



Optimización por medio de Inteligencia Artificial y Big Data para la gestión contractual de la supervisión de proyectos para Entidades contratantes en Bogotá D.C.

Gabriel Arturo Zamudio López

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Agosto de 2025

Optimización por medio de Inteligencia Artificial y Big Data para la gestión contractual de la supervisión de proyectos para Entidades contratantes en Bogotá D.C.

Gabriel Arturo Zamudio López

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

Asesor(a)

Sergio Andrés Zabala Vargas

Doctor en Tecnología Educativa

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Agosto de 2025

Contenido

Lista de tablas.....	7
Lista de Ilustraciones.....	8
Lista de anexos.....	9
Resumen.....	11
Abstract.....	12
Introducción.....	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1 Descripción del Problema.....	15
1.2 La Pregunta de Investigación.....	18
1.3 Los Objetivos de Investigación.....	18
1.3.1 Objetivo General.....	18
1.3.2 Objetivos Específicos.....	18
1.4 Justificación de la Investigación.....	19
2 MARCO DE REFERENCIA.....	23
2.1 Marco de Antecedentes.....	23
2.1.1 Gestión de proyectos de construcción.....	23
2.1.2 Implementación en la Operación.....	25
2.1.3 Desarrollo y sostenibilidad.....	26
2.2 Marco Teórico.....	29
2.2.1 Gestión y supervisión de proyectos.....	29
2.2.2 Optimización de la construcción, Costos y tiempo.....	30

2.2.3	Inteligencia Artificial	30
2.2.4	Big Data	31
2.2.5	Tecnologías 4.0.	31
2.3	Marco normativo	31
2.3.1	Ley 1266 de 2008.....	32
2.3.2	Ley 1581 de 2012.....	32
2.3.3	CONPES 3920 - Política nacional de explotación de datos - (Big Data)	33
2.3.4	Ley 1978 de 2019.....	33
2.3.5	CONPES 3975 - política nacional para la transformación digital e Inteligencia Artificial.....	33
2.3.6	Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial (2022).....	34
2.3.7	AB-2013 Generative artificial intelligence: training data transparency (2024)	34
3	MARCO METODOLÓGICO.....	35
3.1	Alcance de la investigación.....	35
3.2	Enfoque de la investigación	36
3.1	Población y muestra	37
3.1.1	Definición de la población	37
3.1.2	Cálculo y selección de la muestra	37
3.2	Instrumentos	39
3.2.1	Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos....	39
3.2.2	Investigación sistemática de referentes bibliográficos	40
3.3	Descripción de procedimientos	40
3.3.1	Fase 1: Recopilación y revisión de referentes bibliográficos (Estado del Arte)	40
3.3.2	Fase 2: Investigación de campo, encuestas y resultados obtenidos.....	41

3.4	Análisis de información.....	42
3.4.1	Preparación de datos.....	42
3.4.2	Codificación y estructuración.....	42
3.4.3	Procesamiento y análisis	43
3.4.4	Presentación de resultados	43
3.5	Consideraciones éticas	44
3.5.1	Análisis de consideraciones éticas	44
4	HIPÓTESIS	46
4.1	Variables	46
4.1.1	Variables independientes.....	46
4.1.2	Variable(s) dependiente(s).....	46
4.2	Planteamiento de hipótesis	47
5	RESULTADOS.....	48
5.1	Presentación de resultados	48
5.1.1	Modelo de Negocio y Producto.....	48
5.1.2	Clientes y Proveedores	51
5.1.3	Nivel táctico y operativo	54
5.1.4	Infraestructura y seguridad.....	59
5.1.5	Estrategia y Experiencia en Industria 4.0.....	63
5.2	Propuesta al sector.....	66
5.2.1	Adopción general de las tecnologías emergentes.....	66
5.2.2	Seguimiento por indicadores de cumplimiento para el uso de tecnologías emergentes	

- 5.2.3 Presentar un modelo de Inteligencia Artificial prototipo y presentar pruebas de incorporación en contratos reales..... 67
- 5.3 Discusión..... 69
- 6 CONCLUSIONES 72
 - 6.1 Recomendaciones 75
- 7 Referencias..... 78
- Anexos 83

Lista de tablas

Tabla 1 Parámetros filtro de encuestas.....	38
Tabla 2 Resultados Modelos de Negocio y Producto - Pt. 1.....	48
Tabla 3 Resultados Modelos de Negocio y Producto - Pt. 2.....	49
Tabla 4 Resultados Modelos de Negocio y Producto - Pt. 3.....	49
Tabla 5 Mayor Inversión empresarial Actual y Futura	50
Tabla 6 Análisis de Inversión empresarial – Información y Canales de contacto.....	51
Tabla 7 Análisis de Inversión empresarial – Herramientas de acuerdo con el tipo de organización.	53
Tabla 8 Tecnologías usadas en la Organización.....	54
Tabla 9 Implementación de tecnologías de acuerdo con maquinaria y equipos presentes en la organización	56
Tabla 10 Nivel de cumplimiento en su proceso de creación y entrega de los servicios PT.1	57
Tabla 11 Nivel de cumplimiento en su proceso de creación y entrega de los servicios PT.2.....	58
Tabla 12 Sistemas de comunicación utilizadas entre áreas.....	59
Tabla 13 Sistemas de comunicación utilizados con clientes y proveedores.....	60
Tabla 14 Apropriación de servicios en la Nube.....	61
Tabla 15 Sistema de Registro de información.....	63
Tabla 16 responsables de transformación digital	63
Tabla 17 Capacidad de los miembros de la compañía en relación con Tecnologías 4.0	64
Tabla 18 Ambición estratégica para un paso a Industria 4.0	65
Tabla 19 Technical dimensions of AI adoption requirements.....	70
Tabla 20 Non-technical dimensions of AI adoption requirements.....	71

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Estado de Andenes en Bogotá.....	16
Ilustración 2 Proceso de Análisis - Análisis Bibliográfico.....	43
Ilustración 3 Proceso de Análisis - Resultados de Encuestas.....	44
Ilustración 4 Declaración de Aceptación y desarrollo de la encuesta	45
Ilustración 5 Tecnologías usadas en la organización	55
Ilustración 6 Gestión de tecnologías de Información - Manejo en la organización	61
Ilustración 7 Gestión de Equipamiento y Maquinaria - Manejo en la organización.....	62
Ilustración 8 Nivel de importancia de las tecnologías listadas, en un proceso de incorporación de la industria.....	66
Ilustración 9 Estructura del modelo de inteligencia artificial híbrida Random Forest and Genetic Algorithm (RF-GA) - Adaptado	68

Lista de anexos

Anexos 1 Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos 83

Y, en el remanente de las cosas, agradezco a mi familia, mis amigos, colegas, tutores y en especial a los Ingenieros Lizeth y Manuel, quienes amablemente me tendieron la mano.

“... Cada día, estoy más convencido de que la naturaleza humana es la misma en todas partes, sin importar la tierra que se pisa, o el cielo que se contempla; y de que cuando uno se acerca a los hombres con confianza y afecto, recibe estos sentimientos centuplicados.”

Mohandas Karamchand “Mahatma” Gandhi – 28 de diciembre de 1931

Resumen

La presente investigación exhibe al análisis desde dimensiones, tácticas, estratégicas y operativas, hacia la propuesta de incorporación de tecnologías 4.0, específicamente la Inteligencia Artificial y el BigData en la supervisión de contratos por entidades en Bogotá D.C. y con el propósito de identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora que permitan consolidar su sostenibilidad en el tiempo. La investigación se estructura de manera progresiva, partiendo de la fundamentación conceptual con soportes bibliográficos propios de investigaciones similares a nivel global, pasando por el diseño metodológico y encuesta de maduración tecnológica para entidades y empresas del sector constructivo, hasta llegar a la interpretación de resultados y propuestas de desarrollo que se consideran estratégicas.

En el plano teórico, se referencian investigaciones de actualidad que aportan al entendimiento de temáticas el entrenamiento de Inteligencia artificial, sistemas como el Random Forest, gestión organizacional e identificación de riesgos, BigData y entorno de datos, entre otros. Insumos que permiten articular el sector de construcción y consultoría, con las tecnologías que se encuentran en desarrollo y que en diferentes países ya se encuentran siendo incorporadas al mencionado sector, sustentado en el estado del arte, enriqueciendo el análisis crítico y asegurando la pertinencia académica del estudio.

En cuanto al modelo y parámetros para la incorporación de este tipo de tecnologías, son contrastadas contra los propuestos por los estudios abarcados en el estado del arte y los resultados presentados de la maduración tecnológica que poseen las empresas y entidades en el sector constructivo y de consultoría, permitiendo generar una propuesta de desarrollo concisa y que puede ser abarcada en diferentes instituciones que controlen los contratos del sector para promover sistemas de seguimiento más organizados, ágiles y que orienten a los supervisores a una mejor toma de decisiones. El proyecto ofrece un diagnóstico integral estas tecnologías y requerimientos para la incorporación en el sector, planteando lineamientos estratégicos para la identificación de parámetros necesarios para la implementación de IA proyectándose como un aporte tanto académico como práctico al fortalecimiento de la supervisión de contratos de entidades contratantes.

Palabras clave: Inteligencia artificial, BigData, Gestión contractual, Supervisión de proyectos.

Abstract

The present research shows the analysis from dimensions, tactics, strategies, and operations, towards the proposal to incorporate 4.0 technologies, specifically the Artificial Intelligence and the Big Data in the supervision of contracts by entities in Bogotá D.C., and to identify strengths, weaknesses, and opportunities for improvement that allow for to consolidation of its sustainability over time. The research is structured in a progressive way, starting from the conceptual foundation with bibliographic supports typical of similar research at the global level, passing through the methodological design and survey of technological maturation for entities and companies in the construction sector, to the interpretation of results and development proposals that are considered strategic.

At the theoretical level, we refer to current research that contributes to the understanding of topics such as artificial intelligence training, systems like Random Forest, organizational management and risk identification, Big Data, and data environment, among others. Inputs that allow the construction and consulting sector to be articulated, with technologies that are being developed and that in different countries are already being incorporated into this sector, based on the state of the art, enrich the critical analysis and ensure the academic relevance of the study.

As regards the model and parameters for the incorporation of this type of technology, they are contrasted against those proposed by the studies covered in the state of the art and the results presented in the results of technological maturation held by companies and entities in the construction and consultancy sector, a coherent development proposal which can be covered by different institutions that control the sector's contracts to promote more organized, agile monitoring systems that guide supervisors towards better management. The project offers a comprehensive diagnosis of these technologies and requirements for their incorporation into the sector, establishing strategic guidelines for the identification of parameters necessary for the implementation of AI, as an academic and practical contribution to strengthening the supervision of contracting entities' contracts.

Keywords: artificial intelligence, BigData, contract management, project monitoring.

Introducción

El sector de la construcción corresponde con un conjunto esencial en el desarrollo económico y social a nivel global, lo anterior no únicamente con el propósito de generar empleo e infraestructura, sino por su relación directa con la planeación urbana, la inversión pública y la transformación del entorno. Aun así, debido a su propia complejidad operacional y la multiplicidad de actores involucrados hacen que la ejecución de proyectos se encuentre, frecuentemente, marcada por sobrecostos, demoras, producto en gran parte por la falta de seguimiento técnico y riesgos contractuales que afectan la eficiencia y sostenibilidad de las obras.

La presente investigación pretende proporcionar una opción para atender estas necesidades evidenciadas, proponiendo como eje central la optimización de la gestión contractual y la supervisión de proyectos de construcción y consultoría, mediante el uso de tecnologías emergentes, correspondientes a la Inteligencia Artificial (IA) y Big Data, proponiendo su desarrollo inicial por entidades contratantes en Bogotá D.C.

La problemática detectada parte de una deficiente supervisión contractual, especialmente en proyectos de infraestructura pública, donde se evidencia una débil implementación de estrategias tecnológicas que permitan prever riesgos, anticipar desviaciones en el cronograma o presupuesto, y generar una toma de decisiones informada y oportuna.

En países como China, los Emiratos Árabes y la India, la incorporación de tecnologías como la IA ha empezado a adecuar la gestión de proyectos de construcción; conjunto a la investigación relacionada; lo anterior centrándose en la automatización de procesos, la predicción de resultados y el mejoramiento de la supervisión técnica y financiera. En ese sentido, (Salimimoghadam, y otros, 2025) destacan el interés por utilizar la IA en la gestión de proyectos es verdaderamente global, y señalan a China como el país con mayor producción investigativa en esta materia, lo cual refuerza la pertinencia de transferir estas prácticas a contextos locales como Colombia.

Por otra parte, es fundamental resaltar que las herramientas de IA y Big Data no solo están revolucionando los procesos de supervisión, sino que también ofrecen beneficios tangibles

en la estimación del esfuerzo y la duración de los proyectos, como lo expone (Pospieszny, Czarnacka-Chrobot, & Kobylinski, 2018), quienes logran diseñar modelos predictivos efectivos a partir de la integración de algoritmos y conjuntos de datos estructurados. Esta aproximación permite no solo detectar riesgos y problemáticas a las que, la entidad contratante, consultores y constructores, lleguen a anticipar y atender, permitiendo mejorar la eficiencia en tiempo y costos dando así un valor agregado a la gestión de contratos.

Es importante mencionar, en términos de sostenibilidad y eficiencia operativa, (Yutong, Deng, & Xu, 2024) se expone cómo el análisis de grandes volúmenes de datos mejora la visibilidad de la cadena de suministro, reduce la huella ambiental y facilita la toma de decisiones informadas. Estos beneficios, aplicados a la gestión de contratos en construcción y consultorías de estudios y diseños, permiten llegar a generar un cambio sustancial en el cómo se diseñan, implementan y controlan los proyectos.

La presente investigación se construyó a través de una metodología de enfoque cuantitativo y carácter exploratorio, se realizaron encuestas a actores clave del sector y una revisión bibliográfica sistemática que permitió contextualizar el fenómeno tanto en el plano internacional como local y permitir presentar la solución planteada.

El trabajo se estructura en seis capítulos principales. En el Capítulo 1, se plantea el problema de investigación, formulando la pregunta central y los objetivos del estudio. El Capítulo 2 desarrolla el marco de referencia, integrando antecedentes, teoría y normativa relevante sobre tecnologías 4.0. En el Capítulo 3, se detalla la metodología empleada, incluyendo el diseño de instrumentos, el tratamiento de datos y las consideraciones éticas. El Capítulo 4 presenta la hipótesis de trabajo y las variables relacionadas. El Capítulo 5 se expone los resultados obtenidos, el análisis de encuestas y una propuesta concreta para el sector. Finalmente, el Capítulo 6, se ofrece las conclusiones generales y recomendaciones derivadas del estudio.

Este documento no solo busca proponer acciones de solución a una problemática persistente, sino también abrir camino a futuras investigaciones sobre la integración de tecnologías disruptivas en la gestión pública y privada de proyectos en el país, contribuyendo así al fortalecimiento de los modelos de supervisión en Colombia.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del Problema

El sector de la construcción a nivel mundial desempeña un papel fundamental en el mejoramiento de la economía de los países desarrollados. El éxito de este sector se mide por el tiempo, los costes y la calidad del rendimiento de los proyectos de construcción. Aun así, la predicción y ejecución de los tiempos de construcción representa un problema tanto para los investigadores como para los gestores de proyectos. El proceso de construcción está sujeto a muchos factores y variables imprevisibles que resultan de muchas fuentes. (Yaseen, Ali, Salih, & Al-Ansari, 2020)

Es bien conocido que muchos de estos inconvenientes generan sobrecostos y/o prorrogas en los tiempos de ejecución. Aunque los proyectos de construcción suelen tardar meses o años y algunos puedan incluir muchas fases o horizontes diferentes, resulta difícil separar dichos horizontes y medir correctamente lo que contribuye a la eficiencia operativa y lo que lleva inherentemente a sobrecostos en proyectos de construcción (Okonkwo, Evans, & Ekung, 2022)

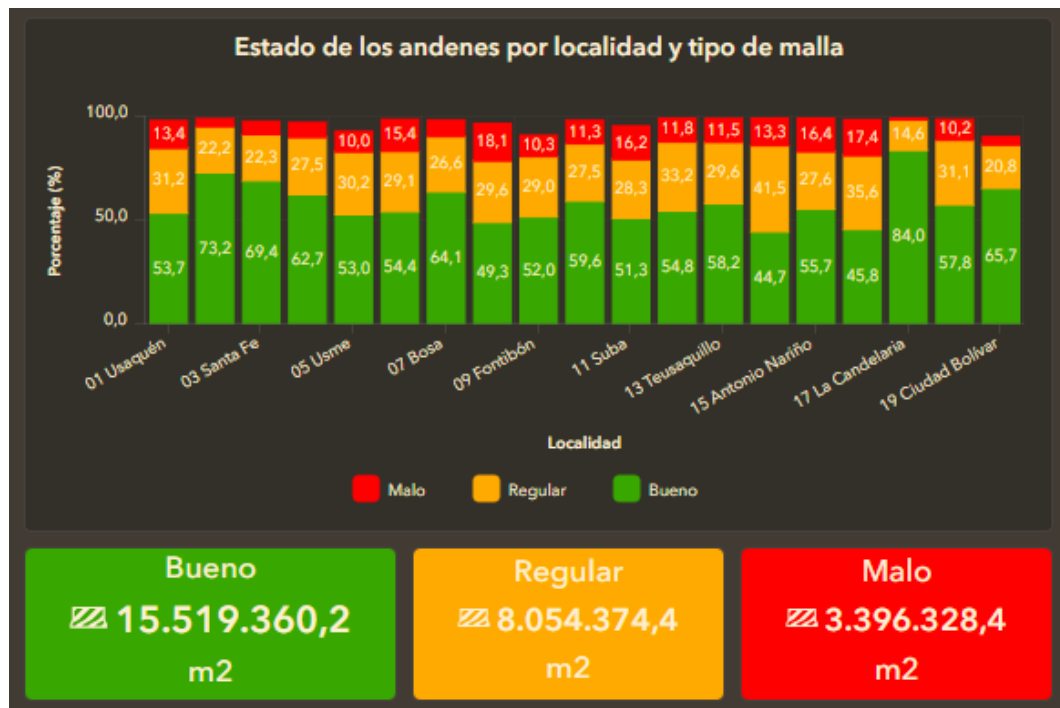
En la implementación de proyectos a largo plazo, el plan inicial es inevitablemente una directriz de seguimiento inmediato, pero esto puede propiciar cambios que ocurran a lo largo del camino; variaciones que afectan considerablemente a las estimaciones de los costes del proyecto y llevan a escalonamientos en su costo (Plebankiewicz, 2018). Finalmente, se produce un rebasamiento cuando el importe contractual de un proyecto es superado por los costes experimentados (Maqsoom, y otros, 2022)

En Colombia, uno de los mayores inconvenientes en el desarrollo de contratos misionales de consultoría o de obra, corresponde con el mal seguimiento al contrato por parte de revisores tales como la interventoría y/o propia entidad contratante hacia el contratista. Según el manual de interventoría del Instituto Distrital de Urbanismo IDU, en la supervisión se deberán aplicar en todas las actuaciones que desarrollen los principios constitucionales de la función administrativa y de la adecuada gestión fiscal, tales como la buena fe, igualdad, moralidad, celeridad, economía, imparcialidad, eficacia, eficiencia, participación, publicidad, responsabilidad, transparencia, equidad; y la valoración de los costos ambientales (Instituto de desarrollo urbano - IDU, 2021).

