



Nodo: 2

Título del trabajo de grado

Propuesta de incorporación de Big Data e Inteligencia Artificial para la mitigación de sobrecostos en la construcción de infraestructura vial en Colombia

Diana Marilsa Mateus González  
Elva Noreya Fonseca Peralta

Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Rectoría Virtual  
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos  
octubre de 2024

Propuesta de incorporación de Big Data e Inteligencia Artificial para la mitigación de  
sobrecostos en la construcción de infraestructura vial en Colombia

Diana Marilsa Mateus González  
Elva Noreya Fonseca Peralta

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

Asesor(a)  
Sergio Andrés Zabala Vargas  
Docente Investigador

Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Rectoría Virtual  
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos  
octubre de 2024

## Contenido

RESUMEN .....	8
Abstract.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
1.1 Descripción del problema .....	13
1.1.1 Descripción del problema de nuestra compañía: .....	15
1.2 La pregunta de investigación .....	15
1.3 Los objetivos de investigación .....	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación de la investigación .....	16
2. MARCO DE REFERENCIA.....	18
2.1 Marco de Antecedentes.....	18
2.1.1 Transformación digital en la construcción.....	18
2.1.2 Impacto de BigData e IA en la estimación de cantidades y recursos.....	18
2.1.3 Desafíos en la construcción en Colombia .....	19
2.1.4 Eficiencia y problemas en la gestión de proyectos de construcción .....	19
2.1.5 Resistencia al cambio y adopción de nuevas tecnologías.....	20
2.1.6 Estado del arte .....	21
2.2 Marco Teórico .....	25
2.2.1 Inteligencia Artificial (IA)en la construcción .....	25
2.2.2 BigData y gestión de proyectos.....	26
2.2.3 Beneficios de las tecnologías emergentes .....	27
2.2.4 Aplicaciones de las tecnologías emergentes en la construcción .....	27
2.2.5 Ciencia de datos .....	28
2.2.6 Transformación digital en la construcción.....	29
2.2.7 Casos de éxito Internacional .....	29
2.3 Marco normativo .....	30
3. METODOLOGÍA .....	31
3.1 Enfoque y alcance de la investigación .....	31

3.2	Población y muestra.....	32
3.2.1	Definición de la población.....	32
3.2.2	Cálculo y selección de la muestra .....	33
3.3	Instrumento(s) .....	34
3.4	Descripción de procedimientos .....	34
3.5	Análisis de información.....	35
3.6	Consideraciones éticas.....	36
3.6.1	Análisis de consideraciones éticas .....	37
3.6.2	Instrumentos de aceptación y autorización.....	37
4.	HIPÓTESIS.....	38
4.1	Variables.....	38
4.1.1	Variable(s) independiente(s) Entradas .....	38
4.1.2	Variable(s) dependiente(s) Salidas.....	39
4.2	Planteamiento de hipótesis .....	39
5.	RESULTADOS .....	40
5.1	Resultados-Encuesta nivel de madurez tecnológica.....	40
5.2	Recomendaciones .....	49
5.3	Discusión .....	51
6.	CONCLUSIONES .....	54
7.	REFERENCIAS.....	57
8.	ANEXOS .....	61
8.1	Tabla base de datos grupal de encuestas realizada en el curso del Nodo .....	61
8.2	Formulario de consentimiento informado.....	93
8.3	Autorización para el uso de datos.....	95
8.4	Resultados-Encuesta nivel de madurez tecnológica.....	98

## Lista de tablas

Tabla 1.....	40
<i>Resultado de la encuesta</i>	
Tabla 2.....	41
Pregunta No 11. Según la afirmación propuesta, seleccione el nivel que mejor describe a su organización	
Tabla 3.....	43
<i>Pregunta No 12- ¿En qué área de su empresa ha invertido en los dos últimos años?</i>	
Tabla 4.....	44
<i>Pregunta No 13- ¿En qué área de su empresa proyecta invertir en los próximos 5 años?</i>	
Tabla 5.....	46
<i>Pregunta No 16 ¿Cuál de las siguientes tecnologías utiliza en su organización?</i>	
Tabla 6.....	48
<i>Pregunta No 20 sistemas de información</i>	
Tabla 7.....	50
<i>Recomendaciones y propuestas</i>	

