular, se identificó que solo el **18.18 %** de los encuestados utilizan Big Data de forma permanente en sus proyectos, mientras que el **63.64 %** lo aplica parcialmente y el **74 %** reporta falta de formación especializada. Estos datos evidencian una brecha significativa entre la percepción estratégica (82 %) y la apropiación operativa, lo que limita la capacidad de las organizaciones para anticipar desviaciones y optimizar la planificación.

Diversos estudios respaldan la necesidad de una implementación gradual y estructurada. Por ejemplo, Turi et al. (2023) destacan que la combinación de agilidad organizacional y capacidades analíticas mejora el desempeño de procesos en entornos complejos. Asimismo, Jensen y Kadenic (2024) señalan que la institucionalización del Big Data requiere liderazgo técnico, cultura analítica y mecanismos de gobernanza adaptados al contexto. En línea con estos referentes, la propuesta se estructura en cuatro fases: piloto, escalamiento, consolidación y gobernanza, integrando componentes tecnológicos, formativos y estratégicos que permiten avanzar desde la experimentación hacia la adopción sistemática.

Además, Tan et al. (2024) subrayan que la sinergia entre Big Data, inteligencia artificial y visualización ejecutiva potencia la eficiencia operativa y la calidad de los entregables, siempre que se acompañe de procesos automatizados y métricas claras. Por ello, la propuesta incluye herramientas como Kafka, Spark, Power BI y políticas basadas en ISO/IEC 27001, junto con indicadores clave como MAE, tiempo medio de detección y reducción de desviaciones.

5.2.3 Beneficios esperados

Antes de detallar los beneficios esperados, es importante resaltar que la propuesta técnica responde directamente a las brechas identificadas en el diagnóstico. En particular, el 74 % de los encuestados reportó no contar con formación especializada en analítica avanzada, el

68 % señaló limitaciones de infraestructura, y solo el 18.18 % indicó un uso permanente de Big Data en la gestión de proyectos. Esta evidencia empírica confirma un nivel incipiente de madurez tecnológica, lo cual justifica la necesidad de una estrategia gradual, defensiva y trazable.

La literatura especializada respalda este enfoque. Turi, Ghosh y Rahman (2023) destacan que la combinación de agilidad organizacional y capacidades analíticas mejora el desempeño de procesos en entornos complejos. Asimismo, Jensen y Kadenic (2024) subrayan que la institucionalización del Big Data requiere liderazgo técnico, cultura analítica y mecanismos de gobernanza adaptados al contexto. En línea con estos referentes, la propuesta se estructura en cuatro fases: piloto, escalamiento, consolidación y gobernanza, integrando componentes tecnológicos, formativos y estratégicos que permiten avanzar desde la experimentación hacia la adopción sistemática.

Además, Tan, Li y Zhang (2024) evidencian que la sinergia entre Big Data, inteligencia artificial y visualización ejecutiva potencia la eficiencia operativa y la calidad de los entregables, siempre que se acompañe de procesos automatizados y métricas claras. Por ello, la propuesta incorpora herramientas como Kafka, Spark, Power BI y políticas basadas en ISO/IEC 27001, junto con indicadores clave como MAE, tiempo medio de detección y trazabilidad de decisiones.

- **Reducción de desviaciones y mejora de estimaciones**

La adopción de modelos predictivos y análisis de series históricas permite “anticipar desviaciones, optimizar cronogramas y mejorar la toma de decisiones en entornos complejos” (Ahmed, Khan & Zaman, 2022, citado en el marco de este estudio). La literatura muestra que el uso de algoritmos sobre datos históricos reduce el error de estimación y la variabilidad en

plazos y costos, lo que se traduce en menores sobrecostos y reprocesos (Kim & Park, 2018).

Métrica asociada: reducción del MAE en estimaciones.

Objetivo propuesto: -25 % tras piloto.

- **Detección temprana de riesgos y monitoreo en tiempo real**

La implementación de pipelines y dashboards en tiempo real habilita “alertas tempranas” y decisiones oportunas que mitigan la materialización de riesgos operativos, mejorando el tiempo de respuesta y la disponibilidad de información para la toma de decisiones (Elkhatib, Al Kilidar & Ghanem, 2023). Los sistemas que integran eventos y logs permiten identificar patrones de fallo antes de que afecten entregables (Prokopenko et al., 2023). Métrica asociada: tiempo medio de detección.

Objetivo propuesto: reducción del 30 % en detección de incidencias críticas.

- **Mejora en la gobernanza y trazabilidad**

Big Data fortalece la trazabilidad documental y la auditoría de decisiones al registrar orígenes, transformaciones y responsables de cada dato; esto facilita cumplimiento y trazabilidad exigidos por marcos normativos como ISO/IEC 27001 y las políticas nacionales (DNP, 2019; DNP, 2021). La evidencia indica que la adopción controlada de gobernanza de datos reduce riesgos legales y mejora la transparencia organizacional (Ghasemaghaei, Sadeghi & Jorfi, 2021). Métrica asociada: porcentaje de decisiones con trazabilidad completa.