Lo anterior puede ser corroborado por medio de los informes de seguimiento al cumplimiento de metas que emite la alcaldía por medio de su política de transparencia, a ejemplo en el 2021, se concluyó que el cumplimiento de los sesenta y cuatro (64) metas proyecto no tuvieron en su gran mayoría un avance de cumplimiento en las magnitudes y recursos dentro de la programación de la vigencia 2021, lo que, significa de manera importante una perdida en el desarrollo social y/o de inversión de la capital. (Mendoza & Martínez, 2021)

Pese a que en el seguimiento de contratos debe de presentarse el análisis del estado de cumplimiento, (Evaluar el nivel de avance a la obra, diseños o estudios que se han llevado a cabo, si es consecuente con el tiempo que lleva y si es proporcional al mismo alcance), es común que este seguimiento detallado no sea realizado adecuadamente o que se presenten imprecisiones que puedan obviar posibilidades que arriesguen el cumplimiento del contrato, como se puede corroborar en el portal SIGIDU, en el que se establecen los porcentajes de obra y desarrollo a Estudios y diseños, conjunto a estados de la infraestructura:

Ilustración 1 Estado de Andenes en Bogotá



Fuente: (SIGIDU, 2025)

Teniendo en cuenta lo anterior mencionado, se hace necesario presentar acciones que permitan mejorar y facilitar el seguimiento contractual y una de estas puede corresponder a la utilización de herramientas tales como la Inteligencia Artificial y Big Data, permitan comparar situaciones de dificultad de otros proyectos, prever inconvenientes o irregularidades y reducir atrasos por medio de la optimización de recursos técnicos, legales y financieros para dar cumplimiento con el alcance contratado.

La gestión de proyectos a nivel mundial se encuentra en un proceso de transición organizativa, planificación y desarrollo; en estas instancias la Inteligencia Artificial, Big Data y otras tecnologías denominadas 4.0, resultan vitales para optimizar el trabajo, eficiencia y resultados por medio de algoritmos especializados. A ejemplo, el AI Lab y la hoja de ruta de IA de Smart Dubái ofrecen un marco que promueve la innovación y apoya la adopción de IA. Además, la integración de la IA en los sistemas de información de gestión de proyectos (PMIS) garantizando así, una supervisión sin fisuras del ciclo de vida de los proyectos, lo que permite actualizaciones en tiempo real y mejora de los procesos de toma de decisiones, (El Khatib, Al Mulla, & Al Ketbi, 2022).

Numerosos estudios en todo el mundo han investigado la incorporación de Inteligencia artificial y Big data en la gestión de proyectos. Los documentos revisados proceden de una amplia gama de países, lo que demuestra que el interés por utilizar la IA para la gestión de proyectos es verdaderamente mundial. Una observación clara es que China encabeza las contribuciones por un amplio margen. Esto refleja la forma activa y centrada de los esfuerzos de investigación en China cuando se trata de aplicar las tecnologías de IA en este campo. Después de China, hay una fuerte representación de los EE. UU., la India (Bharat), Turquía, Singapur y el Reino Unido, estos países muestran un interés constante y creciente en explorar cómo puede la IA mejorar las prácticas de gestión (Salimimoghadam, y otros, 2025).

Se conoce que la incorporación de la inteligencia artificial (IA) y Big Data en el sector de la construcción permite mejorar especialmente áreas de vigilancia del emplazamiento y la gestión de proyectos, el diseño de sistemas de IA en diversos sectores y regulaciones gubernamentales y requisitos para lograr una IA confiable y responsable, además, de proponer

un marco de diseño del ciclo de vida específicamente adaptado para los sistemas de IA desplegados en la industria (Lichao, Gavin, Zichao, & Yifan, 2025)

Similares investigaciones tales como el análisis bibliométrico, revisión de la literatura y las direcciones futuras de la IA en la gestión de producción, la gestión de operaciones y la gestión logística de la industria pretenden presentar su examinación y comparación de estudios anteriores relativos, resultan en sistemas que permitirán optimizar la gestión de contratos y modelos de supervisión (Yaseen, Ali, Salih, & Al-Ansari, 2020)

1.2 La Pregunta de Investigación

A partir de una propuesta de investigación ¿Cómo se puede desarrollar e incorporar un plan de optimización por medio de Inteligencia Artificial y sistemas de Big Data a la gestión contractual de la supervisión de proyectos para Entidades contratantes en Bogotá D.C.?

1.3 Los Objetivos de Investigación

1.3.1 Objetivo General

Presentar un plan de incorporación de Inteligencia Artificial y sistemas de Big Data para la optimización de la gestión contractual en la supervisión de proyectos para Entidades contratantes e interventorías de Bogotá D.C.

1.3.2 Objetivos Específicos

Diagnosticar de falencias en los sistemas de seguimiento contractuales en organizaciones públicas y privadas a nivel distrital y nacional en el sector de la construcción, incluyendo la normativa aplicable.

Recolectar la información sobre la madurez de implementación tecnológica en empresarios y entidades de servicio público del sector de la construcción.

Definir parámetros para el análisis de las falencias en la maduración tecnológica recolectada, con el fin de establecer sistemas de comparación entre proyectos para su evaluación.

Describir resultados del análisis efectuado y, a partir de estos, presentación de metodologías, estrategias de solución y modelos predictivos que faciliten la toma de decisiones y el seguimiento de entidades e interventorías.

1.4 Justificación de la Investigación

El proceso de seguimiento a contratos misionales de consultoría o de obra y construcción, de carácter público o público-privado que existen en Colombia corresponde con la revisión y atención que realiza la misma Entidad contratante y a veces facilitada por medio de la contratación de un revisor al que se denomina interventoría, el cual, presentará dicho seguimiento a actividades técnicas, legales y financieras que tenga el contratista en alcance. Este alcance corresponde con el eje central de la realización del proyecto y por el cual se estructura el proceso de licitación del contrato en un principio, e inclusive dentro del seguimiento del contrato se debe de evaluar de igual manera la posibilidad de realización de este.

Aun así, el no entender correctamente la definición del alcance un obviar su concepto puede conllevar a presuntos incumplimientos y a su vez, en atrasos, multas, o sanciones, inclusive, en muchos casos, ser encontrados por parte de entes revisores ajenos como lo puede ser la Contraloría general de la nación, veedurías ciudadanas o periodistas cuando dicha labor debía de ser prevista por el revisor encargado, lo cual termina escalando el problema a todas las partes del proyecto de manera más seria.

Lo anterior se ve remarcado en la necesidad de atención del objetivo fundamental de la ejecución de proyectos, dar solución a una carencia desde distintos ámbitos, social, económico, funcional, entre otros, siendo que, la principal afectación a la atención de estas, es el resultado de un contrato o proyecto mal ejecutado o estructurado.

Como solución encontrada en comparación con otros sectores, la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (ML) han surgido como tecnologías transformadoras que están revolucionando el sector de la construcción (Datta, Rahman Sobuz , Islam, Ahmed, & Kar, 2024), en este marco, las diferentes entidades estatales contratantes en Colombia se han encontrado en procesos de transformación digital y tecnologías 4.0, a ejemplo de esto la implementación del sistema Building Information Management (BIM), sin embargo, de acuerdo a estudios, este corre el riesgo de ser 'ciego y sordo' si su información contenida no puede

sincronizarse con los procesos de construcción en curso de una manera en tiempo real. Estudios anteriores han intentado explorar soluciones al problema, con vistas a hacer del BIM un sistema de apoyo a la toma de decisiones más útil. Sin embargo, falta un marco conceptual integrado que resuma estos estudios y estructure el desarrollo futuro de la zona (Chen, Lu, Huang, Rowlinson, & Peng, 2015).

Lo anterior no desmerita la implementación de estos sistemas que llevan las empresas y entidades contratantes, su función busca una mejor calidad y “nuevas dimensiones” en su información, sin embargo, la complementación de un sistema de evaluación del proyecto con base en esta información puede prever cualquier situación a futuro que pueda tener el proyecto.

En más, investigaciones como la adelantada por Przemyslaw Pospieszny, Beata Czarnacka-Chrobot y Andrzej Kobylinski, exponen su logro al aplicar el conjunto de datos ISBSG, la preparación de datos inteligentes, un promedio conjunto de tres algoritmos de aprendizaje automático (máquinas vectoriales de apoyo, redes neuronales y modelos lineales generalizados) y una validación cruzada proponer enfoques eficaces y prácticos para el despliegue y mantenimiento del aprendizaje automático mediante la utilización de los resultados de la investigación y las mejores prácticas de la industria. Los modelos obtenidos para la estimación del esfuerzo y de la duración tienen por objeto proporcionar una herramienta de apoyo a la decisión para las organizaciones que desarrollan o implementan sistemas de software (Pospieszny, Czarnacka-Chrobot, & Kobylinski, 2018).

En base a lo anterior, la presente investigación busca proponer un modelo de estandarización de inteligencia artificial y Big Data que permita a la supervisión de contratos llevar de manera ordenada y precisa la información y seguimiento contractual que tienen los proyectos en Bogotá D.C. evitando los múltiples reprocesos que resultan comunes en la contratación de la capital, para sus diferentes entes de control.

La investigación también está asociada al avance tecnológico que surte la capital bajo el desarrollo de proyectos que presentan un entorno digital bajo la implementación de la metodología BIM, seguimiento en sistemas GIS, CAD, KMZ, (Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), 2024), además de las estructuras de financiación que está surtiendo el distrito, buscando invertir alrededor de \$120 mil millones de pesos en los recursos para Investigación y Desarrollo

asociado a tecnologías 4.0 (Velásquez, 2024). Donde, la presente propuesta espera pueda ser de alta utilidad para la capital, siendo que, no solo se tiene un impacto en la eficiencia institucional o empresarial, sino que también puede generar beneficios sociales significativos. En primer lugar, una supervisión contractual más ordenada y precisa en los proyectos garantiza que las obras públicas, como vías, infraestructura educativa, hospitalaria o de movilidad, se ejecuten en los plazos y con la calidad previstos. Esto se traduce en una mejora directa de la calidad de vida de la ciudadanía, al contar con servicios y espacios más seguros, accesibles y oportunos.

Además de lo anterior, el reducir reprocesos, retrasos y costos derivados de fallas en la gestión contractual, se optimiza el uso de los recursos públicos. Estos, pueden llegar a reinvertirse en programas sociales, educación, salud o espacios comunitarios, fortaleciendo el bienestar colectivo. Ahora bien, la implementación de tecnologías como BIM, GIS, CAD o KMZ permiten generar un entorno digital que no solo favorece a los entes de control, sino que abre oportunidades para que la comunidad acceda a información más clara y comprensible sobre el estado de los proyectos.

Esta propuesta no es única a nivel global, puesto que, al realizar una encuesta entre 100 profesionales y expertos en ingeniería con experiencia o participación en la gestión de proyectos de construcción relacionados con la aviación en los Emiratos Árabes Unidos (EAU). Los participantes, muchos de los cuales estaban familiarizados con las herramientas de IA, proporcionaron información sobre la aplicabilidad de la IA en áreas como la planificación, la programación y la vigilancia de la seguridad. La mayoría coincidió en que la IA tiene el potencial de revolucionar los procesos de gestión de proyectos, mejorando la toma de decisiones y la eficiencia. Las herramientas de IA pueden predecir los retrasos, optimizar los flujos de trabajo y mejorar la seguridad a través del análisis de datos en tiempo real y algoritmos de aprendizaje automático, reduciendo los riesgos y el error humano. (Alketbi, Dweiri, & Dalalah, 2025)

Otras propuestas, centran su investigación en la capacidad que tienen estas tecnologías en la optimización de recursos, disminuyendo sus costos y reduciendo su impacto ambiental. Al sintetizar los resultados de estudios recientes, aclara cómo el Big Data Analytics (BDA) mejora la visibilidad de la cadena de suministro, ayuda a optimizar los recursos y reduce la huella

ambiental, al mismo tiempo que se identifican las lagunas en los marcos existentes y pide una investigación futura sobre la integración de BDA en la gestión de proyectos.

Además, a través de recomendaciones prácticas para métricas de sostenibilidad en tiempo real y estrategias de toma de decisiones, se puede contribuir a salvar la brecha entre los avances teóricos y la aplicación práctica en contextos de ingeniería, buscando garantizar que los gestores de proyectos de todas las industrias puedan aprovechar la BDA para alcanzar eficazmente sus objetivos de sostenibilidad (Yutong, Deng, & Xu, 2024)

Así pues, la presente investigación busca servir como base para sistemas de estandarización de otros modelos de supervisión y gestión de proyectos a nivel nacional, puesto que corresponderá al esquema básico de funcionamiento soportado en la información suministrada por los distintos autores referenciados.

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco de Antecedentes

Es imperativo introducir otros estudios realizados por investigadores alrededor del globo, lo anterior para presentar el sustento académico y organizativo que se han valorado y dar claridad que el presente proyecto, tiene fundamentos científicos, descriptivos y cuantitativos.

Para la recolección de información e investigación sobre los artículos evaluados, se utilizó la siguiente formula de búsqueda dentro de los portales Science Direct y Scopus: (“project management” OR “project administration”) AND (“Artificial Intelligence”) AND (“buildings” OR “civil engine*” OR architecture OR “facility management”). Lo anterior en un marco de búsqueda entre el 2016 y 2025.

2.1.1 *Gestión de proyectos de construcción*

Los contratos de construcción contienen información crítica relacionada con el riesgo que requiere un examen a fondo, pero los plazos estrictos para la presentación de ofertas limitan la posibilidad de examinar manualmente documentos extensos. El objetivo de la investigación de Dikmen I., Eken G., Erol H. y Birgonul M. es desarrollar modelos para automatizar la revisión de los contratos de construcción a fin de extraer información sobre riesgos y responsabilidades que proporcione insumos para los planes de gestión de riesgos. Los modelos se formaron con 2268 frases de plantillas de la Federación Internacional de Ingenieros Consultores y se probaron en un contrato de construcción real que contenía 1217 frases. Una taxonomía de frases clasificadas en categorías Título, Definición, Obligación, Riesgo y Derecho con partes relacionadas del contratista, el empleador y compartido. Se implementaron doce modelos que emplean diversas técnicas de vectorización del procesamiento del lenguaje natural y algoritmos de aprendizaje automático, y se compararon en base a la precisión y la puntuación F1. El mejor modelo alcanzó una precisión del 89 % para los tipos de frase y del 83 % para las partes vinculadas, lo que demuestra la capacidad de la revisión automatizada de contratos para identificar riesgos y responsabilidades. La adopción del enfoque propuesto puede acelerar considerablemente los exámenes de contratos para apoyar las actividades de gestión de riesgos,

los procesos de preparación de ofertas y prevenir las controversias causadas por el descuido de los riesgos y las responsabilidades, (Dikmen, Eken, Erol, & Birgonul, 2025).

Numerosos estudios tienen como objetivo proporcionar información para apoyar a las organizaciones en la construcción de estrategias eficaces para adoptar la inteligencia artificial (IA) y mejorar los procesos de gestión de proyectos. El realizado por Prasetyo M.L., Peranginangin R.A., Martinovic N., Ichsan M. y Wicaksono H. se centra en los proyectos de innovación abierta. El estudio desarrolla un marco para la síntesis de la literatura evaluada, guiado por cinco preguntas de investigación. Estas preguntas se refieren a las tecnologías de la IA, las tareas de gestión de proyectos, las industrias que adoptan la IA y los requisitos para su adopción con éxito. El análisis revela que el aprendizaje automático se utiliza ampliamente en la gestión de proyectos, especialmente para predecir los análisis, optimizar los recursos y gestionar los riesgos. La IA mejora la gestión de proyectos de innovación abierta mediante la integración de diversas fuentes de conocimiento, el aumento de la colaboración y el suministro de información estratégica para la toma de decisiones. Este estudio también encontró que la adopción de IA depende no solo de la infraestructura técnica, la integración con los sistemas existentes y la disponibilidad de datos, sino también del apoyo al liderazgo, la alineación estratégica, los recursos financieros, el desarrollo de habilidades y la cultura organizativa. Este estudio atiende una importante laguna en su investigación al identificar los requisitos técnicos y no técnicos para incorporar eficazmente la IA en las metodologías de gestión de proyectos de innovación abierta. (Prasetyo, Peranginangin, Martinovic, Ichsan, & Wicaksono, 2025)

Como se mencionó en el numeral 1.4, los métodos tradicionales a menudo tienen dificultades para proporcionar datos en tiempo real, precisos y completos, lo que lleva a retrasos, sobrecostos y errores, y el sistema BIM debe complementarse incluyendo la información en tiempo real y determinante. El artículo de Guerrero D., Rodríguez R., Morcillo A. y González D., presenta una nueva metodología que utiliza un dron de tierra para auditar sitios de construcción para detectar cambios y desviaciones del Building Information Modelling (BIM) planificado. La metodología se centra en el desarrollo de una nueva herramienta que facilite la auditoría Scan-vs-BIM a lo largo del tiempo. Presentando resultados experimentales que demuestran la eficacia y exactitud de la metodología propuesta para evaluar las discrepancias estructurales. Esta investigación contribuye a mejorar las prácticas de auditoría de la

construcción mediante la integración de tecnologías de vanguardia y técnicas innovadoras, mejorando en última instancia los procesos de supervisión y gestión de proyectos en el sector de la construcción (Guerrero Sevilla, Rodríguez Gómez, Morcillo Sanz, & Gonzalez Aguilera, 2025).