## Lista de figuras

Gráfico 1.....	42
<i>Pregunta de modelo de negocio parte 1</i>	
Gráfico 2.....	44
<i>Pregunta No 12 modelo de negocio parte 1</i>	
Gráfico 3.....	45
Pregunta No 13 modelo de negocio parte	
Gráfico 4.....	47
<i>Pregunta No 19 frecuencia en el uso de tecnologías</i>	
Gráfico 5.....	49
<i>Sistemas de información-infraestructura y seguridad-sistema de desarrollo</i>	

## **Lista de anexos**

- Anexo 1 : Tabla base de datos grupal de encuestas realizadas en el curso del Nodo No 2 ..... 61
- Anexo 2: Formulario de consentimiento informado ..... 62
- Anexo 3: Autorización para el uso de datos ..... 63
- Anexo 4: Resultados de la Encuesta. .... 64

## RESUMEN

Este proyecto de investigación se centra en la adopción de tecnologías emergentes, específicamente la Inteligencia Artificial (IA) y Big Data, en el sector de la construcción en Colombia. Utilizando un enfoque cuantitativo, se realizó una encuesta a 145 empresas, de las cuales se filtraron 40 del sector construcción para un análisis más profundo. Se evaluaron variables como la madurez tecnológica, el uso de sistemas de información y la inversión en innovación. Los resultados revelaron que, aunque un porcentaje significativo de empresas reconoce la importancia de la transformación digital, solo un 10% ha implementado estrategias activas, y un 50% carece de indicadores para medir su progreso, lo que indica una falta de estructura en la gestión del cambio.

La investigación también identificó que, aunque hay un interés en la capacitación del personal y en la inversión en áreas clave, como la producción y los sistemas de información, la implementación efectiva de tecnologías como IA es aún escasa, con solo un 1% de adopción. Este panorama sugiere que muchas empresas se encuentran en etapas iniciales de transformación digital, lo que limita su capacidad para optimizar procesos, reducir desperdicios y controlar costos. A pesar de las intenciones de modernización, los datos apuntan a un avance moderado en la innovación del sector.

El estudio subraya la necesidad urgente de un enfoque más proactivo en la adopción de tecnologías emergentes. Las empresas del sector construcción deben priorizar la inversión en investigación, desarrollo y capacitación para asegurar una transición efectiva hacia la digitalización. Este enfoque no solo mejorará la eficiencia operativa y la competitividad, sino que también permitirá mitigar los sobrecostos en proyectos de infraestructura vial, promoviendo una gestión más sostenible y eficiente.

*Palabras Claves: Inteligencia Artificial, Big Data, transformación digital, sector construcción, eficiencia operativa, inversión en innovación.*

## Abstract

This research project focuses on the adoption of emerging technologies, specifically Artificial Intelligence (AI) and Big Data, in the construction sector in Colombia. Using a quantitative approach, a survey was conducted with 145 companies, narrowing down to 40 in the construction sector for a more in-depth analysis. Variables such as technological maturity, use of information systems, and investment in innovation were evaluated. The results revealed that while a significant percentage of companies recognize the importance of digital transformation, only 10% have implemented active strategies, and 50% lack indicators to measure their progress, indicating a lack of structure in change management.

The research also identified that, despite an interest in staff training and investment in key areas such as production and information systems, the effective implementation of technologies like AI remains scarce, with only 1% adoption. This landscape suggests that many companies are in the early stages of digital transformation, limiting their ability to optimize processes, reduce waste, and control costs. Despite intentions for modernization, data indicates moderate advancement in innovation within the sector.

The study emphasizes the urgent need for a more proactive approach to adopting emerging technologies. Construction companies must prioritize investment in research, development, and training to ensure an effective transition toward digitalization. This approach will not only enhance operational efficiency and competitiveness but also help mitigate cost overruns in road infrastructure projects, promoting more sustainable and efficient management.