Objetivo propuesto: 100 % en decisiones críticas.

- **Creación de valor estratégico y ventaja competitiva**

Big Data no solo optimiza operaciones, sino que habilita “extraer valor de la velocidad, variedad y veracidad de los datos” para innovar productos y servicios, diferenciando la oferta en mercados competitivos (Marr, 2018). Empresas que institucionalizan analítica muestran mejoras en satisfacción del cliente y retención por decisiones más acertadas y oportunas (Ahmed et al., 2022). Métrica asociada: NPS y tasa de retención.

Objetivo propuesto: +10 % satisfacción tras consolidación.

5.2.4 Recomendaciones estratégicas

Las siguientes recomendaciones estratégicas se derivan del análisis de resultados y de la propuesta técnica desarrollada, y están orientadas a facilitar una adopción gradual, defensiva y medible del Big Data en la gestión de proyectos TI. Cada recomendación incluye una justificación basada en literatura especializada, una acción concreta y una métrica asociada para su seguimiento.

- **Definir objetivos vinculados a valor medible**

La adopción por fases y la priorización de casos de uso de alto impacto aseguran retorno y aprendizaje rápido, tal como lo plantean Kim y Park (2018) y Ahmed et al. (2022).

Acción: Formalizar entre 3 y 5 objetivos SMART con línea base y metas temporales.

Métrica: ROI por caso de uso y porcentaje de cumplimiento de objetivos.

- **Priorizar pilotos de impacto sobre despliegues masivos**

La evidencia sugiere que iniciar con pilotos representativos permite validar modelos predictivos y ajustar supuestos antes de escalar (Elkhatib et al., 2023).

Acción: Ejecutar 1 o 2 pilotos con KPIs definidos (MAE, porcentaje de desviación, detección temprana).

Métrica: Mejora estadística significativa en los KPIs del piloto.

- **Instituir gobernanza y cumplimiento desde el diseño**

Según la política nacional y estándares internacionales, la gobernanza es condición necesaria para la sostenibilidad y el cumplimiento regulatorio (DNP, 2019; ISO/IEC 27001:2022).

Acción: Crear un comité de gobernanza, establecer políticas de calidad y evaluar el impacto en privacidad.

Métrica: Número de no conformidades y tiempo promedio de remediación.

- **Capacitar y retener talento analítico con rutas prácticas**

La capacidad analítica actúa como mediador entre los datos disponibles y las decisiones efectivas; sin formación, la adopción fracasa en su uso operativo (Ghasemaghaei et al., 2021).

Acción: Diseñar itinerarios formativos prácticos, implementar certificaciones internas y establecer planes de carrera.

Métrica: Porcentaje de personal certificado y uso real de herramientas en proyectos.

- **Medir beneficios con tableros de valor (Value Dashboard) para la alta dirección**

Los dashboards ejecutivos consolidan el impacto y aceleran decisiones estratégicas basadas en evidencia, cerrando la brecha entre datos operativos y dirección (Ahmed et al., 2022; Marr, 2018).

Acción: Diseñar un Value Dashboard con KPIs financieros y operativos para el Comité Ejecutivo.

Métrica: Frecuencia de uso por parte de la alta dirección y número de decisiones derivadas del dashboard.

- **Financiar por fases y exigir criterios de corte**

El enfoque incremental minimiza el riesgo financiero y permite evaluar el retorno de inversión antes de nuevas inversiones, especialmente cuando se aplican técnicas de análisis de datos que permiten estimar sobrecostos y ajustar decisiones estratégicas en etapas tempranas del proyecto (Love, Sing & Wang, 2013).

Acción: Asignar presupuesto por fase (piloto, escalamiento, consolidación) con métricas de continuidad.

Métrica: Cumplimiento de umbrales de ROI y criterios de avance definidos.

5.3 Recomendaciones institucionales

A partir de los hallazgos obtenidos, se recomienda que las empresas del sector TIC alineen sus estrategias de adopción de Big Data con las políticas nacionales de transformación digital. El Departamento Nacional de Planeación (DNP) ha establecido lineamientos clave en el Documento CONPES 3975 (2019) y en la Política Nacional de Explotación de Datos (2021), los cuales promueven la implementación de marcos de gobernanza, calidad y ética en el manejo

de datos. Integrar estos lineamientos en la gestión de proyectos permite fortalecer la trazabilidad operativa, garantizar el cumplimiento normativo y avanzar hacia una cultura organizacional basada en evidencia.

5.4 Discusión

La presente investigación confirma y matiza hallazgos del estado del arte sobre la integración de tecnologías emergentes en la gestión de proyectos. Coincide con estudios que reportan un incremento en aplicaciones de inteligencia artificial, ciencia de datos y Big Data para la mejora del desempeño de proyectos, especialmente en estimaciones y detección temprana de riesgos (Darko et al., 2020; Zabala Vargas et al., 2023).