2.1.2 Implementación en la Operación

Conforme con evaluaciones científicas en Mumbai, La India (Bharat), el sector manufacturero indio ha experimentado un fuerte crecimiento en los últimos años; el valor agregado bruto (VAB) registró una tasa de crecimiento anual compuesto (TCAC) del 4,54% entre 2012 y 2018 (IBEF, 2019). El sector industrial ha visto la aparición del Big Data e IA, a medida que han aumentado considerablemente el volumen y el detalle de los datos que se están capturando. Se espera que el mercado de análisis de datos masivos (BDA) en la India crezca de 1.000 millones de dólares en 2013 a 16.000 millones de dólares en 2025. Los cinco campos que se avecinan en BDA son el análisis predictivo, los vehículos autónomos, la fabricación aditiva, la ciencia de los materiales y las cadenas de suministro. Con el surgimiento de la industria 4.0 y la economía circular, el BDA es exigencia en las industrias manufactureras. Las capacidades de BDA ofrecen beneficios para la fabricación como sigue: calidad del producto/datos, eficiencia energética, personalización en masa, planificación del suministro, descubrimiento de la trayectoria logística, seguimiento de defectos de piezas, seguimiento de defectos de proveedores, la previsión de la demanda, la incertidumbre de la demanda y el ensayo de nuevos procesos de fabricación. La adopción de BDA en economías emergentes como la India requiere un enfoque estratégico basado en el valor, a sabiendas que los macrodatos se utilizan para abordar problemas complejos de ingeniería y operaciones. (Mangla, Raut, Narwane, Zhang, & priyadarshinee, 2020)

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la gestión de proyectos (PM) transforma el modo en que se planifican, ejecutan y supervisan los proyectos. El objetivo principal del estudio de Vergara D., del Bosque A., Lampropoulos G., y Fernández-Arias P. es proporcionar un análisis bibliométrico exhaustivo que explore tendencias, áreas temáticas y direcciones futuras en las aplicaciones de IA en la gestión de proyectos mediante el examen de publicaciones de la última década. Su investigación revela temas dominantes como el aprendizaje automático,

la toma de decisiones, la gestión de la información y la optimización de recursos. Los resultados ponen de relieve el creciente uso de la IA para mejorar la eficiencia, la precisión y la innovación en los procesos de PM, con tendencias recientes que favorecen enfoques basados en datos y tecnologías emergentes como la IA generativa. Desde el punto de vista geográfico, China, la India y los Estados Unidos encabezan las publicaciones, mientras que el Reino Unido y Australia muestran un alto impacto en las citas. El panorama de la investigación, que incluye marcos de toma de decisiones y análisis de costes mejorados por la IA, demuestra la diversidad de aplicaciones de la IA en las MP. Se observó un aumento del interés en el uso de la IA generativa y su impacto sobre las MP y los gestores de proyectos. Este análisis contribuye al campo ofreciendo una visión general estructurada de las tendencias de la investigación, definiendo los desafíos y oportunidades para integrar la IA en las prácticas de gestión de proyectos y ofreciendo perspectivas sobre tecnologías emergentes. (Vergara, del Bosque, Lampropoulos, & Fernández-Arias, 2025)

De acuerdo con Khan A.N y Kwan H.K, las empresas utilizan cada vez más la inteligencia artificial (IA) para mejorar sus capacidades y su rendimiento. Guiado por el marco de capacidades dinámicas, su estudio investigó cómo la asimilación de IA afecta al desempeño ambiental, con la agilidad organizativa sirviendo como factor mediador en las organizaciones de construcción. En este estudio se empleó un análisis de mediación moderada para investigar el efecto contingente de la flexibilidad estratégica en la alteración de la conexión entre agilidad y rendimiento ambiental. Su estudio se basa en datos de 308 jefes de proyecto. Los resultados del modelado de ecuaciones estructurales validaron los argumentos de que la asimilación de IA aumenta la agilidad organizativa y que esto se traduce en un mayor rendimiento ambiental. Además, la flexibilidad estratégica modera la relación directa entre la agilidad y el rendimiento medioambiental, así como la relación indirecta entre la asimilación de la IA y el rendimiento medioambiental a través de la agilidad organizativa, Hacer hincapié en la importancia de alinear las respuestas ágiles con los objetivos estratégicos del negocio. (Khan & Kwan, 2025)

2.1.3 Desarrollo y sostenibilidad

Según Elmousalami H., Maxy M., Peng K. y Aye L., la industria de la construcción es responsable de aproximadamente el 39 % de las emisiones mundiales de carbono. A lo que, se

presenta una revisión sistemática de la literatura sobre los avances y aplicaciones de la inteligencia artificial (IA) en la gestión automatizada de ingeniería de construcción sostenible. Investigando el papel transformador de la IA en impulsar la automatización de la construcción, la sostenibilidad y la mejora de la eficiencia operativa. La revisión destaca los desarrollos clave de IoT, gemelos digitales y análisis de Big Data para el monitoreo en tiempo real del sitio de construcción, la reducción de la huella de carbono y el monitoreo de salud estructural. Además, se examina la automatización de la gestión de proyectos, incluido el control automático de calidad y la predicción del coste-duración utilizando la IA verde. El artículo explora la integración de la IA en la robótica de construcción, incluyendo la impresión 4D y la robótica inteligente. Destaca la importancia del electroencefalograma para la seguridad centrada en el ser humano, la realidad aumentada para el entrenamiento y los sistemas de control de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) energéticamente eficientes para edificios verdes. Aborda los desafíos, las limitaciones y las futuras direcciones de investigación para la IA en el fomento de una construcción sostenible, eficiente y automatizada (Maxy, Elmousalami, Peng Hui, & Aye, 2025)

La investigación de Itodo D., Oshodi O., Nwankwo N., Emuze F. y Chinyio E., descubrió que las aplicaciones de la tecnología digital en la seguridad de la construcción se centran en el desarrollo de modelos y simulaciones. Estas tecnologías están haciendo contribuciones significativas al mejorar la capacitación de los trabajadores, mejorar las capacidades de predicción de riesgos, permitir el monitoreo en tiempo real, facilitar una mejor comunicación y apoyar intervenciones más proactivas en materia de seguridad. Las tecnologías digitales más utilizadas en este ámbito incluyen la realidad virtual (RV), el modelado de información para edificios (BIM), el aprendizaje automático y la inteligencia artificial (IA). A pesar del potencial prometedor de estas tecnologías, su aplicación real sigue siendo algo limitada, especialmente en los países en desarrollo. Este estudio identificó lagunas de conocimiento críticas, específicamente la comprensión limitada de las tendencias de la tecnología digital en la gestión de la seguridad en la construcción a través de diferentes contextos económicos, la insuficiencia de las investigaciones sobre estrategias para aumentar la adopción de tecnologías digitales en el sector de la construcción, y la necesidad de realizar estudios más exhaustivos sobre la forma de superar la brecha existente entre los países en cuanto a la adopción de tecnologías. Esta

investigación tuvo como objetivo facilitar estudios empíricos futuros que puedan avanzar en la comprensión de las tecnologías digitales y el desarrollo de estrategias para integrarlas de manera más completa en las prácticas de seguridad en la construcción. Al proporcionar una visión general detallada de las aplicaciones actuales de la tecnología digital, poner de relieve las limitaciones de la investigación y sugerir orientaciones futuras para la investigación, esta revisión pretende contribuir tanto a la comprensión académica como a mejoras prácticas en la seguridad global de la industria de la construcción. (Itodo, Oshodi, Nwankwo, Emuze, & Chinyio, 2025)

Al tratarse de un entorno cambiante, se debe de evaluar la formación académica que deben de asimilar los nuevos profesionales, es así como, Kim J., Park S., Moukhliiss S., y Koo D. presentan un estudio que, investiga las percepciones de la inteligencia artificial (IA) entre los estudiantes de pregrado de gestión de la construcción que están a punto de convertirse en futuros líderes en la industria de la construcción. A medida que la industria adopta cada vez más tecnologías de IA para mejorar la planificación del proyecto, el diseño, la gestión del sitio y la seguridad, comprender las actitudes de los estudiantes hacia estas innovaciones se vuelve crucial. Esta investigación emplea un enfoque de métodos mixtos, combinando datos cuantitativos de encuestas con datos cualitativos para capturar las percepciones de los estudiantes sobre las posibles aplicaciones, beneficios y desafíos de la IA en el sector de la construcción. Los resultados de este estudio ponen de relieve la necesidad crítica de reformar la educación y la formación para los profesionales de la construcción en respuesta a la creciente influencia de la IA en el sector.

Según sus conclusiones, hay una demanda creciente de programas que combinen experiencia en construcción con competencia en IA, y las universidades están empezando a abordar esta necesidad mediante la integración de currículos centrados en IA. Preparar a los estudiantes para una industria de la construcción cada vez más impulsada por la tecnología será esencial para garantizar que la fuerza laboral del futuro pueda prosperar en un entorno mejorado por la IA (Kim, Park, Moukhliiss, Song, & Koo, 2025)

Con el fin de mejorar la inspección para proyectos de una construcción fotovoltaica y realizar una gestión inteligente de la producción segura en el proyecto, Las tecnologías

propuestas por Wang F., Sun W., Lv S., Zhang R., Zhang L. y Chen S. Incorporan conceptos como la inteligencia artificial, aprendizaje automático y SIG para estudiar la tecnología de inspección de vehículos aéreos no tripulados (UAV) inteligente de patrullaje adecuado para la gestión y coordinación de la construcción, y para realizar la automatización, digitalización y gestión inteligente de la inspección del proyecto de construcciones fotovoltaicas. El UAV vuela regularmente según el ciclo de inspección de patrulla y las tareas de ruta, recopila automáticamente datos y los devuelve a la plataforma de inspección inteligente fotovoltaica, que identifica y analiza estadísticamente los datos de inspección del patrullaje y visualiza los defectos y peligros ocultos, la situación del proyecto y el progreso de la información sobre el proyecto en la plataforma. Esta tecnología no solo se puede aplicar a la inspección de patrullaje de proyectos de construcción, sino que también proporciona apoyo técnico para la inspección de construcciones de energía eólica, monitoreo ambiental del desierto y otros campos asociados. (Wang, y otros, 2025)

2.2 Marco Teórico

Corresponde con la descripción de conceptos a tener presentes en la investigación, para esta, se tuvieron en cuenta como principales, la Gestión de proyectos, Optimización de la construcción, Inteligencia Artificial, Big Data y Tecnologías 4.0.

2.2.1 *Gestión y supervisión de proyectos*

La guía PMBOK, referente global para la administración de proyectos, describe a La dirección de proyectos como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los procesos de dirección de proyectos identificados para el proyecto, permitiendo a las organizaciones ejecutarles de manera activa y eficiente. (Project Management Institute, Inc., 2017)

En base a ello, diferentes Entidades en el territorio nacional, presenta guías y manuales de seguimiento a contratos y como deben de ser correctamente gestionados en base a orden, ética y compromiso profesional, ejemplos como el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), la Unidad

Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC), poseen sus propios instructivos y velan por la seguridad y cumplimiento de sus contratos a supervisión.

2.2.2 Optimización de la construcción, Costos y tiempo

La organización, control y optimización de costos y tiempos en proyectos de construcción, por problemas de sobrecostos y demoras durante la realización de estos corresponde a una necesidad latente que tiene el sector en pro de disminuir de manera significativa las pérdidas y sobrecostos que se poseen con normalidad en los proyectos de ingeniería.

Estudios demuestran que en la mayoría de los casos el control de costos se hace con un sistema distinto al del control de tiempos, además de existir diversidad de estructuras organizacionales. De igual forma, se identificaron los factores que generan los sobrecostos y demoras, los cuales son: cambios de diseños, suelos, contrataciones deficientes, evaluación inexacta de los presupuestos y la programación, condiciones climáticas con énfasis en las lluvias.

En el estudio llevado a cabo por Patricia del Carmen Berrio, concluye que las constructoras están dispuestas a implementar un método que supla las insatisfacciones identificadas, que contribuya a la gestión de proyectos y satisfacción del cliente. Proponiendo un método que integra diferentes fuentes de información en un ambiente gráfico orientado al control de costos y tiempos en los proyectos de construcción a partir de medidas preventivas, predictivas y correctivas para controlar los factores que generan sobrecostos. (Berrio, 2016)

2.2.3 Inteligencia Artificial

El sentido de la IA es el desarrollo de una disciplina científica que abarca un conjunto de capacidades de simulación cognoscitivas e intelectuales expresadas por sistemas informáticos a través de algoritmos. La IA constituye una fuerza disruptiva que cambia radicalmente los modelos y paradigmas tradicionales, y que requiere una adaptación constante y una formación multidisciplinaria por parte de los seres humanos (Ríos, 2023)

La IA se puede presentar como el conjunto de algoritmos y programas avanzados que permiten la comparación, organización y gestión de datos que permita generar razonamiento lógico y creativo desde la computación y software.

2.2.4 Big Data

Big Data Analytics (BDA), trata de las tareas que implica la recopilación de información para informar las decisiones. La base de BDA es identificar patrones ocultos en grandes cantidades de datos y aprovechar esos patrones para producir ideas que se puedan poner en práctica. Estos conocimientos tienen el potencial de cambiar significativamente los caminos futuros de muchas industrias diferentes cuando se combinan con la toma de decisiones basada en datos (Maxy, Elmousalami, Peng Hui, & Aye, 2025)

2.2.5 Tecnologías 4.0.

La transformación digital es la transformación integral de las organizaciones, que abarca los recursos humanos, procesos empresariales y elementos tecnológicos para prestar servicios más eficaces y eficientes y garantizar la satisfacción de los usuarios en consonancia con las necesidades cambiantes de la sociedad, facilitadas por el rápido avance de las tecnologías de la información y la comunicación. La industria 4.0, que es la revolución industrial digital, es la integración de las tecnologías de la información y la industria como un conjunto colaborativo.

Se trata de un sistema en el que los sistemas ciber físicos se comunican, intercambian datos sin apoyo del operador, perciben a través de sensores, analizan los datos, toman decisiones con inteligencia artificial y añaden una nueva dimensión a la producción mediante impresoras 3D (Nur Ak & İlerisoy, 2024)

2.3 Marco normativo

El marco normativo colombiano sobre la aplicación de IA correspondería al conjunto de leyes que estandarizan, regulan y gestionan el aplicativo de las Inteligencias artificiales en el territorio nacional, sin embargo, a fecha de realización del presente documento, puntualmente no hay una regularización sobre estas, sin embargo, de acuerdo con la profesional Karen Bermúdez en la página oficial del senado de la república, describe:

En Colombia, el Congreso de la República está avanzando en la regulación de la Inteligencia Artificial (IA) mediante varios proyectos de ley que buscan establecer un marco ético y legal para su desarrollo y uso en el país

A continuación, se destacan dos de los principales proyectos en curso:

Gabriel Arturo Zamudio López

Proyecto de Ley 091 de 2023 “Mediante la cual se establece el deber de información para el uso responsable de la Inteligencia Artificial en Colombia”

(...)

Este proyecto, aprobado en la Comisión Sexta del Senado y pendiente de debate en la plenaria, propone establecer el uso responsable de la Inteligencia Artificial en Colombia, basándose en principios éticos y legales que garanticen seguridad, transparencia, igualdad y equidad para los usuarios.

Proyecto de Ley 130 de 2023, “Por medio de la cual se crea la armonización de la Inteligencia Artificial con el derecho al trabajo de las personas”.

(...)

Presentado en la Comisión Séptima del Senado, este proyecto tiene como objetivo armonizar la Inteligencia Artificial con el derecho al trabajo, protegiendo los derechos de los trabajadores y garantizando la estabilidad laboral. (Bermúdez, 2025)

En consecuencia, a lo anterior, se presenta la normativa relacionada vigente y algunos estándares internacionales.

2.3.1 Ley 1266 de 2008

Su propósito es garantizar el derecho constitucional de cada persona a acceder, modificar y corregir la información almacenada sobre ella en bases de datos. Además de proteger los derechos fundamentales relacionados con la recopilación, manejo y difusión de datos personales, lo anterior de acuerdo con lo establecido en el artículo 15 de la Constitución Política. Asimismo, resguarda el derecho a la información del artículo 20, especialmente en lo que respecta a datos financieros, crediticios, comerciales, de servicios y aquellos provenientes de otros países (El Congreso de la República, 2008)

2.3.2 Ley 1581 de 2012

Esta ley busca garantizar el derecho constitucional de toda persona a acceder, modificar y corregir la información almacenada sobre ella en bases de datos o archivos. Así mismo, busca proteger los derechos fundamentales, libertades y garantías contemplados en el artículo 15 de la

Constitución Política, además del derecho a la información establecido en el artículo 20 de esta. (El congreso de la república, 2012)

2.3.3 CONPES 3920 - Política nacional de explotación de datos - (Big Data)

La política tiene por objetivo aumentar el aprovechamiento de datos, mediante el desarrollo de las condiciones para que sean gestionados como activos para generar valor social y económico. En lo que se refiere a las actividades de las entidades públicas, esta generación de valor es entendida como la provisión de bienes públicos para brindar respuestas efectivas y útiles frente a las necesidades sociales (CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL - CONPES, 2018)

2.3.4 Ley 1978 de 2019

Su objetivo es armonizar los incentivos para los actores y autoridades del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), fortalecer la seguridad jurídica, modernizar y simplificar la estructura institucional del sector, optimizar las inversiones para reducir la brecha digital y fomentar la participación del sector privado en el desarrollo de proyectos. Asimismo, busca mejorar la eficiencia en el pago de contraprestaciones y obligaciones económicas de los agentes involucrados (El congreso de Colombia, 2019)

2.3.5 CONPES 3975 - política nacional para la transformación digital e Inteligencia Artificial

Formula una política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial. Esta política tiene como objetivo potenciar la generación de valor social y económico en el país a través del uso estratégico de tecnologías digitales en el sector público y el sector privado, para impulsar la productividad y favorecer el bienestar de los ciudadanos, así como generar los habilitadores transversales para la transformación digital sectorial, de manera que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la Cuarta Revolución Industrial (4RI) (CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL - CONPES, 2019)

2.3.6 *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial (2022)*

La mencionada Recomendación trata de las cuestiones éticas relacionadas con el ámbito de la inteligencia artificial en la medida en que competen al mandato de la UNESCO. Aborda la ética de la IA como una reflexión normativa sistemática, basada en un marco integral, global, multicultural y evolutivo de valores, principios y acciones interdependientes, que puede guiar a las sociedades a la hora de afrontar de manera responsable los efectos conocidos y desconocidos de las tecnologías de la IA en los seres humanos, las sociedades y el medio ambiente y los ecosistemas, y les ofrece una base para aceptar o rechazar las tecnologías de la IA. Considera la ética como una base dinámica para la evaluación y la orientación normativas de las tecnologías de la IA, tomando como referencia la dignidad humana, el bienestar y la prevención de daños y apoyándose en la ética de la ciencia y la tecnología (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2022)

2.3.7 *AB-2013 Generative artificial intelligence: training data transparency (2024)*

Este proyecto de ley establecería que, a más tardar el 1 de enero de 2026, y en cada ocasión posterior en que un sistema o servicio de inteligencia artificial generativa, o una modificación significativa de estos, se haga accesible para los residentes de California, el desarrollador deberá publicar en su sitio web documentación detallada sobre los datos empleados para entrenar el sistema. Esta obligación aplicaría sin importar si el uso del sistema incluye algún tipo de compensación. Además, el proyecto exigiría que dicha documentación contenga, entre otros aspectos, un resumen general de los conjuntos de datos utilizados en su desarrollo. (COMPENDIO DE LOS ASESORES LEGISLATIVOS - CALIFORNIA, 2024)

3 MARCO METODOLÓGICO

De acuerdo con los objetivos específicos planteados, es necesario llevar a cabo la investigación por medio de encuestas y posterior análisis de sus resultados de manera cuantitativa, siendo que, para la estructuración de metodologías y parámetros de seguimiento es importante presentar de manera medible la implementación de los ítems objeto de esta investigación (Inteligencia Artificial y Big Data) y como su incorporación podría ser de uso común en la supervisión de contratos.