*Keywords: Artificial Intelligence, Big Data, digital transformation, construction sector, operational efficiency, investment in innovation.*

## INTRODUCCIÓN

En el contexto global actual, la integración de tecnologías avanzadas como Big Data e Inteligencia Artificial (IA) está revolucionando la manera en que gestionan los proyectos en diversos sectores. Estas tecnologías emergentes han demostrado un impacto significativo en la optimización de procesos, la toma de decisiones y la gestión de recursos en múltiples industrias (Khosrow-Pour, 2020). En particular, la construcción, un sector crucial para el desarrollo económico y urbano, está empezando a adoptar estas innovaciones para abordar desafíos históricos como el control de costos y la minimización de desperdicios.

A nivel internacional, estudios recientes han evidenciado que la implementación de Big Data e IA en la gestión de proyectos de construcción puede mejorar significativamente la precisión en la estimación de cantidades de obra y la eficiencia en el uso de recursos. Por ejemplo, (Li X, 2019) destacan como el análisis de grandes volúmenes de datos permite una predicción más precisa de los requisitos materiales y de costos, mientras que (O'Connor J. T., 2021) subraya el potencial de la IA para optimizar los procesos de planificación y ejecución en proyectos de construcción.

En Colombia, el sector de la construcción enfrenta desafíos particulares relacionados con la estimación de costos y la gestión de recursos. La falta de estrategias digitales adecuadas y la limitación en la adopción de tecnologías emergentes contribuyen a problemas persistentes como sobrecostos y desperdicios en los proyectos (Zhang, 2018). En este contexto, la implementación de Big Data e IA podría ofrecer soluciones efectivas para mejorar la precisión y eficiencia en la gestión de proyectos.

Este proyecto de investigación se basa en realizar encuestas a empresas del sector en ciudades de Colombia, para entender su nivel de transformación digital y la integración de tecnologías emergentes, esto con el fin de poder analizar el uso de esta tecnología durante el proceso de planeación y ejecución de los proyectos dedicados a la construcción de obra. La presente investigación, mediante encuestas planificadas, busca analizar cómo el uso de tecnologías avanzadas como la Inteligencia Artificial (IA) y Big Data contribuye al control de las cantidades de obra, minimizando los riesgos de sobrecostos y desperdicios de materiales en proyectos de construcción. Estas herramientas permiten el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos, facilitando la toma de decisiones informadas y basadas en evidencia. Según (Zhang, 2018) la aplicación de IA en la gestión de proyectos de construcción no solo optimiza la planificación y ejecución, sino que también mejora la precisión en la estimación de costos, lo que resulta en una reducción significativa de los sobrecostos. Además, el uso de Big Data permite el control del consumo de materiales, lo que contribuye a una gestión más eficiente y a la reducción de desperdicios.

El enfoque investigativo de este trabajo se caracteriza por ser mixto, dado que se emplean encuestas para recopilar datos cuantitativos y se realiza un análisis cualitativo de la literatura existente sobre el uso de Inteligencia Artificial (IA) y Big Data en el control de cantidades de obra; este enfoque, permite un análisis integral de cómo estas tecnologías pueden transformar la gestión en el sector de la construcción. Según un estudio realizado (Anandasivakumar Ekambaram, 2018), la implementación de IA y Big Data en proyectos de construcción no solo mejora la estimación de costos y cantidades, sino que también optimiza la planificación y ejecución de obras, permitiendo una gestión más eficiente de los recursos.

Al analizar los datos recolectados de artículos relevantes, se busca establecer una relación entre el uso eficiente del control de cantidades de obra mediante estas tecnologías y los beneficios económicos que podrían derivarse de su uso y aplicación. Sin embargo, muchas empresas del sector continúan con métodos tradicionales, lo que puede limitar su eficiencia y gestión, a veces esto obedece al miedo o rechazo de estas nuevas tecnologías debido al desconocimiento del tema y las ventajas que esto puede ofrecer.