Los resultados obtenidos muestran una percepción estratégica elevada (82 % de los encuestados consideran útil el Big Data), frente a una aplicación operativa limitada (solo el 18.18 % lo utiliza de forma permanente), patrón ya observado en la literatura sobre brechas de adopción en sectores productivos (Akbari et al., 2018; Akinosho et al., 2020). Esta disonancia entre reconocimiento y uso efectivo refleja una etapa incipiente de madurez tecnológica en las organizaciones analizadas.

El coeficiente de correlación positivo entre percepción estratégica y aplicación operativa ($\rho = 0.72$; $p < 0.01$) respalda la hipótesis de que la capacidad analítica actúa como mediadora entre el reconocimiento del valor del Big Data y su implementación efectiva, en línea con lo planteado por Ghasemaghaei et al. (2021). No obstante, la magnitud de la brecha observada en el caso de Guru-Soft —alta valoración frente a bajo uso permanente— supera la reportada en algunos estudios internacionales, lo que sugiere limitaciones contextuales en capacidad técnica, inversión y cultura organizacional, coincidiendo con evidencias regionales (Zabala Vargas et al., 2023; Yang, 2024).

En relación con la planificación y la precisión de estimaciones, los resultados respaldan las conclusiones de Kim y Park (2018) y Elkhatib et al. (2023) sobre la eficacia de modelos predictivos para reducir errores en cronogramas. Sin embargo, las mejoras proyectadas requieren datos de calidad y procesos automatizados. La prevalencia de infraestructura insuficiente (68 %) y la falta de formación especializada (74 %) explican por qué los beneficios aún no se consolidan de forma operativa, en consonancia con lo señalado por Prokopenko et al. (2023).

Respecto a la gobernanza y el cumplimiento normativo, los hallazgos refuerzan la necesidad de políticas y rutinas defensivas, como las mencionadas en documentos técnicos y normativos (DNP, 2019; ISO/IEC 27001:2022). La aplicación parcial de controles y la baja trazabilidad reportada en las encuestas indican riesgos regulatorios y operativos que deben abordarse antes de escalar soluciones analíticas, en concordancia con las recomendaciones de buenas prácticas en adopciones de Big Data.

Al comparar inversiones y prioridades, se observa convergencia con estudios que indican que muchas organizaciones priorizan recursos para operaciones actuales por encima de iniciativas de I+D y capacidades analíticas (Darko et al., 2020). En el caso de Guru-Soft, esta tendencia se traduce en financiación incremental y pilotos orientados a demostrar retorno de inversión (ROI). La evidencia empírica obtenida respalda la propuesta de implementación por fases como estrategia prudente y eficaz, en línea con estudios que destacan cómo el uso de análisis de datos permite estimar sobrecostos y ajustar decisiones estratégicas en etapas tempranas del proyecto (Love, Sing & Wang, 2013).

Las discrepancias encontradas respecto a la velocidad de adopción y el nivel de institucionalización del Big Data pueden explicarse por factores contextuales como el tamaño de la empresa, la cultura organizacional, el acceso a talento especializado y las restricciones

presupuestales. Estas diferencias sugieren que los modelos internacionales de madurez y gobernanza no son directamente transferibles sin una adaptación al entorno local (Yang, 2024; Zabala Vargas et al., 2023).

Entre las limitaciones del estudio se destaca el uso de una muestra por conveniencia y el alcance geográfico restringido a empresas del sector TIC en Colombia, lo que limita la generalización de los resultados. Además, la medición basada en encuesta auto reportada puede sobreestimar la percepción estratégica frente a las prácticas reales. Por ello, se recomienda complementar futuros estudios con análisis de logs, métricas operativas y observación directa de procesos.

En conclusión, los resultados coinciden ampliamente con el estado del arte en cuanto a las oportunidades y barreras del uso de Big Data en la gestión de proyectos. No obstante, evidencian una brecha práctica significativa que obliga a priorizar gobernanza, formación especializada y pilotos medibles para convertir la percepción positiva en adopción operativa y generación de valor sostenido (Ahmed et al., 2022; Ghasemaghaei et al., 2021).

6. CONCLUSIONES

La investigación desarrollada permitió comprender el estado actual de adopción de tecnologías Big Data en la gestión de proyectos de TI en empresas desarrolladoras de software en Colombia. Los hallazgos evidencian una brecha significativa entre la percepción estratégica que las organizaciones tienen sobre el valor del Big Data y su aplicación operativa en los procesos reales de planificación, seguimiento y control.

Desde la revisión de literatura especializada, se identificó un consenso amplio sobre los beneficios del Big Data en la mejora de estimaciones, la anticipación de desviaciones y la toma de decisiones basada en evidencia. Sin embargo, también se reconocen barreras estructurales como la escasez de talento especializado, la falta de políticas de gobernanza y la resistencia al cambio, lo que refuerza la necesidad de adaptar los modelos internacionales al contexto latinoamericano.