3.1 Alcance de la investigación

El presente estudio se centra en explorar cómo la incorporación de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) y Big Data puede llegar a optimizar la gestión contractual en los procesos de supervisión de proyectos dentro de entidades contratantes en Bogotá D.C. Lo anterior busca servir como base para una aplicación en organizaciones públicas, así como privadas del sector de la construcción, en las cuales el seguimiento contractual se ve frecuentemente afectado por deficiencias técnicas, operativas y de control. Aclarando que, la presente investigación toma un marco temporal entre el 2016 y 2025.

Desde un enfoque cuantitativo y exploratorio, esta investigación ha recopilado información útil a través de encuestas dirigidas a actores estratégicos del sector, con el propósito de analizar el nivel de madurez tecnológica en cuanto a la apropiación de tecnologías emergentes además de presentar un amplio historial de aplicación en otras partes del mundo, lo anterior presentado en los títulos 1.4, 2.1, 2.2 y 2.3. Ello buscando evaluar las falencias recurrentes en los procesos de supervisión y, finalmente, proponer metodologías o modelos predictivos que sirvan como herramientas para la toma de decisiones y el cumplimiento efectivo del alcance contractual sobre proyectos de construcción.

Producto de lo anterior, el alcance investigativo corresponde a:

- La identificación de debilidades actuales en los mecanismos de supervisión.
- La evaluación del estado de implementación de IA y Big Data en las entidades participantes.
- La formulación de recomendaciones técnicas y operativas para su adopción.

- La propuesta de un modelo base adaptable a otras entidades y contextos regionales en Colombia.

Como se ha mencionado a lo largo del documento, aunque el estudio se centra en la capital del país., los resultados podrían sentar precedentes replicables a nivel nacional, sirviendo como insumo para futuras investigaciones o desarrollos normativos en torno al uso de inteligencia artificial en la contratación pública y privada.

3.2 Enfoque de la investigación

El enfoque de la presente investigación corresponde a un estudio Cuantitativo debido a la recolección de información que permita generar datos cuantificables que permitan ser dispuestos para la elaboración de un sistema integrado de información y posterior análisis estadístico. Posteriormente, se permite presentar metodologías y esquemas de funcionamiento orientados a integrar la inteligencia artificial en la gestión y supervisión de contratos de construcción a nivel nacional y distrital. Esto permitirá analizar esta herramienta de trabajo a partir de datos definidos, con miras a generar beneficios y aumentar la rentabilidad de las empresas del sector.

Así mismo, se debe de aclarar que la investigación tiene un alcance Exploratorio, esto debido a lo descrito por Roberto Hernández Sampieri en su libro Metodología de la Investigación:

“Los estudios exploratorios sirven para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular, indagar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados.” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Se aclara, que los instrumentos trabajados para la presente investigación corresponden a la evaluación sistemática de referentes, conjunto con la encuesta de madurez tecnológica aplicada a diferentes empresas del sector constructivo, estos ahondados en el título 3.2

3.1 Población y muestra

3.1.1 Definición de la población

Para llevar a cabo la investigación se consideró las empresas contratistas, empresas interventoras, y algunas entidades contratantes en el sector de la construcción y estudios de Ingeniería en Bogotá D.C., aprovechando la centralización de entidades en la capital, y como partes responsables de diferentes tipos de infraestructuras en diferentes zonas, se dispuso de encuestas con preguntas puntuales haciendo énfasis hacia la incorporación de algunas tecnologías 4.0 (Inteligencia Artificial, Big data y ciencia de datos).

3.1.2 Cálculo y selección de la muestra

Para el cálculo y selección de muestra, se revisó el sistema de muestreo para estudios descriptivos, presentados junto a otros métodos de cálculo probabilístico en el estudio de Saraf Aguilar:

III.- FORMULAS PARA CALCULAR LA MUESTRA EN ESTUDIOS DESCRIPTIVOS.

Para una población finita (cuando se conoce el total de unidades de observación que la integran):

$$n = \frac{NZ^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal. Llamado también nivel de confianza.

p = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia

q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1 - p).

d = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio. (Aguilar-Barojas, 2005)

De acuerdo con lo anterior, para una muestra poblacional (encuestados) total de 250 fuentes disponibles, los valores de la ecuación corresponden a:

n = incógnita

N = 250

Z = 1.65 – Equivalente para un nivel de confianza del 95%

p = 0.95 y q = 0.05

d = 0.05 – Equivalente para un nivel de confianza del 95%

$$n = \frac{250 * 1.65^2 * 0.95 * 0.05}{0.05^2 * (250 - 1) + 1.65^2 * 0.05 * 0.95} = \frac{32.3296}{0.7518} = 43$$

De este modo, para la realización del presente estudio, se partirá con el análisis mínimo de 43 resultados de encuestas para obtener información clave en el uso de la Inteligencia Artificial y Big Data en el país.

Las encuestas se tomarán ajustando los siguientes parámetros:

Tabla 1 Parámetros filtro de encuestas

Antigüedad	2024 - 2025
Clasificación según su actividad económica	Tecnologías de la información y comunicación - tic.
	Construcción.
	Actividades profesionales, científicas y técnicas.
	Diseños y consultoría
	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado.
	Actividades ejecutivas de la administración pública
	Industria oil & gas
	Energética
	Ingeniería
	Metal mecánico

	Gubernamentales
	Entidad pública
Conocimiento de la Importancia de uso de la transformación digital	En Acción
	En Desarrollo
	En Implementación
	Existe la iniciativa

Fuente: Elaboración Propia

Con los anteriores filtros aplicados, el número de encuestados es de un total de 53 personas, de las cuales, procederá el análisis de implementación de transformación digital a nivel nacional.

3.2 Instrumentos

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

Como se mencionó en anterioridad, por medio de una encuesta enfocada a la implementación y apropiación de las tecnologías emergentes en la gestión de proyectos a nivel nacional, se llevó a cabo la investigación con una variedad importante de personal, técnicos, líderes y directivos de múltiples empresas y entidades que permitiese generar en los investigadores una base de datos confiable para obtener resultados y estadísticas de uso e implementación.

La encuesta tiene un total de 31 preguntas, englobando las siguientes áreas de desarrollo:

- CARACTERIZACIÓN
- MODELO DE NEGOCIO Y PRODUCTO
- CLIENTES Y PROVEEDORES
- PROCESOS - Nivel táctico y operativo
 - ORGANIZACIÓN DEDICADA A*: LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS
 - ORGANIZACIÓN DEDICADA A*: PRODUCCIÓN DE BIENES O PRODUCTOS
- INFRAESTRUCTURA Y SEGURIDAD
- ESTRATEGIA Y EXPERIENCIA EN INDUSTRIA 4.0

* La encuesta incluye preguntas específicas de acuerdo con el tipo de organización
La encuesta corresponde con el ANEXO 1 del presente documento.

3.2.2 Investigación sistemática de referentes bibliográficos

Presentado en el título “Marco de Antecedentes”, se recolectó de forma colaborativa y por medio de la ecuación descrita en las plataformas Scopus y Science Direct, más de quinientos artículos científicos relacionados a la investigación cubriendo las siguientes áreas:

- Autores
- Título
- Año
- Número de veces citado
- Tipo de documento
- Síntesis
- Metodología - Ruta de investigación
- Tecnología implementada o asociada
- Conclusiones y resultados principales

De acuerdo con lo anterior, se recopilaron algunas de estas encuestas y su propósito es ampliar las metodologías de implementación propuestas.

3.3 Descripción de procedimientos

La investigación se desarrolla en dos fases principales: (1) la revisión documental y análisis bibliográfico y (2) la recolección de información de campo a través de encuestas. A continuación, se describen ambas fases con mayor detalle, así como el procedimiento para el tratamiento y análisis de los datos obtenidos:

3.3.1 Fase 1: Recopilación y revisión de referentes bibliográficos (Estado del Arte)

Sistema:

- Revisar e identificar en los portales consultados la información resultante de la siguiente ecuación: ("project management" OR "project administration") AND ("big data" OR "data science" OR "Artificial Intelligence")
- Seleccionar resultados que cumplieren con los siguientes parámetros:
 - Ventana de revisión: 2015-2024
 - Documentos aceptados: “Artículos científicos” o “Artículos/conferencias-revisión” o “Conferencias en Eventos”
 - Investigaciones relacionadas a la gestión de proyectos, principalmente proyectos de construcción y aplicación de tecnologías emergentes.
- Analizar la información presentada e incorporarla en el estado del Arte compartido para su consulta y uso.

Los artículos seleccionados fueron organizados en una matriz de sistematización que incluyó autores, año, temática, metodología, resultados principales, tecnología aplicada y conclusiones. Esta información fue utilizada para construir el título 2.1 y sustentar la pertinencia del estudio

3.3.2 Fase 2: Investigación de campo, encuestas y resultados obtenidos.

Para el levantamiento de información de madurez tecnológica sobre empresas del sector, se diseñó una encuesta estructurada con 31 preguntas, abarcando aspectos clave como:

- Presentar solicitud a las Empresas, Organizaciones, Entidades y trabajadores para la realización de la Encuesta.
- Tomar la información presentada y llevar a cabo una matriz que organice los resultados para su consulta.

El instrumento fue validado mediante juicio de expertos para asegurar la pertinencia y claridad de las preguntas, siendo estas de tipo cerrado, escala Likert y opción múltiple.

Diseño y distribución del instrumento:

- Población objetivo: representantes de empresas contratistas, firmas interventoras y entidades contratantes del sector construcción en Bogotá D.C.

- **Contacto y distribución:** Se realizó contacto directo mediante redes profesionales y comunicación vía grupos técnicos, lo anterior previa consulta sobre los profesionales consultados y obteniendo su aprobación verbal.
- **Recolección de respuestas:** El formulario fue distribuido en un total de dos meses, correspondientes a la primera fase del proyecto (tiempo en el que se cursó la materia, investigación I) Las respuestas fueron almacenadas automáticamente en hojas de cálculo con acceso restringido, para garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos recolectados

3.4 Análisis de información

La información y datos recolectados es almacenada y analizada de acuerdo con las siguientes estructuras de procesos según el instrumento utilizado:

3.4.1 Preparación de datos

- **Limpieza de datos:** Se depuraron los registros incompletos o duplicados por parte del docente o líder de investigación. El estudiante posteriormente verificó la consistencia de los valores registrados, especialmente en preguntas tipo escala.
- **Organización:** Los datos fueron clasificados por categorías temáticas (infraestructura, estrategia, procesos, seguridad, tecnologías) y por perfil del encuestado.
- **Formato:** Se adecuaron las variables para facilitar su tratamiento en software estadístico (recodificación de respuestas abiertas, asignación de valores numéricos a escalas Likert, etc.).

3.4.2 Codificación y estructuración

- **Codificación cuantitativa:** Para el desarrollo del análisis detallado de la información y resultados del instrumento, se asignaron diferentes valores porcentuales de acuerdo con el número de respuestas obtenidas y/o similares para ser dispuestos de manera organizada en el capítulo 5.1 .

3.4.3 *Procesamiento y análisis*

- Datos cuantitativos: Se analizarán con el software Microsoft Excel y JASP. Se aplicarán estadísticas descriptivas (frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia central), así como análisis cruzado entre variables (tablas de contingencia, correlaciones simples).

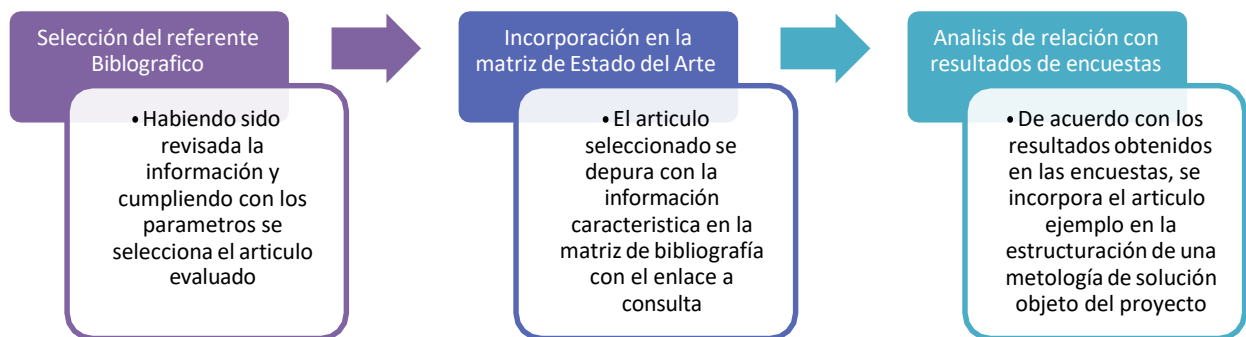
3.4.4 *Presentación de resultados*

La información será presentada mediante:

- Tablas estadísticas: para mostrar resultados cuantitativos agregados.
- Gráficas de barras y pastel: para representar porcentajes de adopción tecnológica, niveles de madurez, etc.

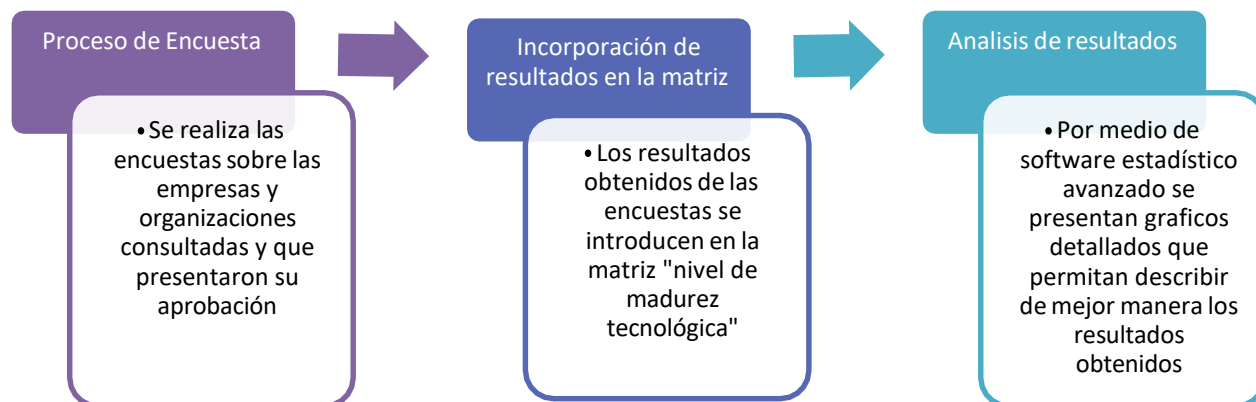
De manera resumida el proceso corresponde a:

Ilustración 2 Proceso de Análisis - Análisis Bibliográfico



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 3 Proceso de Análisis - Resultados de Encuestas



Fuente: Elaboración Propia

Esta estructura de análisis permitirá establecer relaciones entre las variables investigadas y sustentar la propuesta metodológica de incorporación de Inteligencia Artificial y Big Data en la supervisión de proyectos

3.5 Consideraciones éticas

3.5.1 Análisis de consideraciones éticas

En la presente investigación, se dio cabalidad a principios éticos y respeto hacia la integridad de los participantes e investigaciones consultadas, presentando entre sus componentes y documentos, la nula vulnerabilidad hacia la protección de datos. Su consulta, y posterior aprobación fueron debidamente desarrolladas y no se llevó a cabo ninguna consulta sin que el encuestado no haya dado su aval verbal al desarrollo de esta.

Adicional a lo anterior, en la encuesta, una de las preguntas corresponde a “¿Está de acuerdo con la declaración inicial y desea continuar con la encuesta?”. Siendo que todas las respuestas revisadas contemplan que esta casilla exprese un resultado afirmativo, como se presenta a continuación:

Ilustración 4 Declaración de Aceptación y desarrollo de la encuesta

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

SI

NO

Fuente: Encuesta nivel de madurez tecnológica

Bajo el cumplimiento de las labores investigativas y de profesionalidad, se presenta la confidencialidad de la información sensible de los participantes orientada principalmente a proteger la integridad de las empresas, entidades, organizaciones y personas naturales encuestadas.

Los participantes tienen el derecho de conocer los avances de la investigación bajo el cumplimiento de la ley 1583 de 2012 y Decreto 1377 de 2013, bajo la aprobación previa dada en la realización de la encuesta, además de, retirar cualquier información dispuesta en el presente documento y anexo si se considera que corresponde con una vulneración de sus derechos y datos personales.

4 HIPÓTESIS

La incorporación de la inteligencia artificial y el Big Data, en la supervisión de proyectos en diferentes entidades del sector de construcción a nivel distrital, se prevé como un avance significativo a una mejor administración, seguimiento, control de calidad, costo y tiempo de ejecución de los proyectos. Esto representado una mayor rentabilidad y eficiencia en el desarrollo de infraestructura de la capital y con resultados prometedores a nivel nacional.

Se prevé que el uso de estas herramientas facilite una utilización más eficiente de los recursos financieros, materiales, y control de alcance, lo que permitirá reducir sobrecostos o prorrogas innecesarias, además de favorecer una planificación y ejecución más precisa de los proyectos.