Esta investigación busca, por lo tanto, resaltar no solo los beneficios de la IA y Big Data en el control de cantidades de obra, sino también las ventajas que se pueden obtener al considerar la implementación de estas herramientas para mejorar su eficiencia en tiempo y recursos.

Dentro del documento se podrá encontrar en el primer capítulo: el planteamiento del problema, en el cual se detalla la naturaleza del mismo y se analizan los antecedentes que se han identificado. Se abordarán las causas que originan el problema y sus efectos en el sector de la construcción, particularmente en relación con el control de cantidades de obra y la optimización de sobrecostos y desperdicios. En esta misma línea, se incluyen las preguntas de investigación que guiarán el estudio, así como los objetivos específicos que se pretenden alcanzar con este proyecto investigativo. Por último, la justificación que resalta la relevancia y la importancia de la investigación, teniendo en cuenta los resultados que podrían contribuir a mejorar la gestión y la eficiencia en el uso de Big Data e Inteligencia Artificial.

En el segundo capítulo tenemos: el marco de antecedentes, el marco de referencia y el marco normativos. El marco de antecedentes proporciona un contexto histórico sobre los estudios previos relacionados con el uso de Big Data e Inteligencia Artificial en la construcción. Se revisarán investigaciones relevantes que han abordado temáticas similares, así como las metodologías empleadas y los resultados obtenidos. El marco de referencia establece las teorías y modelos que sustentan la investigación, ofreciendo un esquema conceptual que guiará el análisis de los datos. el marco normativo examina el conjunto de leyes, regulaciones y estándares aplicables a la construcción aplicadas en Colombia, así como las políticas que rigen el uso de tecnologías emergentes en este campo.

En el tercer capítulo veremos los elementos que fundamentan la metodología de investigación entre los cuales tenemos: el enfoque, donde se define que el estudio es mixto, el

alcance de la investigación, la población y muestra, los instrumentos utilizados en la recolección de los datos, la descripción de los procedimientos, el análisis de la información donde se interpretan y se analizaran los datos obtenidos y las consideraciones éticas.

En el cuarto capítulo se abordará la hipótesis de la investigación, donde se explicará cómo estas hipótesis se relacionan con los objetivos de la investigación y el marco teórico, proporcionando una base para la recopilación y el análisis.

Los resultados obtenidos de la investigación se presentan en el capítulo cinco, seguidos de conclusiones y recomendaciones en el capítulo seis. Este enfoque estructurado permite analizar cómo la IA y Big Data pueden optimizar la gestión de cantidades de obra en proyectos de infraestructura vial en Colombia.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la industria de la construcción, hay un gran desafío para el control de las cantidades durante la etapa de su ejecución, al pasar de los años y en muchas compañías hoy en día este control se basa en estimaciones subjetivas, donde implementan herramientas manuales, las cuales no pueden ser consultadas en tiempo real; esta metodología genera errores humanos al momento de digitar y registrar las cantidades, lo que permiten que se presenten desviaciones con lo realmente presupuestado y lo ejecutado, a medida que los proyectos son más grandes estas metodologías tradicionales hacen que sea ineficiente el control y monitoreo de grandes volúmenes de información, lo que generaría un gran impacto para tomar decisiones de forma eficaz y eficiente en tiempo real. Por tanto, la importancia de implementar nuevas tecnologías que puedan contribuir a mejorar la gestión de los proyectos, a encontrar las dificultades, desafíos, conocimiento, interacción y cómo la innovación puede mejorar y optimizar estos procesos, con el fin que los proyectos que puedan llevarse a cabo de manera efectiva y eficiente. (Anandasivakumar Ekambaram, 2018).

Estudios recientes indican que hasta el 35% de los proyectos de construcción experimentan sobrecostos que superan el presupuesto inicial debido a una planificación ineficiente y a una mala gestión de los recursos (Jorge Amar, 2016).

El problema para abordar se enfoca a la falta de herramientas tecnológicas y cómo Big Data e inteligencia artificial son herramientas precisas para el control de cantidades de obra, optimizando los costos y minimizando los desperdicios de materiales en proyectos de construcción.