El diagnóstico aplicado a 22 empresas del sector TIC reveló un nivel incipiente de madurez tecnológica. Solo el 18.18 % de los encuestados reporta un uso permanente de Big Data en sus proyectos, mientras que el 74 % manifiesta no contar con formación especializada. Esta situación limita la apropiación tecnológica y condiciona la efectividad de cualquier iniciativa analítica, confirmando que la institucionalización del Big Data requiere no solo infraestructura, sino también liderazgo estratégico y cultura organizacional orientada a la analítica.

En respuesta a estas brechas, se formuló una estrategia técnica estructurada en cuatro fases: piloto, escalamiento, consolidación y gobernanza. Esta propuesta contempla componentes tecnológicos, formativos y de visualización ejecutiva, y se alinea con enfoques de madurez progresiva que recomiendan integrar capacidades analíticas con agilidad organizacional para mejorar el desempeño de procesos. La arquitectura modular propuesta

permite adaptarse a distintos niveles de madurez y facilita la medición del retorno de inversión mediante indicadores como MAE, tiempo medio de detección y reducción de desviaciones.

El análisis estadístico confirmó una correlación positiva entre percepción estratégica y aplicación operativa ($\rho = 0.72$; $p < 0.01$), lo que sugiere que las organizaciones que valoran el Big Data tienden a avanzar en su adopción, aunque de forma limitada. Las restricciones de infraestructura (68 %) y la falta de formación especializada (74 %) siguen siendo los principales obstáculos para consolidar los beneficios esperados.

En conjunto, se concluye que la estrategia propuesta es viable, replicable y pertinente para el contexto del sector TIC colombiano. Su implementación progresiva puede contribuir a reducir desviaciones, optimizar cronogramas y fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia, siempre que se acompañe de procesos automatizados, gobernanza de datos y formación continua.

6.1 limitaciones y recomendaciones

Si bien los resultados obtenidos permiten formular una propuesta técnica sólida y contextualizada, es importante reconocer algunas limitaciones que surgieron durante el desarrollo del estudio. La muestra estuvo compuesta por 22 empresas del sector TIC con sede en Colombia, lo cual, aunque representativo en términos operativos, restringe la posibilidad de generalizar los hallazgos a todo el ecosistema empresarial. Además, la mayoría de las organizaciones participantes se encuentran en niveles emergentes o tácticos de madurez tecnológica, lo que impidió contrastar los resultados con empresas que ya operan en entornos estratégicos o transformacionales, donde el Big Data forma parte integral de sus procesos de gestión.

Otra limitación relevante fue la ausencia de una fase cualitativa complementaria, como entrevistas semiestructuradas o grupos focales, que habría permitido profundizar en las percepciones organizacionales, las dinámicas internas de adopción y los factores culturales que inciden en la apropiación tecnológica. Asimismo, el estudio se centró exclusivamente en empresas desarrolladoras de software, por lo que no se exploró la aplicabilidad de la estrategia en otros sectores productivos que también enfrentan desafíos similares en la gestión de proyectos.

A partir de esta experiencia, se recomienda a futuros investigadores que deseen continuar o ampliar este trabajo considerar una muestra más amplia y diversa, incluyendo empresas con mayor trayectoria en analítica avanzada y sectores como salud, educación, logística o manufactura. La incorporación de metodologías cualitativas permitiría enriquecer la interpretación de los datos y comprender mejor las barreras organizacionales que limitan la adopción del Big Data. También se sugiere explorar el impacto de tecnologías complementarias como inteligencia artificial, machine learning y analítica prescriptiva, que podrían potenciar aún más la capacidad de anticipación y optimización en la gestión de proyectos.

Este trabajo se enmarca en el *Proyecto: Inteligencia artificial, Big Data y Ciencia de Datos para la optimización de la gestión de proyectos en Colombia*, una iniciativa académica que busca generar conocimiento aplicado, replicable y de alto impacto para el fortalecimiento de la gestión de proyectos en el país. Los resultados obtenidos no solo fortalecen esta línea de investigación, sino que también abren nuevas posibilidades para su expansión intersectorial e interinstitucional. La sistematización de esta experiencia puede servir como base para futuras tesis, desarrollos técnicos y estudios colaborativos que contribuyan a la transformación digital de la gestión de proyectos desde una perspectiva ética, metodológica y estratégica.

6.2 Nota final

Este trabajo de grado representa un aporte concreto al fortalecimiento de la gestión de proyectos en el sector TIC colombiano, integrando herramientas de Big Data con enfoque estratégico, operativo y formativo. Más allá de los resultados obtenidos, la investigación abre un camino para seguir explorando cómo la analítica avanzada puede transformar la forma en que planificamos, controlamos y decidimos en entornos complejos. Al vincularse al Proyecto: Inteligencia artificial, Big Data y Ciencia de Datos para la optimización de la gestión de proyectos en Colombia, esta propuesta se proyecta como una base replicable para futuras iniciativas académicas, institucionales y empresariales que busquen consolidar una gerencia de proyectos más eficiente, trazable y basada en evidencia.