4.1 Variables

4.1.1 *Variables independientes*

Las variables independientes en el presente estudio corresponden a la implementación de las tecnologías 4.0 (Explícitamente, la Inteligencia Artificial y Big Data) en la gestión de proyectos.

Dependiendo de la correcta aplicación de estas, su afectación sobre la gestión de proyectos y supervisión de contratos tienen resultados positivos, presentando su influencia sobre dichas variables dependientes.

4.1.2 *Variable(s) dependiente(s)*

De acuerdo con lo presentado anteriormente, la repercusión de la implementación de la Inteligencia Artificial y Big Data sobre la gestión de contratos hacen a esta última la variable dependiente.

Ello significa que el cumplimiento de objetivos de los proyectos de manera eficiente y que signifique una alta rentabilidad puede estar directamente relacionada con un manejo mucho más detallado y organizado que puede ser proporcionado por la Tecnologías 4.0

4.2 Planteamiento de hipótesis

La implementación de inteligencia artificial y Big Data en la supervisión de proyectos a nivel distrital y nacional, permitirían desarrollar un sistema más eficiente para el seguimiento de costos de inversión, tiempos de ejecución, rentabilidad del proyecto y cumplimiento de la calidad pactada al inicio del contrato. Lo anterior al facilitar el análisis en tiempo real de grandes volúmenes de datos, anticipar desviaciones y apoyar la toma de decisiones basada en información precisa, oportuna y fundamentada en una base de datos de los anteriores proyectos.

La presente investigación se encuentra soportada en casos similares de implementación de la inteligencia artificial y Big Data que resultaron exitosos, estos citados de acuerdo con lo establecido en los títulos “Descripción del Problema” y “Marco de Antecedentes”

5 RESULTADOS

Como se mencionó en el capítulo 3.1.2, la encuesta presentada permitió generar 53 respuestas que cumplieren con los requisitos establecidos, con las que se contó con los aportes necesarios para un análisis en calidad suficiente para un desarrollo correcto de la investigación

5.1 Presentación de resultados

5.1.1 Modelo de Negocio y Producto

La primera sección del documento permite evidenciar la identificación de las tecnologías emergentes en el tiempo presente y, como los diferentes encuestados reconocen la importancia de su incorporación en el modelo de negocio a fin de continuar con el correcto funcionamiento empresarial.

Lo anterior, nos permite obtener los siguientes resultados:

Tabla 2 Resultados Modelos de Negocio y Producto - Pt. 1

CONSULTA	Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección*.	Cuenta con indicadores para medir nivel de la transformación digital.	Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital.
Nulo			
Existe la iniciativa			
En desarrollo			
En implementación			
En acción			

CONSULTA	Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección*.	Cuenta con indicadores para medir nivel de la transformación digital.	Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital.
Nulo			
Existe la iniciativa	1.9%	0.0%	1.9%
En desarrollo	28.8%	26.9%	34.6%
En implementación	21.2%	25.0%	23.1%
En acción	34.6%	26.9%	17.3%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3 Resultados Modelos de Negocio y Producto - Pt. 2

CONSULTA	Alguno de sus productos integra tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, BigData o ciencia de datos).	Reconoce importancia que tiene el uso y análisis de información.	Identifica que el desarrollo y la innovación tecnológica juega un papel importante.
Nulo			
Existe la iniciativa			
En desarrollo			
En implementación			
En acción			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4 Resultados Modelos de Negocio y Producto - Pt. 3

CONSULTA	Cuenta con claridad en los procesos y protocolos para llevar a cabo proyectos con alta incorporación tecnológica.	Reconoce los conceptos de tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, Big-Data y Data Science).
Nulo		
Existe la iniciativa		
En desarrollo		
En implementación		
En acción		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5 Mayor Inversión empresarial Actual y Futura

Concepto de Inversión	Últimos dos años		Próximos cinco años	
	Investigación y desarrollo.	Pequeña inversión	40.385%	Mediana inversión
Producción de productos o servicios.	Gran inversión	44.231%	Gran inversión	63.462%
Procesos administrativos internos (Contabilidad, talento humano).	Mediana inversión	34.615%	Gran inversión	40.385%
Logística de recepción y distribución.	Mediana inversión	36.538%	Gran inversión	38.462%
Comercial y ventas.	Mediana inversión	38.462%	Gran inversión	51.923%
Sistemas de información (herramientas software).	Mediana inversión	30.769%	Gran inversión	51.923%

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados obtenidos, el modelo de negocio se caracteriza principalmente por la prestación de servicios y entre los hallazgos más relevantes se encuentran:

- **Incorporación de sistemas correspondientes a tecnologías 4.0:** Gran parte de los encuestados indicó que el valor principal que ofrece su organización radica en la experiencia técnica acumulada y el cumplimiento normativo, más que en la innovación tecnológica o metodológica hasta la fecha, sin embargo, se está trabajando en la incorporación de las tecnologías investigadas.
- **Análisis de inversión de en tecnologías emergentes:** En la tabla 5 se evidencia la comparativa de inversión a tiempo presente y en una proyección a 5 años, en la que, se los encuestados han presentado una inversión mucho mayor, siendo que, en sistemas esenciales como la comercial y de sistemas de información, tienen una inversión proyectada mayor al 50% del global de salidas de la compañía.

Estos resultados evidencian que el modelo de negocio predominante aún se basa en estructuras convencionales, pero con una visión de apertura a transformaciones necesarias para la implementación de tecnologías emergentes. La baja/media integración de elementos como automatización, Big Data o IA refleja una oportunidad interesante para redefinir los modelos

operativos y de servicio, de cara a la transformación digital del sector y que, de acuerdo con la disposición de los encuestados, pareciese que toma un rumbo significativo.

5.1.2 Clientes y Proveedores

Como continuación en la segunda sección se evidencia la identificación de las tecnologías emergentes en el tiempo presente y, como los diferentes encuestados reconocen la importancia de su incorporación en el modelo de negocio a fin de continuar con el correcto funcionamiento empresarial.

Tabla 6 Análisis de Inversión empresarial – Información y Canales de contacto

Consulta realizada		Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de proveedores.		Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de clientes.		Analiza información de sus clientes para generar o mejorar productos o servicios.	
Respuesta	No se realiza	2	3.8%	5	9.6%	2	3.8%
	En algunos casos	15	28.8%	18	34.6%	14	26.9%
	En la mayoría de los casos	21	40.4%	15	28.8%	20	38.5%
	Se realiza permanentemente	14	26.9%	14	26.9%	16	30.8%
	Gráfico asociado						

Consulta realizada		Integra múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus clientes.		Integra múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus proveedores.		Cuenta con la planificación y dirección de la cadena de suministros desde los clientes hasta los proveedores.	
Respuesta	No se realiza	1	1.9%	1	1.9%	4	7.7%
	En algunos casos	16	30.8%	19	36.5%	15	28.8%
	En la mayoría de los casos	18	34.6%	19	36.5%	18	34.6%
	Se realiza permanentemente	17	32.7%	13	25.0%	15	28.8%
	Gráfico asociado						

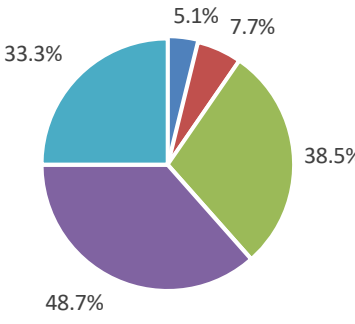
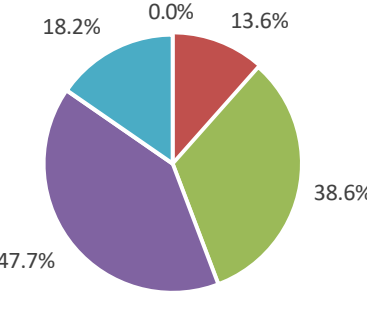
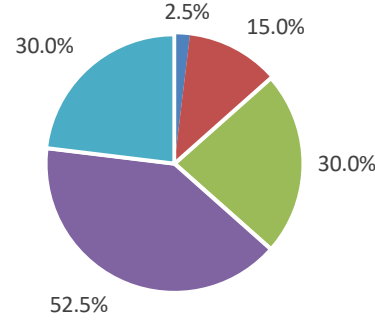
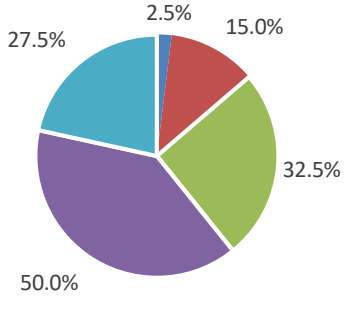
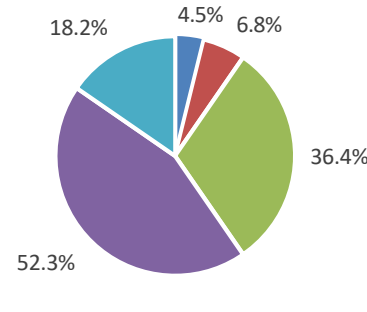
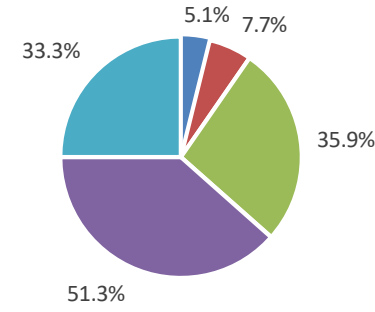
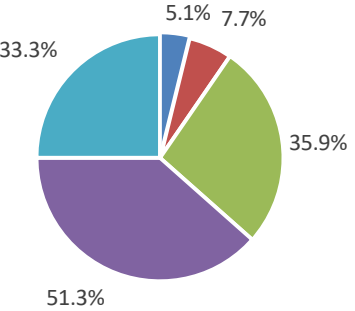
Fuente: Elaboración Propia

Se evidencia una importante inversión en las relaciones comerciales entre las empresas del sector construcción y clientes y proveedores influenciado en la recopilación de información, aunque existe una limitada integración de herramientas avanzadas como la Inteligencia Artificial y el Big Data, corresponden a una oportunidad de alto potencial para optimizar procesos.

Uno de los hallazgos más representativos es que el 35% de los encuestados manifiesta que en su organización no se aplican herramientas como el análisis de datos o canales de comunicación específicas para manejar las relaciones con clientes y proveedores, mientras que apenas un 65% indica que sí lo hacen como mínimo en la mayoría de los casos, esto es primordial para la incorporación de herramientas como el Big Data e Inteligencia Artificial.

Así mismo, los encuestados han descrito sentirse más acorde con los diferentes procesos enlistados, de acuerdo con el contexto propio de su organización.

Tabla 7 Análisis de Inversión empresarial – Herramientas de acuerdo con el tipo de organización.

Digitalización de trabajo con clientes.	Digitalización de trabajo con proveedores.	Intercambio de información digitalmente con socios, proveedores y clientes.					
							
Uso de múltiples canales de venta integrados para comercializar sus productos a sus clientes.	Sistema de precios dinámico y adaptado al cliente.	Analiza los datos de los clientes para aumentar su conocimiento (situación personal, preferencias, ubicación, puntuación crediticia).					
							
Diseña soluciones considerando los datos de los clientes.	Nomenclatura						
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td style="background-color: #4F81BD; color: white;">Muy bajo</td></tr> <tr><td style="background-color: #C0392B; color: white;">Bajo</td></tr> <tr><td style="background-color: #768D45; color: white;">Medio</td></tr> <tr><td style="background-color: #6B4E99; color: white;">Alto</td></tr> <tr><td style="background-color: #00A0C0; color: white;">Muy alto</td></tr> </table>		Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Muy bajo							
Bajo							
Medio							
Alto							
Muy alto							

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al conocimiento sobre las herramientas tecnológicas disponibles en el mercado, solo un 25% de los encuestados afirma tener claridad sobre las soluciones existentes para la gestión de relaciones con clientes y proveedores. Esto contrasta con un 62,5% que reconoce tener un conocimiento limitado, y un preocupante 12,5% que declara no tener ningún conocimiento al respecto. Este dato subraya una necesidad de fortalecer los procesos de formación, divulgación tecnológica y transferencia de conocimiento dentro del sector.

La apropiación tecnológica tiene un mejor reflejo en la gestión de contratos con proveedores, donde cerca del 85% de los participantes señala utilizar herramientas tecnológicas de media a muy alta forma, mientras solo el 15% un uso parcial o nulo. Esta situación es óptima para presentar sistemas de organización de la información, mejora de tiempos de respuesta y la toma de decisiones basada en datos, aspectos clave que pueden ser utilizados con la incorporación de las tecnologías 4.0.

5.1.3 Nivel táctico y operativo

Para la tercera sección, primeramente, se evalúa el nivel de apropiación de las tecnologías habilitadoras de la transformación digital en su proceso principal.

Tabla 8 Tecnologías usadas en la Organización

¿Cuál de las siguientes tecnologías utiliza en su organización?	Numero de respuestas
Sensores	18
Dispositivos móviles	39
Identificador de radiofrecuencia - RFID	5
Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real.	21
Sistemas de localización en tiempo real	24
Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos	23
Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable	26
Inteligencia artificial para la toma de decisiones.	10
Sistemas de tecnologías de la información integrados	26

Fuente: Elaboración Propia

Lo anterior representado en el siguiente grafico

Ilustración 5 Tecnologías usadas en la organización



Fuente: Elaboración Propia

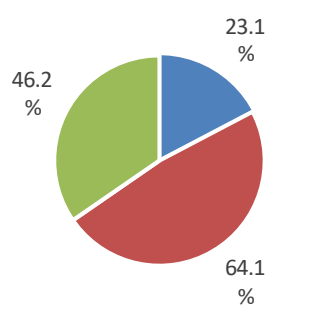
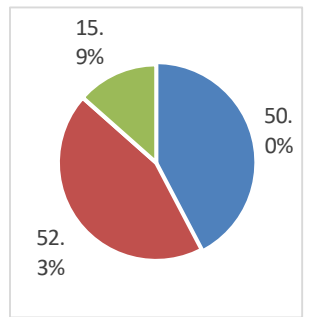
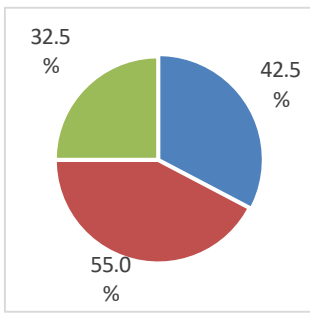
Este resultado es fundamental para la implementación práctica de la estrategia organizacional, puesto que, de acuerdo con lo presentado se ejecutan los planes, se recopila información clave y se materializa la eficiencia operativa. En este sentido, los resultados reflejan tanto avances puntuales como rezagos significativos en la transformación digital del sector.

Debido a que la mayoría de las empresas toma en cuenta el desarrollo de tres grandes elementos desarrollo en dispositivos móviles, Sistemas de tecnologías de la información integrados, y Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable, se presenta que el análisis del nivel táctico y operativo muestra que, hay una creciente conciencia sobre el valor de la tecnología y su implementación práctica es esencial y cómoda mediante estos elementos. No en tanto, se encuentra que hay una creciente conciencia de aplicación en otros sistemas que complementan un entorno integrado con tecnologías emergentes y que, será necesario fortalecer el ecosistema de innovación, incentivar la capacitación técnica y generar políticas institucionales

que promuevan la adopción de herramientas inteligentes en los procesos operativos del sector construcción.

Seguidamente, se revisan los grados de implementación de tecnologías de acuerdo con los elementos electromecánicos (Maquinaria y Equipos), de acuerdo con la organización, esto permitiendo relacionar la necesidad tecnológica que tienen la empresa en el presente.

Tabla 9 Implementación de tecnologías de acuerdo con maquinaria y equipos presentes en la organización

De acuerdo con las máquinas y equipos de su organización. ¿Cuál es el grado de implementación de las siguientes funcionalidades?							
Consulta realizada		Las máquinas y sistemas se pueden controlar a través de tecnologías.		Comunicación entre maquinas / sistemas - M2M		Capacidad de integrarse y colaborar con otras maquinas / sistemas - INTEROPERABILIDAD	
Respuesta	Nulo	9	23.1%	22	50.0%	17	42.5%
	Parcialmente	25	64.1%	23	52.3%	22	55.0%
	Implementado	18	46.2%	7	15.9%	13	32.5%
	Gráfico asociado						

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a los procesos con acompañamiento de maquinaria, en promedio el 31,5% de las organizaciones afirma usar tecnología en implementación plena para la realización de procesos, mientras 55,5% reporta un uso parcial, de acuerdo con ello, existe una transición a la operación con uso total de herramientas tecnológicas en estos ámbitos. Esta distribución

evidencia que, si bien algunas organizaciones ya han comenzado a integrar soluciones tecnológicas, muchas aún operan bajo algunos esquemas tradicionales.

Finalmente, se presentan las empresas o entidades que se dedican a la prestación de servicios, puesto que, la investigación se encuentra más asociada a su modelo que a la producción de bienes, toda vez que, se busca atender las necesidades en la optimización de la ejecución de contratos de construcción o diseño.

Tabla 10 Nivel de cumplimiento en su proceso de creación y entrega de los servicios PT.1

Consulta realizada		Nivel de integración de tecnologías digitales en la prestación de nuestros servicios		Uso de herramientas digitales para mejorar la eficiencia en la prestación de servicios		Registran datos o información del proceso de prestación de servicios	
Respuesta	NULO	1	2.2%	0	0.0%	1	2.2%
	BAJO	5	11.1%	2	4.4%	3	6.7%
	MEDIO	15	33.3%	16	35.6%	11	24.4%
	ALTO	16	35.6%	18	40.0%	22	48.9%
	MUY ALTO	8	17.8%	9	20.0%	8	17.8%
	Gráfico asociado						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11 Nivel de cumplimiento en su proceso de creación y entrega de los servicios PT.2

Consulta realizada		Aprovecha los datos y análisis digitales para tomar decisiones en la prestación de servicios		Nivel de adopción de tecnologías de automatización en la entrega de servicios		Digitalización de la gestión de datos y registros en nuestra empresa de servicios	
Respuesta	NULO	0	0.0%	2	4.4%	0	0.0%
	BAJO	4	8.9%	3	6.7%	5	11.1%
	MEDIO	14	31.1%	14	31.1%	15	33.3%
	ALTO	20	44.4%	19	42.2%	15	33.3%
	MUY ALTO	7	15.6%	7	15.6%	10	22.2%
	Gráfico asociado						

Fuente: Elaboración Propia

Se evidencia una mayor adopción de tecnologías accesibles como registro de datos integrados (48%), tecnologías en la nube (42%) y sistemas de TI integrados (44%), lo cual evidencia una tendencia favorable hacia la digitalización básica y escalable.