### 1.1 Descripción del problema

La gestión de proyectos en su área de monitoreo y control, en la mayoría de las grandes compañías constructoras presentan grandes deficiencias debido a la adopción de métodos tradicionales de planificación, y la falta de innovación en las tecnologías avanzadas como Big Data e inteligencia artificial (IA), lo que ha generado impactos negativos de sobrecostos, desperdicio de materiales y descontrol en las cantidades ejecutadas de obra.

Las empresas de ingeniería, que operan dentro del sector energético están reconociendo la creciente importancia de la inteligencia artificial (IA) sobre todos sus procesos. Muchas empresas y sus clientes se han dado cuenta de los beneficios de aplicar la IA a sus negocios para reducir el trabajo manual, impulsar la productividad y optimizar las operaciones futuras de las instalaciones de ingeniería en una industria altamente competitiva, donde se ha demostrado la importancia de las IA para diversas soluciones y servicios. (Rimma Dzhusupova, 2024).

En Colombia, la incorporación de nuevas tecnologías para la gestión de proyectos ha sido lenta, debido a la resistencia al cambio y a la falta de infraestructura tecnológica adecuada, por ende, se sigue utilizando métodos tradicionales para el control y monitoreo, como hojas de cálculo y estimaciones manuales. A nivel mundial, la adopción de tecnologías avanzadas, como Bigdata e inteligencia artificial, ha demostrado mejorar significativamente la eficiencia en la planificación y ejecución de proyectos (Jorge Amar, 2016). Estas soluciones de alto impacto pueden ayudar a las organizaciones a avanzar rápidamente y, al mismo tiempo, desarrollar capacidades para el éxito a largo plazo.

Las grandes compañías constructoras muestran resistencia a abandonar sus procesos tradicionales, adicionalmente, la falta de conocimiento de personal capacitado para implementar estas soluciones, falta de inversión en tecnología, resistencia al cambio, innovación y temor en la implantación nuevas tecnologías, genera una gran incertidumbre en la eficiencia de usar estas tecnologías e incorporarlas en su gestión de proyectos. Las metodologías tradicionales carecen de capacidad para anticipar los inconvenientes que se puedan presentar durante la ejecución, monitoreo y control del proyecto, lo que significa que las empresas constructoras suelen tomar acciones sólo cuando ya está materializado el problema, abordando los problemas a medida que surgen en lugar de prevenirlos. La falta de este análisis dificulta la identificación temprana de estos posibles riesgos asociados con la logística, la disponibilidad de materiales, cambios en las condiciones del proyecto y sobrecostos innecesarios (Rimma Dzhupova, 2024).

También la integración en el análisis de base datos que se recolecta diariamente, cuando el manejo de estas bases son hojas de cálculo de Excel dificulta la lectura de la información, así como el uso y el manejo de la información hace que las bases de datos se tornen lentas y no se optimice tiempo en los análisis respectivos, generando mayores tiempos y reprocesos de información.

La coordinación entre las áreas que monitorean y controlan las cantidades ejecutadas, el presupuesto, requiere de una gran eficiencia en la metodología de las bases de datos con gran precisión sin que haya errores al ingresar los datos de los reportes, lo que aumenta la probabilidad de errores y retrabajos.

Debido a estos procesos ineficientes que generan impactos de tiempo, falta de análisis detallados y mala toma de decisiones, genera sobrecostos por estimaciones o análisis inexactos, incremento en los presupuestos, hacen que los proyectos sean financieramente inviables, afectando la rentabilidad de los proyectos de construcción en Colombia.

Cuando no se gestionan adecuadamente las cantidades de obra y los recursos, esto genera un gran impacto negativo en el avance del proyecto, lo que genera atrasos, afectando el buen nombre de las compañías; además genera pérdidas económicas por penalidades contractuales y costos adicionales por prorrogas de tiempo. La falta de implementación de tecnologías avanzadas pone a las empresas colombianas en desventaja competitiva a nivel internacional, ya que no

pueden aprovechar de manera más eficiente los costos y tiempos que ofrecen estas herramientas, afectando su capacidad de atraer nuevas inversiones extranjeras, que afectan la eficiencia operativa, la rentabilidad y la sostenibilidad del proyecto.