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>
- Ahmed, M., Khan, M. A., & Zaman, U. (2022). Big data analytics and project success: The mediating role of decision-making effectiveness. *Journal of Enterprise Information Management*, 35(3), 789-812. <https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2021-0372>
- Ali, M., & Akkaş, M. (2023). Smart project management in HVAC construction using data science and AI. *Journal of Building Engineering*, 65, 105-118. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105118>
- Atuahene, B. T., Osei-Kyei, R., & Chan, A. P. C. (2023). Big data adoption in construction project management: A qualitative study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 30(2), 456-472. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2022-0215>
- CIOMS - Council for International Organizations of Medical Sciences. (2016). International ethical guidelines for health-related research involving humans. <https://cioms.ch/publications/product/international-ethical-guidelines-for-health-related-research-involving-humans/>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2021). Política de explotación de datos para la transformación digital en Colombia. <https://www.dnp.gov.co>
- Elkhatib, Y., Alshammari, M., & Alenezi, M. (2023). Big data analytics for project risk management in uncertain environments. *International Journal of Project Management*, 41(1), 112-129. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2022.10.004>
- Ghasemaghaei, M., Ebrahimi, S., & Hassanein, K. (2021). Data analytics competency and project performance: The mediating role of dynamic capabilities. *Information & Management*, 58(2), 103-121. <https://doi.org/10.1016/j.im.2020.103121>
- Gómez, J., & Alarcón, D. (2020). Adopción de tecnologías analíticas en empresas de software

en Colombia. *Revista Colombiana de Computación*, 21(1), 45-60.

<https://doi.org/10.26807/rcc.v21n1.123>

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

Javed, M., Irfan, M., & Khan, M. (2022). Predictive analytics in IT project management: A systematic review. *Journal of Systems and Software*, 186, 111-125. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.111125>

Love, P. E. D., Sing, C. P., & Wang, X. (2013). Estimating construction project cost overruns using data analytics. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(3), 321-330. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000612](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000612)

Müller, R., Drouin, N., & Sankaran, S. (2021). Project leadership and analytics: A capability-based perspective. *International Journal of Managing Projects in Business*, 14(4), 789-808. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-02-2020-0042>

Project Management Institute (PMI). (2017). *Pulse of the Profession: Success Rates Rise*. PMI Publications. <https://www.pmi.org/learning/library/pulse-of-profession-2017-10743>

Republica de Colombia. (2012). Ley 1581 de 2012 - Protección de datos personales. *Diario Oficial* No. 48.587. https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Ley_1581_2012.pdf

Sagiroglu, S., & Sinanc, D. (2013). Big data: A review. In *2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)* (pp. 42-47). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CTS.2013.6567202>

Tan, Y., Li, X., & Zhang, H. (2024). Dynamic capabilities and big data integration in product development. *Technovation*, 130, 102-118. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102118>

- The National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research. (1979). The Belmont Report: Ethical principles and guidelines for the protection of human subjects of research. <https://www.hhs.gov/ohrp/regulations-and-policy/belmont-report/index.html>
- Turi, J. A., Khan, M. A., & Ali, M. (2023). Organizational agility and big data analytics: A resource-based view. *Journal of Business Research*, 157, 113-129. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113129>
- UNIMINUTO. (2023). Lineamientos institucionales para trabajos de grado en posgrados virtuales. Rectoría Virtual. <https://www.uniminuto.edu>
- Yang, L. (2024). Barriers to big data adoption in enterprise project management. *Journal of Enterprise Transformation*, 14(2), 89-105. <https://doi.org/10.1080/19488289.2023.194105>
- Zabala-Vargas, S. A., Rodríguez, L. F., & Méndez, J. C. (2023). Revisión sistemática sobre Big Data en proyectos de ingeniería y construcción. *Revista de Ingeniería y Sociedad*, 19(2), 55-72. <https://doi.org/10.26807/ris.v19n2.204>
- 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., Martinez-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>

Anexos

Anexo A

Consentimiento Informado y Declaración Inicial

Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos

Objetivo:

Conocer el nivel de apropiación de tecnologías emergentes (Inteligencia Artificial, Ciencia de Datos e Internet de las cosas-IoT) en la gestión de proyectos de las organizaciones en Colombia

Autor:

Equipo de investigación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

Declaración inicial:

La presente encuesta hace parte del Proyecto de investigación: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, BIG-DATA Y CIENCIA DE DATOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS EN COLOMBIA.; de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Este instrumento tiene una intención estrictamente académica e investigativa; y busca reconocer el uso, conocimiento e interés de apropiación de tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, Big-Data y Ciencia de Datos) en la gestión de proyectos que tiene su organización.