Para la implementación de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial y el RFID, se requiere una mayor adopción de las tecnologías para una respuesta significativa que permita la resolución de problemas más complejos o especializados, sin embargo, de acuerdo con los resultados, se ve viable su pronta incorporación.

Las tecnologías como el Big Data y ciencia de datos en tiempo real muestran una aceptación intermedia, indicando que algunas organizaciones comienzan a explorar el potencial analítico de estas herramientas por medio de sistemas avanzados de almacenamiento.

Se evidencia realmente que el sector aún se encuentra en un nivel de adopción parcial, y aunque hay esfuerzos por incorporar tecnologías 4.0, las herramientas más estratégicas como la IA y el Big Data requieren una mayor apropiación e incorporación con los procesos de gestión del conocimiento y toma de decisiones.

5.1.4 Infraestructura y seguridad

Se procede a evaluar el uso de las tecnologías participes en la infraestructura, seguridad y almacenamiento características de un sistema digital y su respectiva incidencia en la evaluación de incorporación de tecnologías 4.0.

Tabla 12 Sistemas de comunicación utilizadas entre áreas

	Sistema invertido	Opción más seleccionada	Porcentaje asociado
Comunicación con otras áreas de la organización que utiliza sistemas de información	Investigación y desarrollo	Parcialmente	42.308%
	Producción de productos o servicios	Si	55.769%
	Procesos administrativos internos (contabilidad, talento humano, etc.).	Si	63.462%
	Logística, recepción y distribución.	Si	50.000%
	Comercial y ventas.	Si	48.889%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13 Sistemas de comunicación utilizados con clientes y proveedores

Comunicación con clientes y proveedores - sistemas de información utilizados	Sistema invertido	Opción más seleccionada	Porcentaje asociado
	Investigación y desarrollo	Parcialmente	40.385%
	Producción de productos o servicios	Si	64.444%
	Procesos administrativos internos (contabilidad, talento humano, etc.).	Si	50.000%
	Logística, recepción y distribución.	Si	51.923%
	Comercial y ventas.	Si	48.889%

Fuente: Elaboración Propia

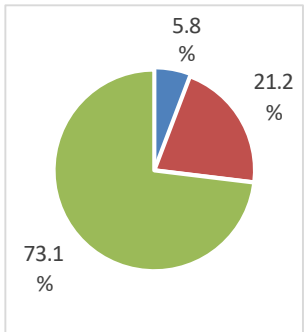
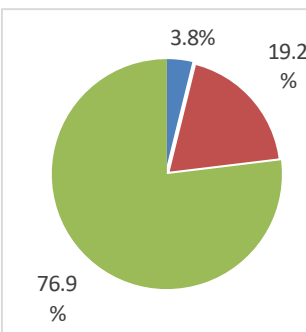
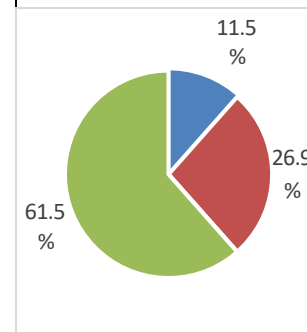
Las Tablas 10 y 11 resumen el cumplimiento de actividades operativas esenciales, como la entrega de servicios, gestión de activos, seguridad digital y respaldo de información, en la que se obtuvo:

Los porcentajes obtenidos demuestra que, en las organizaciones encuestadas se afirma cumplir de manera alta o muy alta con los procesos de registro, monitoreo, y entrega de servicios, sin embargo, se observa una menor eficiencia en ámbitos investigativos, donde la mayoría de encuestados indicó que su organización estima un uso parcial.

Si bien la infraestructura tecnológica y los procesos operativos muestran niveles aceptables de cumplimiento, los porcentajes aun demuestran brechas generales en aspectos de seguridad informática y respaldo automatizado, que son fundamentales para garantizar la continuidad del negocio y la integridad de los datos y su incorporación para el uso IA y Big Data.

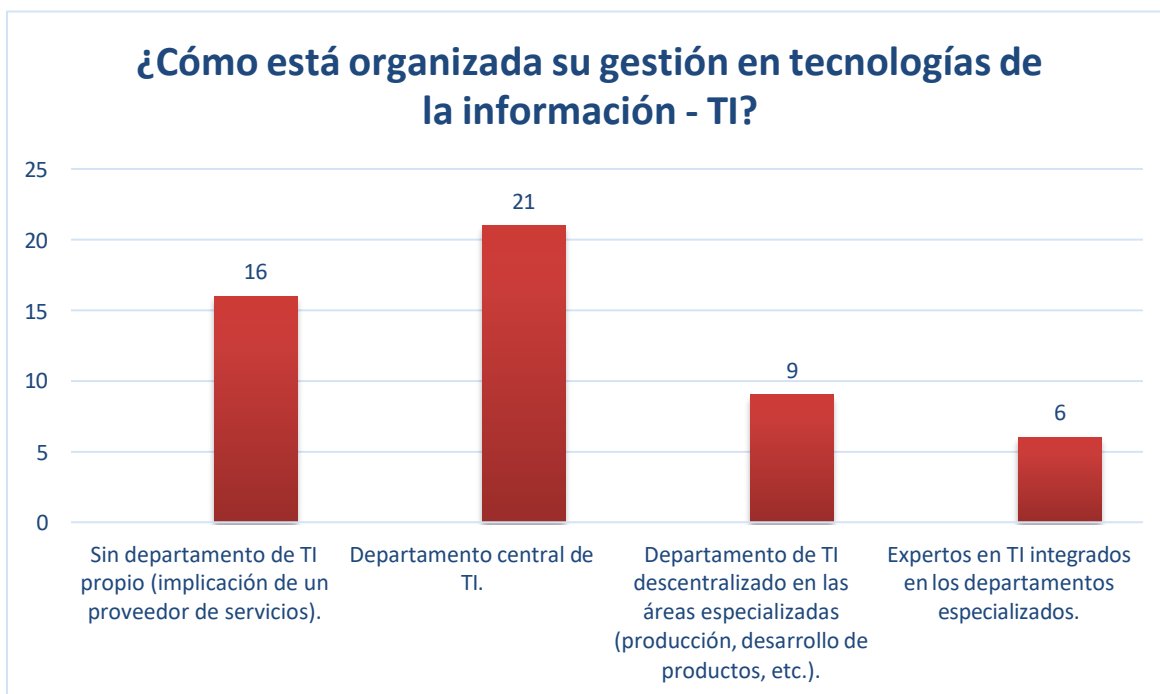
Para el presente ítem, se evaluó la capacidad de las organizaciones para llevar a cabo su operación con sistemas de la Nube, tecnologías de la información y equipos necesarios.

Tabla 14 Apropiación de servicios en la Nube

Consulta realizada	Software desde la nube		Para almacenamiento de datos		Para evaluación de datos	
NO	3	5.8%	2	3.8%	6	11.5%
No, pero lo planeamos	11	21.2%	10	19.2%	14	26.9%
SI	38	73.1%	40	76.9%	32	61.5%
Gráfico asociado						

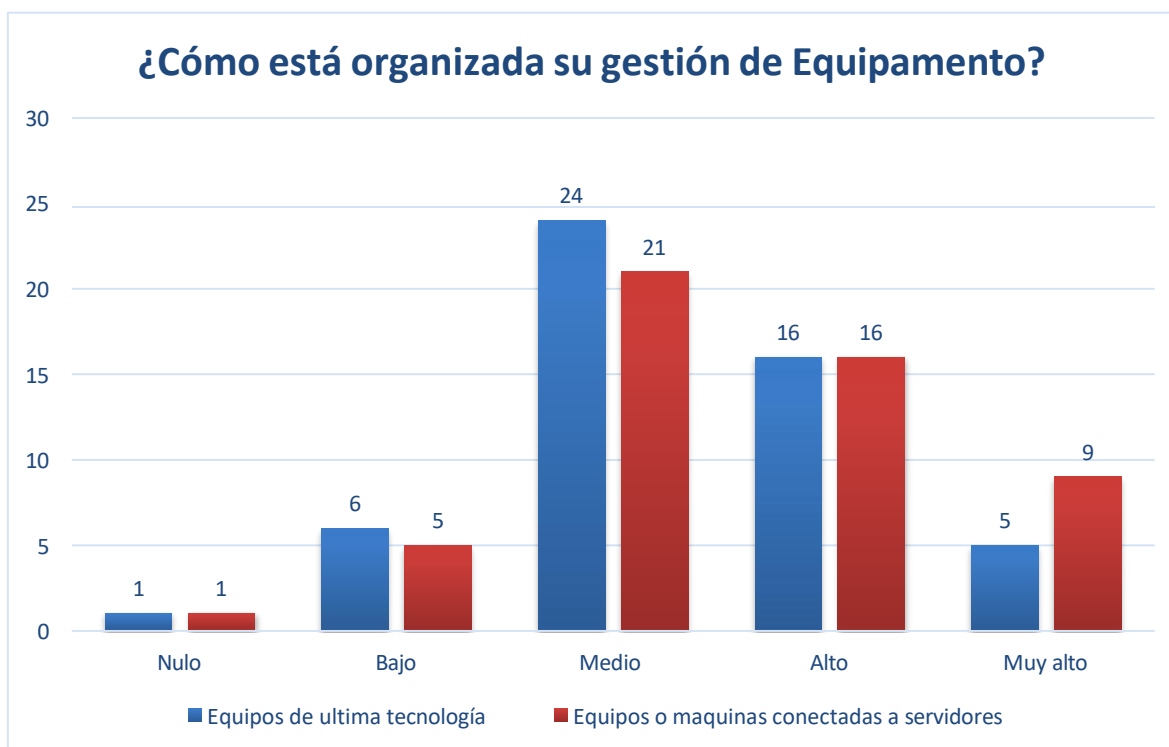
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 6 Gestión de tecnologías de Información - Manejo en la organización



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 7 Gestión de Equipamiento y Maquinaria - Manejo en la organización



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados evidencian que los encuestados cuentan en gran medida con una infraestructura que, en términos generales, responde a las necesidades operativas actuales; sin embargo, se identifican áreas de mejora, particularmente en la gestión de tecnologías de la información, siendo requerida una descentralización por departamentos y contar con el personal calificado para su gestión.

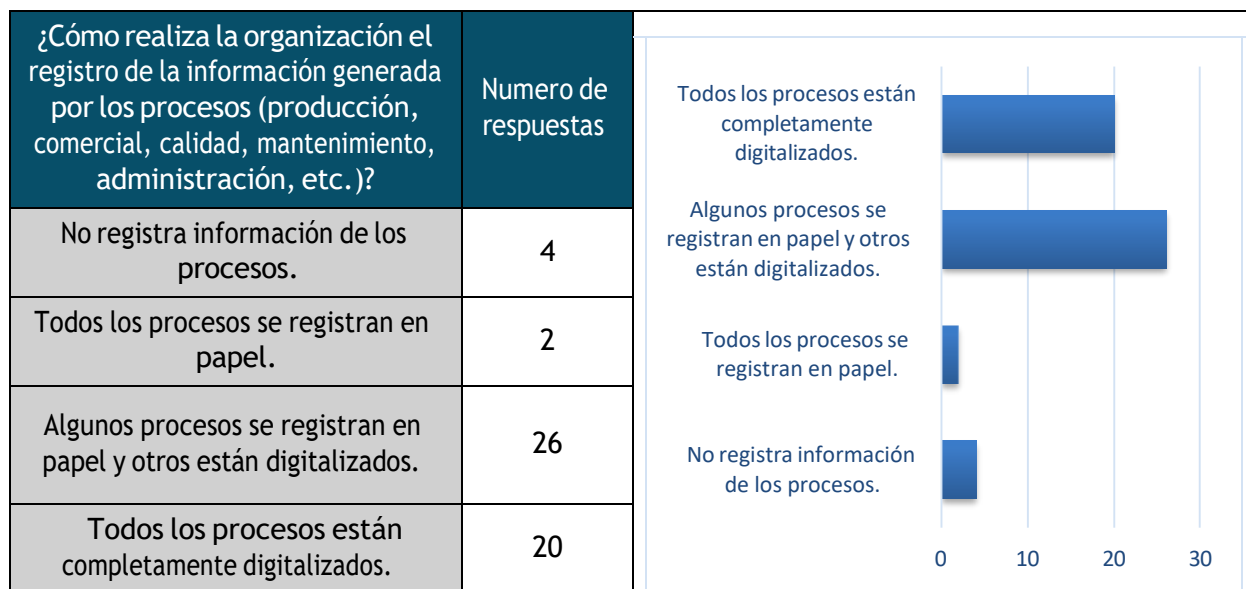
Aun así, se denota un nivel de satisfacción con la infraestructura física moderado, rango del 88%) lo que indica que, existen condiciones adecuadas para el desarrollo de las actividades y tienden hacia una infraestructura óptima para la implementación de estas tecnologías.

La combinación de una infraestructura estable pero parcialmente desactualizada y una seguridad más sólida en el plano físico que en el digital plantea la necesidad de un plan integral de modernización, que incluya inversión en tecnología, optimización de recursos y fortalecimiento de la seguridad informática. Esto no solo incrementaría la operatividad y la resiliencia, sino que también mejoraría la percepción general de los colaboradores respecto al entorno de trabajo

5.1.5 Estrategia y Experiencia en Industria 4.0

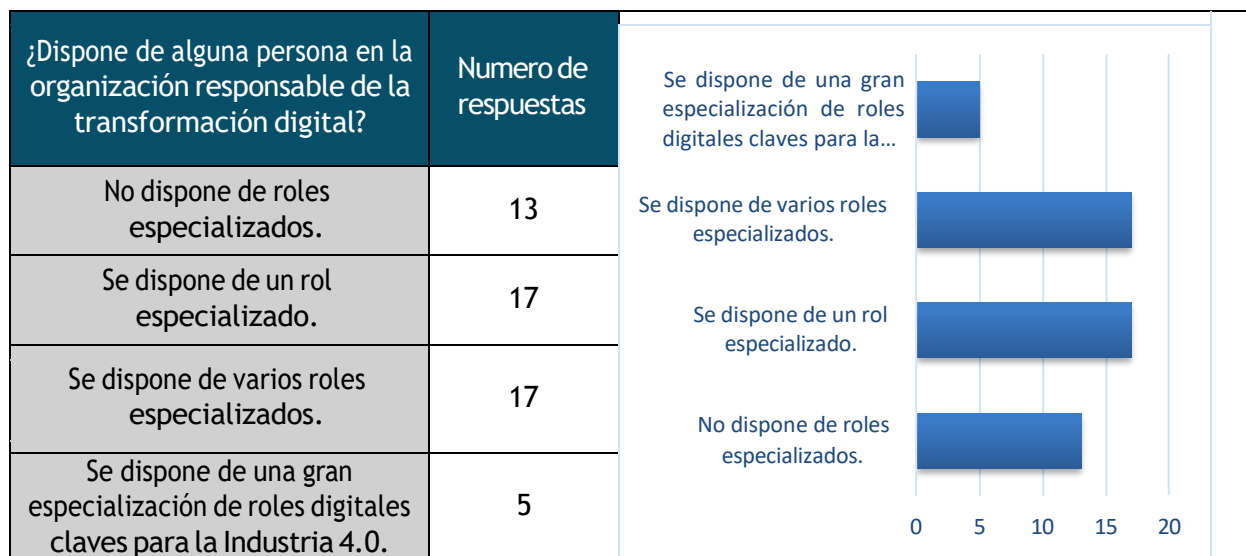
Finalmente, la quinta sección de la encuesta corresponde a consultas más directas en lo que respecta a la incorporación, manejo y experiencia de las tecnologías 4.0 sobre las organizaciones, así como su estrategia en implementación.

Tabla 15 Sistema de Registro de información



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16 responsables de transformación digital



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que gran parte del sistema de registro de la información, así como la disposición de recursos del personal encargado, es de alto interés para las organizaciones, toda vez que, el 88% y 75% respectivamente, presentan una respuesta positiva a la incorporación de estos elementos en la compañía.