### ***1.1.1 Descripción del problema de nuestra compañía:***

En la compañía, se ha identificado una deficiencia significativa en el uso de tecnologías avanzadas para el control de cantidades de obra, esta deficiencia ha resultado en pérdidas económicas considerables y atraso en el proyecto debido a una gestión inadecuada de los cobros y pagos a contratistas.

Se ha generado pérdidas económicas debido a discrepancias entre los cobros recibidos y los pagos efectuados a los contratistas, estas pérdidas surgen de una falta de precisión en el control de cantidades ejecutadas y sus costos asociados. La falta de un sistema eficiente para el seguimiento y control de las obras ha provocado atrasos en la ejecución de proyectos, estos afectan tanto el cronograma de trabajo como la capacidad de la empresa para cumplir con los plazos de entrega.

Existen obras ejecutadas que aún no han sido facturadas debido a la falta de un control riguroso sobre el avance y las cantidades de obra. Esta situación contribuye a la acumulación de trabajos pendientes de cobro y provoca interrupciones en el flujo de caja de la empresa. Además, la compañía no ha implementado tecnologías avanzadas para el control de cantidades de obra, lo que incluye la falta de un sistema de gestión de proyectos que permita un registro y seguimiento detallado de las cantidades ejecutadas, así como de los costos y cobros asociados.

Existe una falta de coordinación y comunicación efectiva entre los equipos de obra y departamento de trazabilidad o financiero, esto impide un flujo de información preciso y oportuno, afectando facturación y el control de costos, el problema se centra en la gestión que se lleva hace muchos años en la compañía para el adecuado control de cantidades de obra, debido a que el uso de herramientas manuales y básicas como el Excel a veces los errores humanos al ingresar datos hace que no sean confiables estas base de datos y adicionalmente hace más exhaustivo el análisis de los mismo llevando tiempos mayores para su control.

## **1.2 La pregunta de investigación**

¿Cuál es el resultado de la implementación de tecnologías Big Data e Inteligencia Artificial en la precisión de control de cantidades de obra y en la reducción de sobre costos y desperdicios en proyectos de construcción en la compañía que laboramos?

### **1.3 Los objetivos de investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Evaluar la viabilidad y los beneficios de la implementación de Big Data e Inteligencia Artificial en el control de cantidades de obra en proyectos de construcción en Colombia, con el fin de optimizar los sobrecostos y desperdicios.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analizar el estado actual de la transformación y la adopción de las tecnologías de Inteligencia Artificial y Big Data en las empresas de construcción e ingeniería civil, teniendo en cuenta los datos obtenidos de las encuestas y la revisión de los artículos.
- Establecer el nivel de madurez de incorporación tecnológica en el sector de construcción de infraestructura vial en Colombia.
- Diseñar un conjunto de estrategias para la incorporación de inteligencia Artificial y Big Data en la gestión de sobre costos en proyectos de construcción, optimizando el control de cantidades de obra en la empresa de estudio.

### **1.4 Justificación de la investigación**

La adopción de tecnologías avanzadas como Big Data e IA en el sector de la construcción tiene el potencial de transformar significativamente la gestión de proyectos al mejorar la precisión en el control de cantidades de obra, optimización de los costos y reducción en el desperdicio de materiales, la investigación busca evaluar la viabilidad y los beneficios de integrar estas tecnologías en la industria de construcción en Colombia, donde la falta de digitalización y el uso de métodos tradicionales han generado problemas de sobrecostos y desperdicios por el mal manejo en el control de cantidades.

La industria de la construcción enfrenta muchos desafíos, incluidos sobrecostos y retrasos en los plazos, restricciones de productividad y escasez de mano de obra. En comparación con otros sectores, está rezagada en digitalización en cada fase del proyecto. La Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (AA) han surgido como tecnologías transformadoras que están revolucionando el sector de la construcción. Sin embargo, persiste una brecha notable en la categorización sistemática de las aplicaciones de estas tecnologías a lo largo de las diversas fases del ciclo de vida del proyecto de construcción. (Dip Datta, Islam, Rahman Sobuz, Ahmed,

& Kar, 2024). Así mismo, este autor, incluye dentro de sus conclusiones, que el sector de la construcción al presente año 2024, aún se encuentra en proceso de adoptar estas tecnologías innovadoras.