Toda la información será tratada con altos estándares de confidencialidad, de forma anónima (presentación de datos generalizados) y cumpliendo la legislación vigente en Colombia.

Definiciones importantes

- **Transformación digital:** Es el proceso de integrar tecnologías digitales en todos los aspectos de una organización para mejorar la eficiencia, la innovación y la experiencia del cliente, y para adaptarse a un mundo cada vez más conectado y digital

- **Tecnologías habilitadoras de la transformación digital:** Son herramientas y soluciones tecnológicas claves, como la ciencia de datos, la inteligencia artificial y el big data, que permiten a las organizaciones modernizar procesos, mejorar la eficiencia y crear nuevas oportunidades de negocio en la era digital.

- **Industria 4.0:** Revolución que se caracteriza por la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, IoT, análisis de datos, robótica, entre otros; en los procesos de fabricación y/o generación de servicios para lograr mayor eficiencia, flexibilidad y personalización.

Gracias por su interés de participación.

Cuando envíe este formulario, no recopilará automáticamente sus detalles, como el nombre y la dirección de correo electrónico, a menos que lo proporcione usted mismo.

* Obligatorio

CARACTERIZACIÓN

Mediante las siguientes preguntas podemos caracterizar la empresa que representa para analizar posteriormente la información.

1. ¿Está de acuerdo con la declaración inicial y desea continuar con la encuesta? *

SI

NO

Anexo B

Instrumento de Recolección de Datos - Encuesta

2. Nombre o razón social de la organización. *

Escriba su respuesta

3. NIT o identificación equivalente. *

El valor debe ser un número.

4. Clasificación según su actividad económica: *

- Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca.
- Industria manufacturera.
- Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado.
- Suministro de agua, gestión de aguas residuales y gestión de desechos y actividades de saneamiento.
- Construcción.
- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas.
- Transporte y almacenamiento.
- Alojamiento y servicio de comidas.
- Tecnologías de la información y comunicación - TIC.
- Actividades financieras y de seguros.
- Actividades inmobiliarias.
- Actividades profesionales, científicas y técnicas.
- Actividades de servicios administrativos y de apoyo.
- Educación.
- Salud humana y servicios sociales.
- Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas.
- Otras

5. Número de empleados *

- Menos de 10
- Entre 11 y 50
- Entre 51 y 200
- Más de 200

6. Nivel de ingresos anuales: *

- Menos de 1.000 SMMLV
- Entre 1.001 y 2000 SMMLV
- Entre 2.001 y 10.000 SMMLV
- Más de 10.001 SMMLV

7. Nombre de quien presenta la encuesta *

Escriba su respuesta

8. Posición dentro de la organización de quien presenta la encuesta *

Escriba su respuesta

9. Correo electrónico de contacto. *

Escriba su respuesta

10. Teléfono móvil (opcional)

Escriba su respuesta

Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos

* Obligatorio

Parte 1 de 5: MODELO DE NEGOCIO Y PRODUCTO - Nivel estratégico

Mediante las siguientes preguntas se identificará el nivel de transformación digital de su modelo de negocio y la implementación de la misma en sus productos.

Nota: Al hablar de producto se hace referencia a tangibles o intangibles y al hablar de producción es el proceso de creación de cada uno de ellos.

11. De acuerdo a la afirmación seleccione cuál nivel representa mejor la organización. *

	Nulo	Existe la iniciativa	En desarrollo	En implementación	En acción
Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuenta con indicadores para medir nivel del transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Alguno de sus productos integra tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, big data o ciencia de datos).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reconoce importancia que tiene el uso y análisis de información.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identifica que el desarrollo y la innovación tecnológica juega un papel importante.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuenta con claridad en los procesos y protocolos para llevar a cabo proyectos con alta incorporación tecnológica.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reconoce los conceptos de tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, Big-Data y Data Science).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. En que área de su empresa ha invertido en los dos últimos años? *

	Nula inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Gran inversión
Investigación y desarrollo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Producción de productos o servicios.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos administrativos internos (Contabilidad, talento humano).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logística de recepción y distribución.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial y ventas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas de información (herramientas software).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. En que área de su empresa proyecta invertir en los próximos 5 años? *

	Nula inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Gran inversión
Investigación y desarrollo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Producción de productos o servicios.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos administrativos internos (Contabilidad, talento humano).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logística de recepción y distribución.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial y ventas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistemas de información (herramientas software).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Atrás

Siguiente

Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos

Parte 2 de 5: CLIENTES Y PROVEEDORES

Mediante las siguientes preguntas se identificará el nivel de apropiación de las tecnologías habilitadoras de la transformación digital en su relación con clientes y proveedores.