Al respecto, se le consulto a los encuestados, el nivel afianzamiento de los demás miembros y empleados con tecnologías 4.0

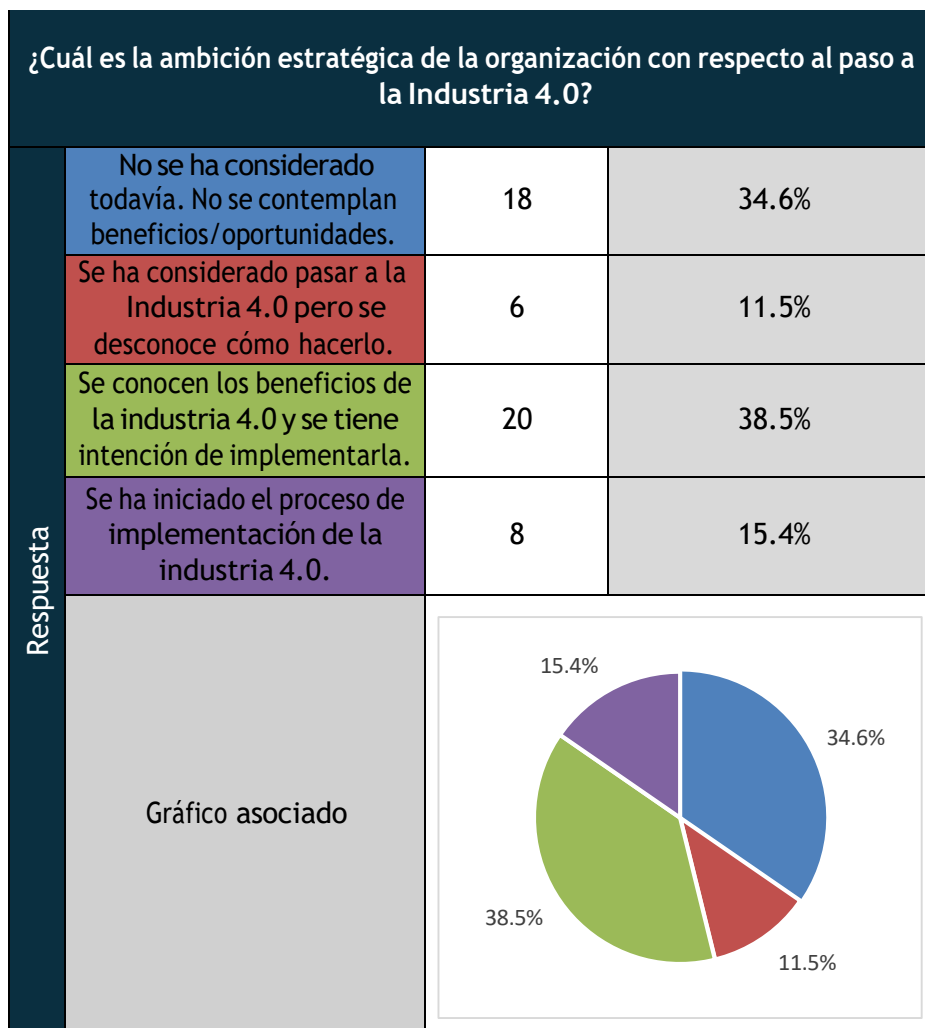
Tabla 17 Capacidad de los miembros de la compañía en relación con Tecnologías 4.0

¿Cómo evalúa las capacidades de sus empleados en relación con los requisitos futuros de la Industria 4.0?	Respuesta más frecuente	
Infraestructura.	Capacitado suficiente y constantemente	44.231%
Tecnología de automatización.	Capacitado, pero no lo suficiente	50.000%
Análisis de datos.	Capacitado, pero no lo suficiente	46.154%
Seguridad de los datos.	Capacitado, pero no lo suficiente	43.137%
Seguridad de las comunicaciones.	Capacitado, pero no lo suficiente	44.231%
Software de colaboración.	Capacitado, pero no lo suficiente	48.077%
Desarrollo o aplicación de sistemas de asistencia.	Capacitado, pero no lo suficiente	53.846%
Habilidades no técnicas, como el pensamiento sistémico y la comprensión de procesos.	Capacitado, pero no lo suficiente	42.308%

Fuente: Elaboración Propia

En general se puede observar que las organizaciones se encuentran en la incorporación de profesionales capacitados para la realización de actividades que tengan alguna incidencia con las tecnologías 4.0, aun así, persiste la necesidad de una profundización relevante en los diferentes sistemas consultados.

Tabla 18 Ambición estratégica para un paso a Industria 4.0



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados, la industria está en un proceso paulatino de apropiación e intención de utilizar, la industria 4.0., siendo que, si bien el 34.6% de los encuestados aún no han presentado interés, el remanente tiene la intención, o ya ha iniciado con su implementación, lo cual da un panorama positivo a la presente investigación y a la forma de ejecución en los años venideros.

La última consulta corresponde con el nivel de importancia que tienen los encuestados a cada uno de los ítems que representan el campo principal de las tecnologías e industria 4.0, obteniéndose en general el siguiente gráfico resultado.

Ilustración 8 Nivel de importancia de las tecnologías listadas, en un proceso de incorporación de la industria



Fuente: Elaboración Propia

5.2 Propuesta al sector

Frente al panorama resultado del análisis bibliográfico y la encuesta de maduración de tecnologías, se enlistan las siguientes estrategias y metodologías de estructuración de modelos de IA y sistemas BDA, para su adopción en la supervisión de contratos de consultoría y obra.

5.2.1 Adopción general de las tecnologías emergentes

De acuerdo con las conclusiones presentadas en el título 5.1.4. Infraestructura y seguridad, específicamente la Ilustración 6 Gestión de tecnologías de Información - Manejo en la organización, Tabla 17 Capacidad de los miembros de la compañía en relación con Tecnologías 4.0 y la Tabla 18 Ambición estratégica para un paso a Industria 4.0, se prevé que corresponderá con una necesidad imperante en el futuro, el manejar de manera óptima tecnologías como la Inteligencia Artificial, IoT y el BDA, como ya se encuentra como requerimiento en varias

entidades la coordinación e implementación de la metodología BIM en los contratos de consultoría y obra.

Citando el estudio adelantado por Haytham Elmousalami y sus compañeros de investigación: “Los dispositivos habilitados para IoT permiten recopilar datos en tiempo real (RTD) del entorno físico, estos se procesan mediante sistemas de computación en tiempo real (RTC) con la finalidad de permitir la supervisión basada en condiciones e identificar posibles problemas. Se emplean algoritmos de IA para analizar los datos y generar simulaciones predictivas, lo que permite optimizar la toma de decisiones y las estrategias de mantenimiento proactivo” (Maxy, Elmousalami, Peng Hui, & Aye, 2025)

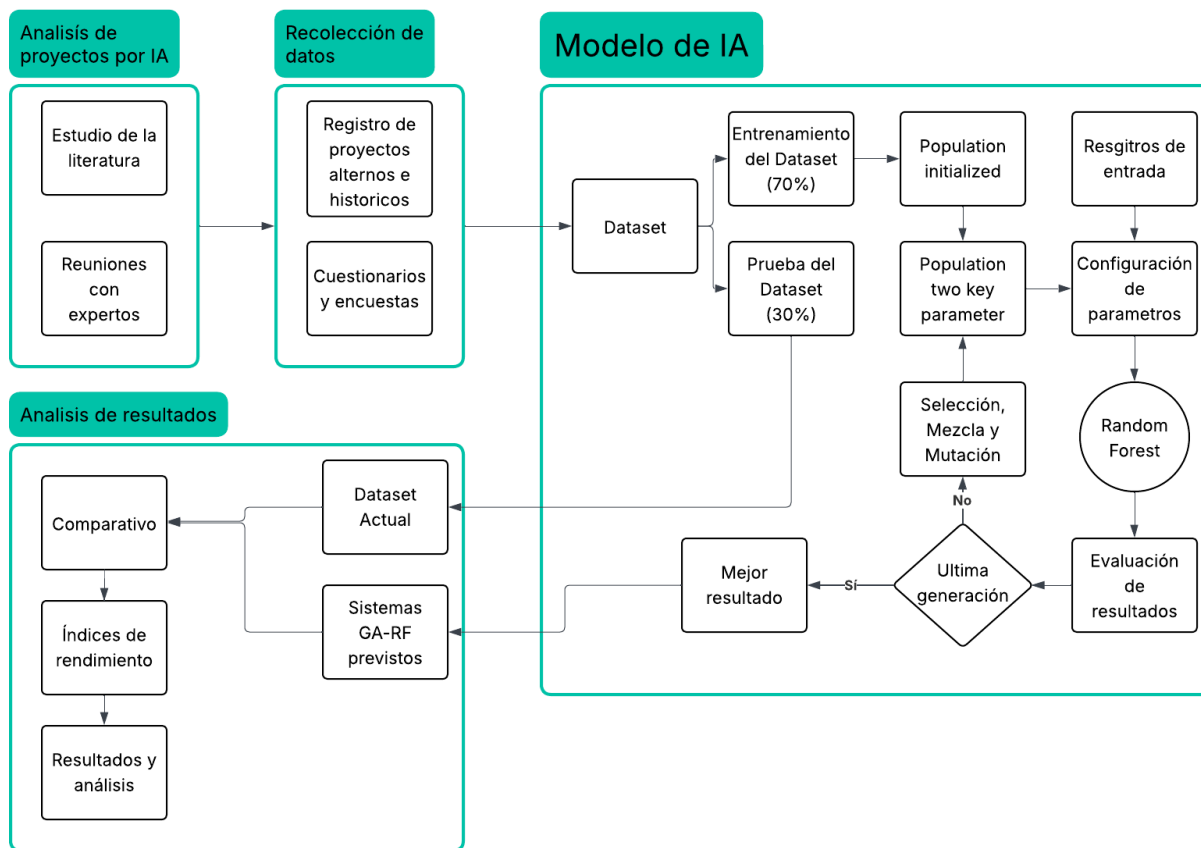
5.2.2 Seguimiento por indicadores de cumplimiento para el uso de tecnologías emergentes

De manera similar a la realizada en el título 5.1.5. Estrategia y Experiencia en Industria 4.0, las actividades, personal capacitado, inversiones necesarias son parámetros que deberán de ser contemplados en la estructuración de contratos y se les ha de presentar el debido seguimiento, de manera similar al proceso de implementación del sistema BIM (mediante estándares y requisitos de cumplimiento descritos en el anexo técnico ATB-EIR).

5.2.3 Presentar un modelo de Inteligencia Artificial prototipo y presentar pruebas de incorporación en contratos reales

Como objetivo principal de la presente investigación, se ha de presentar sistema o metodología de para la incorporación de tecnologías como la Inteligencia Artificial y sistemas de Big Data para la optimización de la supervisión de contratos. El procedimiento presentado corresponde a la investigación presentada por Zaher Mundher Yaseen y compañeros, en el que, se hace el análisis por medio de un sistema de IA “Random forest”, con el propósito de evidenciar y predecir riesgos en proyectos de construcción.

Ilustración 9 Estructura del modelo de inteligencia artificial híbrida Random Forest and Genetic Algorithm (RF-GA) - Adaptado



Fuente: (Yaseen, Ali, Salih, & Al-Ansari, 2020)

En el estudio enunciado, el modelo en su fase de entrenamiento, RF-GA alcanzó los valores mínimos de precisión, sensibilidad y especificidad de 87,5%, 90% y 95,2%, respectivamente. Los valores más bajos de RF en precisión, sensibilidad y especificidad fueron 87,5%, 83,33% y 94,44%, respectivamente, correspondiendo a valores bastante acertados con una investigación sobre 40 proyectos, por lo que, este puede ser una alternativa optima en su replicabilidad para uso de las entidades contratantes sobre su gestión de proyectos.

5.3 Discusión

En base a la investigación presentada, se puede dar a conocer que efectivamente, el país se encuentra en un proceso de transformación tecnológica y sus organizaciones, públicas y privadas, han de mantenerse en constante control para que corresponda con sistemas efectivos y que representan un desarrollo en la metodología y forma, de supervisión hacia el sector de la consultoría y construcción.

Lo anterior en base, en gran parte a las respuestas obtenidas en el instrumento de maduración de tecnológica aplicado a los participantes, además de las propuestas de regulación que se encuentran en formulación y gestión por el congreso de la república, esto de acuerdo con lo descrito en los títulos 2.3.5, 2.3.6 y 2.3.7.

Es menester conocer que, en base a la solución presentada en el título 5.2.3 y la utilización de sistemas de RF, y de acuerdo con la investigación presentada por Haytham Elmousalami y compañeros, el aprendizaje automático, en particular el aprendizaje profundo y el reconocimiento de patrones, desempeñan un papel vital en el reconocimiento de defectos en los elementos de construcción. Para este reconocimiento de defectos se han de utilizar numerosos métodos y que, a partir de estos métodos: transferencia de aprendizaje, aumento de datos y ajuste fino, las pruebas no destructivas automatizadas visuales utilizan redes neuronales que muestran altos niveles de precisión y se pueden clasificar los elementos constructivos y localizar los defectos mediante modelos de aprendizaje profundo. (Maxy, Elmousalami, Peng Hui, & Aye, 2025). Este concepto ha de tenerse en cuenta con base en la formulación de una solución hacia lo que corresponden con inteligencias artificiales y sistemas de BigData para lo que se entiende como procesos de entrenamiento por operaciones iterativas y de comparación.

Finalmente, a forma de resaltar sistemas de machine learning necesarias para potenciar los sistemas de IA a desarrollar, se pueden presentar opciones como la obtenida en la investigación de (Pospieszny, Czarnacka-Chrobot, & Kobylinski, 2018) en el que, el modelo de esfuerzo conjunto obtenido: MMRE se encuentra por debajo de 0,2 y PRED(0,25) a un nivel del 70%. Considerando que PRED(0,3) se utiliza principalmente para la interpretación porque $PRED(0,25) > 75\%$, el cual es difícilmente alcanzable y el modelo cumple con el criterio de Conte como un buen modelo de estimación, y los requerimientos presentados en el estudio de

(Prasetyo, Peranginangin, Martinovic, Ichsan, & Wicaksono, 2025), en los que, enlistados en las tablas 8 “Technical dimensions of AI adoption requirements” y 9 “Non-technical dimensions of AI adoption requirements.”, elementos que afectan a la implantación e integración reales de las herramientas de IA en los procesos existentes de gestión de proyectos, como la infraestructura técnica, Integración con sistemas existentes y Gestión de datos/preparación de datos, y las dimensiones críticas para determinar la preparación para la adopción de IA no técnica, que incluyen: apoyo al liderazgo; alineación estratégica; recursos financieros; capacitación y desarrollo de habilidades además de la organización, soportados en un estudio profundo de la bibliografía referente a este.

Tabla 19 Technical dimensions of AI adoption requirements.

Dimensions	Description	Mentions
Technical Infrastructure	Availability and adequacy of hardware, software, and network resources necessary to support and operate AI tools effectively within project management environments	59
Integration with Existing Systems	Process of aligning AI solutions with existing project management systems to ensure seamless interoperability and enhanced functionality	14
Data Management/ Data Readiness	State of data quality, organization, and preparation required to enable accurate AI analysis and decisionmaking.	58

Fuente: (Prasetyo, Peranginangin, Martinovic, Ichsan, & Wicaksono, 2025)

Tabla 20 Non-technical dimensions of AI adoption requirements

Dimensions	Description	Mentions
Leadership Support	Commitment and endorsement from organizational leaders to champion and drive AI initiatives.	10
Strategic Alignment	Alignment of AI integration with the organization's overall strategic objectives and goals	15
Financial Resources	Allocation of sufficient budget and financial resources necessary to support AI implementation and maintenance	9
Training and Skill Development	Provision of adequate training and development opportunities to equip staff with the necessary skills for AI adoption	29
Organizational Culture	The collective values, beliefs, and practices within an organization shape how work is done and how changes are embraced	13

Fuente: (Prasetyo, Peranginangin, Martinovic, Ichsan, & Wicaksono, 2025)

6 CONCLUSIONES

A lo largo del documento se observa como la evaluación sobre la incorporación de tecnologías emergentes responde de manera coherente a los objetivos propuestos, manteniendo citas del marco teórico a lo largo del mismo y en el que se permite presentar la alineación requerida con la metodología, de la cual se han podido recolectar resultados positivos sobre el estado del arte y maduración de las empresas las tecnologías evaluadas, para que, finalmente, se permitirá presentar parámetros y el esquema de formulación para la incorporación de inteligencia artificial y Big Data en la supervisión de contratos de construcción. Lo anterior esperando que la presente investigación aporte al campo académico, y que tenga el impacto práctico esperado por las Entidades contratantes en la capital del país, ofreciendo lineamientos de acción que fortalecen tanto el componente estratégico como el operativo sobre la incorporación de las tecnologías emergentes.

La incorporación de referentes bibliográficos actualizados y diversos ha permitido sustentar esta investigación desde varios enfoques disciplinares, presentando el estado del arte y la realidad de las diferentes empresas encuestadas y que han aportado al objeto de estudio. Al incorporar técnicas cualitativas y cuantitativas, se asegura un conjunto de datos con un alto nivel de confianza que permite enriquecer el análisis desarrollado.

Una de las principales conclusiones metodológicas es que la aplicación de encuestas, entrevistas y análisis documental reiterativa corresponde con la evolución de las empresas sobre la adopción de tecnologías emergentes a nivel nacional y global, lo anterior con base en los títulos 5.1.4. Infraestructura y seguridad y 5.1.5. Estrategia y Experiencia en Industria 4.0, además de las múltiples investigaciones citadas como “Prediction of Risk Delay in Construction Projects Using a Hybrid Artificial Intelligence Model”, (Yaseen, Ali, Salih, & Al-Ansari, 2020), “Artificial intelligence in open innovation project management: A systematic literature review on technologies, applications, and integration requirements” (Prasetyo, Peranginangin, Martinovic, Ichsan, & Wicaksono, 2025), entre otros. Esto pretende ser implementado en los siguientes puntos:

- Metodologías de gestión basadas en indicadores de madurez digital, que faciliten la clasificación de las entidades según su nivel de avance, (se conoce que hoy se realiza, sin embargo, esta se propone para el acompañamiento de inteligencia artificial y su comparativa en otros contratos reservados en sistemas de BigData.), Siendo que, de acuerdo con lo presentado en los resultados, el 40% y 49% de las empresas reporta un nivel alto o muy alto en digitalización de servicios y registro de datos, aunque la automatización avanzada todavía se encuentra en un rango medio (31% – 33%).
- Estrategias de solución como la implementación progresiva de plataformas interoperables, programas de capacitación en gestión digital y la estandarización de protocolos de seguimiento contractual. Las herramientas más utilizadas son dispositivos móviles (39 respuestas), sistemas de TI integrados (26) y servicios en la nube (26). Tecnologías avanzadas como IA (10) y RFID (5) presentan baja adopción, lo que refleja una apropiación parcial
- Modelos predictivos apoyados en analítica de datos e inteligencia artificial, con el fin de anticipar los incumplimientos, retrasos y sobrecostos, facilitando así la toma de decisiones de entidades contratantes e interventorías

Frente al cumplimiento de los objetivos, se puede especificar que:

- El análisis evidenció que, tanto en organizaciones públicas como privadas del sector de la construcción, a nivel distrital y nacional, persisten deficiencias en la estandarización, registros fiables, así como elementos de adecuación para la implementación de las tecnologías propuestas para el seguimiento contractual, aun así, se denota que no han sido obviadas estas tecnologías al existir el desarrollo de proyectos de ley hacia la estandarización y regulación de las mismas (revisar el título 2.3 Marco normativo), y por lo cual, se busca que estas leyes puedan ser también derivadas hacia su uso en el seguimiento contractual buscando solucionar los problemas en la falta de interoperabilidad tecnológica, la limitada capacidad técnica, conjunto a los problemas comunes de atraso, incumplimiento y/o materialización de riesgos.