La implementación de Big Data e Inteligencia Artificial podría no solo mejorar la eficiencia operativa y la precisión en el control de cantidades de obra, sino también proporcionar una ventaja competitiva en el mercado global. La capacidad de anticipar problemas, optimizar recursos y mejorar la planificación es crucial para el éxito de los proyectos de construcción en un entorno altamente competitivo, además, este estudio podría servir como base para futuras investigaciones y proporcionar recomendaciones valiosas para las empresas constructoras en Colombia y en otros contextos similares.

La industria de la construcción enfrenta múltiples desafíos que requieren atención prioritaria. La integración de tecnologías como la Inteligencia Artificial y Big Data proporciona soluciones efectivas, pero se requiere de mayor investigación y desarrollo para su implementación en grandes y pequeñas industria ingenieriles, a lo largo del ciclo de vida de los proyectos de construcción.

El alto volumen de información producida por la gestión de proyectos y su calidad se han convertido en un reto para las organizaciones. Debido a esto, las tecnologías emergentes como el Big Data, la ciencia de datos y la inteligencia artificial (IA) se han convertido en una alternativa en el ciclo de vida de los proyectos. (Zabala-Vargas, 2023), la digitalización en la industria de la construcción es esencial para mejorar la eficiencia y la productividad. Sin embargo, cómo se ha mencionado la adopción de tecnologías digitales en las diferentes fases o ciclos del proyecto sigue siendo baja en comparación con otros sectores, que ya tiene sistematizado todos sus procesos mediante el uso de estas herramientas, siendo más eficientes en sus tareas, monitoreo y control.

Así mismo, es importante destacar que el uso de estas herramientas minimiza los riesgos que hoy en día se presentan en la mayoría de las grandes compañías dedicadas a la construcción de obras civiles, entre estos riesgos tenemos, mayores tiempos en el análisis de datos en tiempo real, descontrol en los recursos de obra, debido a la complejidad y gran información que se maneja, lo que con lleva a proyectos con pérdidas, atrasos, sobrecostos, etc. La adopción de tecnología en la industria de la construcción se está acelerando a un ritmo más lento en comparación con industrias como las finanzas, el entretenimiento, la atención médica y la educación. Varias empresas dentro de estas industrias siguen buscando formas innovadoras de mantenerse a la vanguardia y seguir siendo productivas utilizando la tecnología. Sin embargo, la productividad en la industria de la construcción es inestable o, a veces, está en declive, y la falta de inversión en tecnología es un culpable parcial (Taofeek D. Akinosho, 2020).

Finalmente, la implementación y aceptación de estas tecnologías avanzadas como Big Data e Inteligencia Artificial en la construcción tiene el potencial de mejorar significativamente

la eficiencia, el control de cantidades y la optimización de costos, especialmente en Colombia, donde los métodos tradicionales son muy arraigados en las compañías que llevan muchos años en el ejercicio de la construcción y han generado sobrecostos y desperdicios. Sin embargo, la industria aún enfrenta desafíos en la aceptación de estas tecnologías, la cual es limitada en comparación con otros sectores. Aunque se reconocen los beneficios, se requiere mayor investigación y desarrollo para facilitar la integración de estas herramientas a lo largo del ciclo de vida de los proyectos de construcción de obra civil.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 Marco de Antecedentes**

#### ***2.1.1 Transformación digital en la construcción***

La transformación digital en la construcción está marcando un cambio significativo en la gestión de proyectos, la integración de tecnologías como Big Data e Inteligencia Artificial (AI) ha demostrado ser fundamental para mejorar la precisión y eficiencia en diversos aspectos de los proyectos de construcción.