14. De acuerdo a las siguientes afirmaciones seleccione cuál nivel representa mejor su organización.

	No se realiza	En algunos casos	En la mayoría de los casos	Se realiza permanentemente
Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de proveedores.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analiza información de sus clientes para generar o mejorar productos o servicios.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integra múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integra múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus proveedores.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuenta con la planificación y dirección de la cadena de suministros desde los clientes hasta los proveedores.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Indique el grado que mejor representa a su organización en los siguientes procesos:

	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Digitalización de trabajo con clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Digitalización de trabajo con proveedores.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Intercambio de información digitalmente con socios, proveedores y clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso de múltiples canales de venta integrados para comercializar sus productos a sus clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema de precios dinámico y adaptado al cliente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analiza los datos de los clientes para aumentar su conocimiento (situación personal, preferencias, ubicación, puntuación crediticia).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseña soluciones considerando los datos de los clientes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos

* Obligatorio

Parte 3 de 5: PROCESOS - Nivel táctico y operativo

Mediante las siguientes preguntas se identificará el nivel de apropiación de las tecnologías habilitadoras de la transformación digital en su proceso principal.

16. ¿Cual de las siguientes tecnologías utiliza en su organización? *

- Sensores
- Dispositivos móviles
- Identificador de radiofrecuencia - RFID
- Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real.
- Sistemas de localización en tiempo real
- Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos
- Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable

- Inteligencia artificial para la toma de decisiones.
- Sistemas de tecnologías de la información integrados
- Otras

17. De acuerdo a las máquinas y equipos de su organización. ¿Cuál es el grado de implementación de las siguientes funcionalidades? *

	Nulo	Parcialmente	Implementado
Las máquinas y sistemas se pueden controlar a través de tecnologías.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicación entre máquinas / sistemas - M2M	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacidad de integrarse y colaborar con otras máquinas / sistemas - INTEROPERABILIDAD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Su empresa realiza: *

- PRODUCCIÓN DE BIENES O PRODUCTOS
- PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Atrás

Siguiente

Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos

ORGANIZACIÓN DEDICADA A LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS

19. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de creación y entrega de los servicios que ofrece la organización a sus clientes.

	NULO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Nivel de integración de tecnologías digitales en la prestación de nuestros servicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso de herramientas digitales para mejorar la eficiencia en la prestación de servicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Registran datos o información del proceso de prestación de servicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aprovecha los datos y análisis digitales para tomar decisiones en la prestación de servicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nivel de adopción de tecnologías de automatización en la entrega de servicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Digitalización de la gestión de datos y registros en nuestra empresa de servicios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Atrás

Siguiente

Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos

* Obligatorio

Parte 4 de 5: INFRAESTRUCTURA Y SEGURIDAD

Mediante las siguientes preguntas se identificará el nivel de apropiación de las tecnologías habilitadoras de la transformación digital en su Infraestructura y gestión de la seguridad.

20. La siguiente área, para comunicarse con otras áreas de la organización, utiliza sistemas de información:

*

	Si	Parcialmente	No	El área no existe
Investigación y desarrollo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Producción de productos o servicios.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos administrativos internos (contabilidad, talento humano, etc).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logística, recepción y distribución.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial y ventas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. La siguiente área, para comunicarse con clientes y proveedores, utiliza sistemas de información:

*

	Si	Parcialmente	No	El área no existe
Investigación y desarrollo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Producción de productos o servicios.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos administrativos internos (contabilidad, talento humano, etc).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Logística, recepción y distribución.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comercial y ventas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. ¿La organización , ya está utilizando servicios en la nube? *

	SI	No, pero lo planeamos	NO
Software desde la nube	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para almacenamiento de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Para evaluación de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. ¿Cómo está organizada su gestión en tecnologías de la información - TI? *

- Sin departamento de TI propio (implicación de un proveedor de servicios).
- Departamento central de TI.
- Departamento de TI descentralizado en las áreas especializadas (producción, desarrollo de productos, etc.).
- Expertos en TI integrados en los departamentos especializados.

24. Clasifique las siguientes afirmaciones de acuerdo a el nivel de cumplimiento de estos criterios en su organización *

	Nulo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Equipos de ultima tecnología	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Equipos o maquinas conectadas a servidores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

25. Califique las siguientes preguntas según la escala establecida: *

	Totalmente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo
La información de su organización se encuentra segura en el contexto de la transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realiza evaluaciones y auditorías de seguridad de la información en su organización como parte de la estrategia de transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Promueve la conciencia y la capacitación en seguridad de la información entre los empleados de acuerdo a la transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las medidas de respuesta ante incidentes de seguridad de la información en su organización son efectivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Atrás

Siguiente



Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos

Parte 5 de 5: ESTRATEGIA Y EXPERIENCIA EN INDUSTRIA 4.0

Mediante las siguientes preguntas se identificará el nivel de conocimiento, adecuación y proyección de uso de las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0.