- La información recopilada, tanto desde la bibliografía presentada para su comparativa y referencia a nivel mundial, conjunto con el instrumento de encuesta muestra que la madurez tecnológica en empresarios y entidades del sector público de la construcción es heterogénea, siendo que, mientras algunas compañías privadas y entes públicos o contratantes, han avanzado hacia la digitalización mediante sistemas BIM, ERP o plataformas de gestión documental, se evidencia que aún se mantienen procesos fragmentados, con bajo nivel de automatización y dependencia de registros manuales. Esto puede generar una brecha tecnológica que impacta la eficiencia y dificulta la supervisión contractual, la cual, puede solucionarse con la correcta capacitación e implementación a atención de parámetros críticos antes mencionados

Por medio del instrumento de maduración tecnológica en el que, luego de su realización y por medio del análisis basado en infraestructura tecnológica, capacitación del talento humano, integración normativa y adopción de herramientas digitales, se permitió generar un marco comparativo entre diferentes proyectos, contra los referentes encontrados en el estado del arte a nivel global, y que culminó en evidenciar el grado de madurez digital de cada organización y, al mismo tiempo, identificar los parámetros que se consideran críticos y que limitan la optimización para la implementación de estas tecnologías, promedio, en el que solo el 31,5% de las organizaciones reporta implementación plena de tecnologías en maquinaria, mientras el 55,5% lo hace parcialmente, mostrando una transición aún incompleta hacia la digitalización

- Debido a la falta de una homogeneidad tecnológica y la debilidad en los sistemas de control interno en las diferentes organizaciones consultadas, se puede evidenciar que para la correcta materialización de la propuesta se deben de atender los mencionados puntos en párrafo 3 del presente capítulo de conclusiones. Resultados como conocer que, el 34,6% de las organizaciones no considera aún la implementación de tecnologías emergentes, mientras el 38,5% planea adoptarla y un 15,4% ya inició el proceso, evidencian un avance desigual pero con tendencia positiva

El análisis realizado sobre el modelo de negocio y producto evidencia fortalezas significativas en las organizaciones, particularmente en la capacidad para adaptarse a las demandas del mercado y responder a los requerimientos de los proyectos, como lo ha hecho con la metodología BIM, esto permite concluir que el éxito de la incorporación de tecnologías como la Inteligencia Artificial y el BigData, dependen de la capacidad para mantener una correcta gestión, conocimiento e infraestructura que permita optimizar la eficiencia operativa y propia funcionalidad, además de incorporar procesos de innovación que permitan generar sistemas de IA y BDA en constante evolución en el mediano y largo plazo, presentando así mejores y más rápidas soluciones a los diferentes inconvenientes que pueda tener contratos de consultoría y/o construcción.

Finalmente, es menester presentar algunas recomendaciones sobre el sistema RF previo a su incorporación en Entidades contratantes:

- Los Supervisores deben de presentar contratos con hallazgos, consecuencias y resolución a la misma.
- El prototipo desarrollado ha de presentar una categorización sobre de riesgo y acción sugerida, al que, como se presentó en la Ilustración 9 Estructura del modelo de inteligencia artificial híbrida Random Forest and Genetic Algorithm (RF-GA) - Adaptado, comparar resultados por medio de sistemas operativos
- Los mencionados resultados se han de guardar en una base de datos, (por ejemplo: Excel o SQLite), y posteriormente poder ser consultados por la IA para comparar su evolución.

6.1 Recomendaciones

Pese al aporte que se espera sea significativo para la correcta incorporación de la Inteligencia Artificial y el Big Data en los procesos de supervisión contractual, la investigación presenta, a consideración del autor, dos limitaciones principales que deben ser consideradas para la adecuada interpretación de sus resultados. Siendo que:

En primer lugar, la muestra utilizada, aunque pertinente, válida y estructurada para la definición de alcance, espacio y tiempo, se restringe a un grupo específico de actores del sector de la construcción y consultoría en Bogotá D.C., esto implica que estos hallazgos y solución

descrita, no necesariamente pueden extrapolarse de manera general a otras regiones del país, dado que las condiciones de infraestructura, cultura organizacional y niveles de apropiación tecnológica pueden variar ampliamente, más en un país cuya brecha tecnológica es muy diversa de acuerdo a la región y por la cual, se debe buscar la paridad de infraestructura y desarrollo educacional.

En segundo lugar, los resultados dependen en gran medida de la información recolectada mediante encuestas, lo que introduce el riesgo de sesgos de percepción o de interpretación por parte de los encuestados. Este tipo de metodología puede afectar la precisión con la que se reflejan las condiciones reales del sector, así como la medición objetiva del nivel de madurez tecnológica.

A partir de estas limitaciones, se pueden plantear soluciones u opciones metodológicas para investigaciones futuras.

- Ampliar la muestra a un espectro más diverso de entidades y empresas del sector, no únicamente en la capital, sino también en otras regiones, lo anterior con el fin de fortalecer la validez externa de los hallazgos.
- De igual forma, sería recomendable integrar metodologías mixtas que combinen el análisis cuantitativo con técnicas cualitativas como entrevistas o grupos focales, lo que permitiría capturar percepciones más profundas y matizadas.

En términos de implicaciones, la presente investigación proporciona resultados relevantes con respecto a la toma de decisiones tanto en el sector público como el privado. Para las entidades contratantes, los hallazgos permiten identificar áreas prioritarias de inversión en infraestructura tecnológica, seguridad de la información y capacitación del talento humano, con el propósito de mejorar la eficiencia en la supervisión de contratos; mientras que, para las empresas del sector, los resultados sugieren la necesidad de adoptar prácticas más alineadas con las tecnologías 4.0, promoviendo una cultura organizacional orientada a la innovación y a la toma de decisiones basadas en datos.

Finalmente, para el diseño de políticas públicas, esta investigación abre un camino hacia la formulación de marcos regulatorios y normativos que faciliten la incorporación responsable y estratégica de la Inteligencia Artificial y el Big Data en la contratación pública y privada.

Como reflexión final, se espera que la presente investigación y sus hallazgos del presente estudio no solo constituyen un aporte académico, sino que también ofrecen una guía práctica para la implementación de mejoras en la gestión contractual. Su consolidación a través de futuras investigaciones permitirá robustecer los modelos de supervisión, garantizar mayor eficiencia en los proyectos de infraestructura y fomentar un entorno de innovación tecnológica sostenible en el país.

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>
- Aguilar-Barojas, S. (enero-agosto de 2005). *Salud en Tabasco*. Obtenido de Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud: <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Alketbi, M. A., Dweiri, F., & Dalalah, D. (2025). The Role of Artificial Intelligence in Aviation Construction Projects in the United Arab Emirates: Insights from Construction Professionals. *Appl. Sci.*, <https://doi.org/10.3390/app15010110>.
- Bermúdez, K. (06 de Febrero de 2025). *Congreso de la República de Colombia*. Obtenido de ¿En qué va la Inteligencia Artificial en Colombia?: <https://www.senado.gov.co/index.php/el-senado/noticias/6176-en-que-va-la-inteligencia-artificial-en-colombia>
- Berrio, P. d. (2016). *Método para la organización control y optimización de costos en proyectos de construcción*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Chen, K., Lu, W., Huang, G. Q., Rowlinson, S., & Peng, Y. (2015). *Bridging BIM and building: From a literature review to an integrated conceptual framework*. <https://pdf.sciencedirectassets.com/271951/1-s2.0-S0263786315X00056/1-s2.0-S0263786315000563/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEClhcXVzLWVhc3QtMSJHMEUCICHnGMfVWFXQSFk0sqEj6tPCr0Ifn1Sur9fENloFnO5DAiEA4Yp8JHBvQ6gcxQqIw3%2F%2FZDsCx%2FJwUmD2J%2B4: 0263-7863/00/© 2015 Elsevier Ltd>.
- COMPENDIO DE LOS ASESORES LEGISLATIVOS - CALIFORNIA. (2024). *AB-2013 Generative artificial intelligence: training data transparency*. Los Angeles: California Legislative Information.
- CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL - CONPES. (17 de abril de Gabriel Arturo Zamudio López

- 2018). *POLÍTICA NACIONAL DE EXPLOTACIÓN DE DATOS - (BIG DATA)*. Bogotá: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL - CONPES. (2019). *POLÍTICA NACIONAL PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL*. Bogotá: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- Datta, S. D., Rahman Sobuz , H., Islam, M., Ahmed, S., & Kar, M. (2024). *Artificial intelligence and machine learning applications in the project lifecycle of the construction industry: A comprehensive review*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26888>.: e26888,.
- Dikmen, I., Eken, G., Erol, H., & Birgonul, M. (2025). Automated construction contract analysis for risk and responsibility assessment using natural language processing and machine learning. *Elsevier B.V.*, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2025.104251>.
- El congreso de Colombia. (25 de Julio de 2019). *Ley 1978 de 2019*. Obtenido de Ley 1978 de 2019: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=98210>
- El Congreso de la República. (31 de Diciembre de 2008). *Ley 1266 de 2008*. Obtenido de Ley 1266 de 2008: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=34488>
- El congreso de la república. (17 de Octubre de 2012). *LEY ESTATUTARIA 1581 DE 2012*. Obtenido de LEY ESTATUTARIA 1581 DE 2012: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
- El Khatib, M., Al Mulla, A., & Al Ketbi, W. (2022). The Role of Blockchain in E-Governance and Decision-Making in Project and Program Management. *Scientific Research Publishing Inc*, 88-109.
- Guerrero Sevilla, D., Rodríguez Gómez, R., Morcillo Sanz, A., & Gonzalez Aguilera, D. (2025). Optimising Construction Site Auditing: A Novel Methodology Integrating Ground Drones and Building Information Modelling (BIM) Analysis. *Drones*, <https://doi.org/10.3390/drones9040277>.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES.
- Instituto de desarrollo urbano - IDU. (21 de Noviembre de 2021). *RESOLUCIÓN NÚMERO*
- Gabriel Arturo Zamudio López

6628 DE 2021. Obtenido de Manual de Gestión - Interventoría y/o Supervisión de contratos: https://www.idu.gov.co/Archivos_Portal/2022/coordinacion-interinstitucional/9-OTROS-DOCUMENTOS-UTILIZADOS/2-MGGC01-INTERVENTORIA-YO-SUPERVISION-DE-CONTRATOS-V-9.0.pdf

Instituto de Desarrollo Urbano (IDU). (27 de Septiembre de 2024). *esri Colombia*. Obtenido de El IDU, sinónimo de innovación en la estructuración de datos espaciales de infraestructura vial del Distrito Capital: <https://www.esri.co/es-co/nosotros/casos-de-exito/inicio/el-idu-sinonimo-de-innovacion-en-la-estructuracion-de-datos-espaciales-de-infraestructura-vial-del-distrito-capital>

Itodo, E. D., Oshodi, O. S., Nwankwo, N. I., Emuze, F. A., & Chinyio, E. (2025). The Use of Digital Technologies in Construction Safety: A Systematic Review. *Buildings*, <https://doi.org/10.3390/buildings15081386>.

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

Khan, A. N., & Kwan, H. K. (2025). AI, Agility, and Environmental Performance: A New Framework for Construction Project Managers. *Journal of Construction Engineering and Management*, 151 (3).

Kim, J., Park, S., Moukhliiss, S., Song, K., & Koo, D. (2025). Perceptions of Artificial Intelligence (AI) in the Construction Industry Among Undergraduate Construction Management Students: Case Study—A Study of Future Leaders. *Buildings*, <https://doi.org/10.3390/buildings15071095>.

Lichao, Y., Gavin, A., Zichao, Z., & Yifan, Z. (2025). *Achieving On-Site Trustworthy AI Implementation in the Construction Industry: A Framework Across the AI Lifecycle*. 15, 21. <https://doi.org/10.3390/>: Buildings.

- Mangla, S. K., Raut, R., Narwane, V. S., Zhang, Z. J., & priyadarshinee, P. (2020). Mediating effect of big data analytics on project performance of small and medium enterprises. *Journal of Enterprise Information*, DOI 10.1108/JEIM-12-2019-0394.
- Maqsoom, A., Ali, U., Rafique Ahmed, M., Muhammad, I., Ashraf, H., & Ghufuran, M. (2022). *Factors Causing Cost Overrun in Projects: A Case from Pakistan's Construction Industry*. Athens, Greece: NTUA, Laboratory of Construction Equipment & Project Management and the Association of Engineering Project, and Production Management (EPPM Association).
- Maxy, M., Elmousalami, H., Peng Hui, F. K., & Aye, L. (2025). AI in automated sustainable construction engineering management. *Elsevier B.V.*, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926580525002420>.
- Mendoza, J., & Martínez, G. (2021). *INFORME DE SEGUIMIENTO AL CUMPLIMIENTO DE METAS PROYECTO - Nuevo contrato social y ambiental para Bogotá de siglo XXI 2020-2024*. Bogotá: Secretaría Distrital de Desarrollo Económico.
- Nur Ak, C., & İlerisoy, Z. Y. (2024). Analysis of Industry 4.0 and the Building Inspection System in the Republic of Türkiye's Applications. *Gazi University*, <https://doi.org/10.35378/gujs.1313142>.
- Okonkwo, C., Evans, U., & Ekung, S. (2022). nearthing direct and indirect material waste-related factors underpinning cost overruns in construction projects. *International Journal of Construction Management*, págs. 23(13); 2298–2304.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2022). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. París: UNESCO.
- Plebankiewicz, E. (2018). *Model of Predicting Cost Overrun in Construction Projects*. 10(12), 4387. <https://doi.org/10.3390/su10124387>: Sustainability.
- Pospieszny, P., Czarnacka-Chrobot, B., & Kobylinski, A. (2018). *An effective approach for software project effort and duration estimation with machine learning algorithms*. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.11.066>: 0164-1212/© 2017 Elsevier Inc.
- Prasetyo, M. L., Peranginangin, R. A., Martinovic, N., Ichsan, M., & Wicaksono, H. (2025). Artificial intelligence in open innovation project management: A systematic literature review on technologies, applications, and integration requirements. *Journal of Open*
- Gabriel Arturo Zamudio López

Innovation: Technology, Market, and Complexity,

[https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85210747497&doi=10.1016%2fj.joitmc.2024.100445&partnerID=40&md5=3b2b209f5e1ffd1b571d29c77159ab3)

[85210747497&doi=10.1016%2fj.joitmc.2024.100445&partnerID=40&md5=3b2b209f5e1ffd1b571d29c77159ab3](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85210747497&doi=10.1016%2fj.joitmc.2024.100445&partnerID=40&md5=3b2b209f5e1ffd1b571d29c77159ab3).

Project Management Institute, Inc. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

Ríos, M. (2023). Inteligencia Artificial: Cuando la tecnología es el menor de los paradigmas (Artificial Intelligence: When Technology Is the Smallest of the Paradigms). *SSRN*, <https://ssrn.com/abstract=4521736> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4521736>.

Salimimoghadam, S., Ghanbaripour, A. N., Tumpa, R. J., Rahimi, A. K., Golmoradi, M., Rashidian, S., & Skitmore, M. (2025). The Rise of Artificial Intelligence in Project Management: A Systematic Literature Review of Current Opportunities Enablers, and Barriers. *Buildings*, 15-47.

SIGIDU. (20 de 08 de 2025). *SIGIDU*. Obtenido de Inventario de Espacio Publico: <https://webidu.idu.gov.co/sigidu/#>

Velásquez, J. C. (25 de Septiembre de 2024). Bogotá una ciudad centrada en aprender para responder mejor a desafíos: Galán. *Alcaldía de Bogotá*, págs. <https://bogota.gov.co/alcalde-carlos-fernando-galan/bogota-ciudad-centrada-en-aprender-para-responder-mejor-alcalde-galan>.

Vergara, D., del Bosque, A., Lampropoulos, G., & Fernández-Arias, P. (2025). Trends and Applications of Artificial Intelligence in Project Management. *Electronics*, <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85218915149&doi=10.3390%2felectronics14040800&partnerID=40&md5=c0d3eae32608ecb63f2baef58c3baf91>.

Wang, F., Sun, W., Lv, S., Zhang, R., Zhang, L., & Chen, S. (2025). Research on the Application of UAV Intelligent Patrol Inspection Technology in Photovoltaic Construction Management. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 693 - 700.

Yaseen, Z., Ali, Z., Salih, S., & Al-Ansari, N. (2020). *Prediction of Risk Delay in Construction Projects Using a Hybrid Artificial Intelligence Model*. *Sustainability*. 12(4), 1514.

<https://doi.org/10.3390/su12041514>: Sustainability.

- Yutong, S., Deng, B., & Xu, Z. (2024). Leveraging Big Data Analytics for Carbon Neutrality: A Review on Green Supply Chain and Sustainable Project Management. *ICAICE, Wuhu, China*, 650-655.
- 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

Anexos 1 Encuesta nivel de madurez tecnológica (apropiación) en la gestión de proyectos

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

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"/>

	Nulo	Existe la iniciativa	En desarrollo	En implementación	En acción
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"/>

	Nulo	Existe la iniciativa	En desarrollo	En implementación	En acción
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"/>

	Nula inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Gran inversión
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 proximos 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"/>

	Nula inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Gran inversión
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"/>

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"/>
	No se realiza	En algunos casos	En la mayoría de los casos	Se realiza permanentemente
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"/>
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
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 maquinas / sistemas - M2M	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacidad de integrarse y colaborar con otras maquinas / sistemas - INTEROPERABILIDAD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Su empresa realiza: *

PRODUCCIÓN DE BIENES O PRODUCTOS

PRESTACIÓN DE SERVICIOS

No revele nunca su contraseña. [Notificar abuso](#)

 Microsoft 365

Este contenido lo creó el propietario del formulario. Los datos que envíes se enviarán al propietario del formulario. Microsoft no es responsable de las prácticas de privacidad o seguridad de sus clientes, incluidas las que adopte el propietario de este formulario. Nunca des tu contraseña.

Microsoft Forms | Encuestas, cuestionarios y sondeos con tecnología de inteligencia artificial [Crear mi propio formulario](#)

El propietario de este formulario no ha proporcionado una declaración de privacidad sobre cómo utilizarán los datos de tus respuestas. No proporcionar información personal o confidencial. | [Términos de uso](#)

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"/>

	Irrelevante / no aplica	No capacitado	Capacitado, pero no lo suficiente	Capacitado suficiente y constantemente
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"/>

	Sin importancia	Importancia baja	Importancia media	Importancia alta	Importancia muy alta
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"/>

No revele nunca su contraseña. [Notificar abuso](#)

 Microsoft 365

Este contenido lo creó el propietario del formulario. Los datos que envíes se enviarán al propietario del formulario. Microsoft no es responsable de las prácticas de privacidad o seguridad de sus clientes, incluidas las que adopte el propietario de este formulario. Nunca des tu contraseña.

Microsoft Forms | Encuestas, cuestionarios y sondeos con tecnología de inteligencia artificial [Crear mi propio formulario](#)

El propietario de este formulario no ha proporcionado una declaración de privacidad sobre cómo utilizarán los datos de tus respuestas. No proporcionar información personal o confidencial. | [Términos de uso](#)

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"/>
	NULO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
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"/>