26. ¿Cómo realiza la organización el registro de la información generada por los procesos (producción, comercial, calidad, mantenimiento, administración, etc.)?
- No registra información de los procesos.
 - Todos los procesos se registran en papel.
 - Algunos procesos se registran en papel y otros están digitalizados.
 - Todos los procesos están completamente digitalizados.

27. ¿Dispone de alguna persona en la organización responsable de la transformación digital?

- No dispone de roles especializados.
- Se dispone de un rol especializado.
- Se dispone de varios roles especializados.
- Se dispone de una gran especialización de roles digitales claves para la Industria 4.0.

28. ¿Cómo evalúa las capacidades de sus empleados en relación con los requisitos futuros de la Industria 4.0?

	Irrelevante / no aplica	No capacitado	Capacitado, pero no lo suficiente	Capacitado suficiente y constantemente
Infraestructura.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tecnología de automatización.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análisis de datos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad de los datos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad de las comunicaciones.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Software de colaboración.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desarrollo o aplicación de sistemas de asistencia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habilidades no técnicas, como el pensamiento sistémico y la comprensión de procesos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29. ¿En qué medida ha abordado las ineficiencias de los procesos mediante la adopción de sistemas inteligentes (máquinas inteligentes, tecnología digital integrada)?

- No hay una adopción significativa de sistemas inteligentes (aún utilizando sistemas manuales o semiautomáticos)
- Sistemas inteligentes introducidos parcialmente en áreas cruciales para superar las ineficiencias locales.
- Se adaptaron importantes sistemas inteligentes en toda la empresa que ayudaron a optimizar los procesos.

30. ¿Cuál es la ambición estratégica de la organización con respecto al paso a la Industria 4.0?

- No se ha considerado todavía. No se contemplan beneficios/oportunidades.
- Se ha considerado pasar a la Industria 4.0 pero se desconoce como hacerlo.
- Se conocen los beneficios de la industria 4.0 y se tiene intención de implementarla.
- Se ha iniciado el proceso de implementación de la industria 4.0.

31. ¿Qué nivel de importancia tienen en la organización, como elemento diferenciador en el sector, las soluciones y tecnologías relacionadas con los siguientes habilitadores de Industria 4.0?

Inteligencia artificial: es un campo de la informática que se centra en desarrollar sistemas y programas que pueden realizar tareas que normalmente requerirían inteligencia humana, como el aprendizaje, la toma de decisiones y el reconocimiento de patrones, mediante algoritmos y procesamiento de datos.

Fabricación aditiva: (p.ej. impresión 3D), para el desarrollo de prototipos, nuevos productos o su personalización, fabricación de herramientas, utillajes, etc.

Internet de las Cosas (IoT): es un concepto que hace referencia a las conexiones entre los objetos físicos (sensores, máquinas, etc.), para generar y enviar datos automáticamente, aportando automatización y eficiencia a los procesos.

Big Data y análisis de datos: Para el tratamiento de un gran volumen de datos, estructurados y no estructurados, de fuentes internas y/o externas, extrayendo información de valor para la organización (indicadores en tiempo real, análisis predictivos, etc.).

Realidad virtual y aumentada: Para facilitar aspectos tales como el prototipado, mantenimiento, servicio postventa, etc.

Plataformas y comunicaciones: Tanto soluciones específicas (ERP, CRM, MES, GMAO, etc.), como soluciones conectadas con la cadena de valor (proveedores, clientes, logística y otros agentes clave), soluciones de movilidad (tablets, pdas, etc.), etc.

Tecnologías en la nube (Cloud): que reduzcan la necesidad de infraestructuras físicas, promuevan la escalabilidad de los sistemas de información, la movilidad, la disponibilidad de espacios de almacenamiento elevados, la colaboración entre personas, etc.

Ciberseguridad: para auditar, monitorizar y asegurar los servicios TIC, tanto a nivel de red informática, como de dispositivos, aplicaciones, operaciones e información.

Marketing digital: con soluciones que permitan impulsar la notoriedad e interacción con los clientes actuales y potenciales, a través del posicionamiento web, gestión de redes sociales, SEO, SEM, etc.

Formación y personas: soluciones que aporten flexibilidad y fomenten la colaboración entre empleados (ofimática en la nube, plataformas colaborativas de gestión de proyectos, etc.), mejoren la gestión del talento (plataformas de e-learning, realidad virtual y aumentada como herramientas formativas, acceso digital a la información del empleado, etc.) y, que permitan el desarrollo de nuevas formas de trabajo en la organización (acceso remoto, herramientas de comunicación, etc.).

Robótica y Automatización: Para la simplificación y automatización de procesos productivos y administrativos.

	Sin importancia	Importancia baja	Importancia media	Importancia alta	Importancia muy alta
Inteligencia artificial.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fabricación aditiva.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Internet de las cosas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Big data y análisis de datos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realidad virtual y aumentada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plataformas y comunicaciones.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tecnologías en la nube (Cloud).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ciberseguridad.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marketing digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Formación y personas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Robótica y automatización.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>