La investigación de (Khosrow-Pour, 2020) destaca cómo estas tecnologías emergentes están revolucionando la gestión de proyectos en múltiples industrias, incluyendo la construcción, al optimizar procesos y mejorar la toma de decisiones; por tanto, es importante resaltar que el mundo ha experimentado una profunda modernización, impulsada por avances tecnológicos que han transformado la forma en que las empresas operan y compiten. Esta evolución ha permitido que tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial y el BigData cobren una relevancia crucial en las estrategias corporativas. Gracias a esta transformación digital, las compañías han podido optimizar sus procesos, mejorar la toma de decisiones basadas en datos y adaptarse con mayor rapidez a las demandas del mercado global, lo que les otorga una ventaja competitiva en un entorno cada vez más dinámico.

#### ***2.1.2 Impacto de BigData e IA en la estimación de cantidades y recursos***

Estudios internacionales han mostrado que el uso de Big Data e IA en la gestión de proyectos de construcción puede llevar a mejorar significativamente en la precisión de las estimaciones y la eficiencia en el uso de recursos. (Li X, 2019), encuentran que el análisis de grandes volúmenes de datos permite una mejor predicción de los requisitos materiales y de costos. (O'Connor J. T., 2021), también resaltan el potencial de la IA para optimizar la

planificación y ejecución de proyectos, destacando casos en los que estas tecnologías han reducido costos y mejorado la eficiencia.

De lo anterior, se puede deducir la relevancia del uso de estas tecnologías para obtener un análisis y control de los datos en tiempo real, lo que permite a las empresas tomar decisiones de manera precisa e inmediata. Al disponer de información precisa y actualizada al instante, las organizaciones pueden identificar problemas potenciales, anticipar riesgos y optimizar recursos de manera más eficiente. Esto no solo mejora la gestión operativa, sino que también facilita la adaptación rápida a cambios en el entorno de los proyectos, proporcionando una ventaja significativa en términos de competitividad y eficiencia en la ejecución de tareas complejas, es importante resaltar la optimización del tiempo, el cual es crucial para toda organización, debido a que todo se basa en los tiempos de respuestas, tiempos de análisis, y tiempos de digitación de información.

### ***2.1.3 Desafíos en la construcción en Colombia***

En Colombia, la falta de estrategias digitales adecuadas y la limitada adopción de tecnologías emergentes han contribuido a problemas persistentes en el sector de la construcción, como sobrecostos y desperdicios. (Zhang, 2018) explican cómo la resistencia al cambio y la falta de infraestructura tecnológica adecuada limita la eficacia en la gestión de proyectos. La resistencia a adoptar nuevas tecnologías y la persistencia en el uso de métodos tradicionales, como hojas de cálculo y estimaciones manuales, representan un obstáculo significativo en el país, limitando el potencial de crecimiento y eficiencia en muchos sectores, especialmente en la construcción. Este enfoque conservador no solo retrasa la modernización de los procesos, sino que también expone a las organizaciones a errores humanos, ineficiencias operativas y falta de competitividad en un mercado cada vez más digitalizado.

A medida que la globalización y la transformación digital avanzan, las empresas que no adoptan tecnologías como la Inteligencia Artificial, el Big Data y el Aprendizaje Automático se ven en desventaja frente a aquellas que optimizan su toma de decisiones y gestión de recursos mediante herramientas más precisas y automatizadas. La resistencia al cambio, aunque comprensible por factores como el costo inicial o la capacitación requerida, debe ser superada para garantizar que las empresas nacionales puedan competir de manera efectiva en un entorno global.

### ***2.1.4 Eficiencia y problemas en la gestión de proyectos de construcción***

La eficiencia en la gestión de proyectos de construcción es un factor determinante para el éxito de cualquier proyecto, ya que influye directamente en el cumplimiento de plazos, costos y

calidad. Sin embargo, la falta de adopción de herramientas tecnológicas avanzadas en este sector ha resultado en deficiencias significativas, como un manejo inadecuado de las cantidades de obra, dificultades en la planificación y coordinación, y la generación de sobrecostos debido a la falta de precisión en las estimaciones y el control de recursos. Estas limitaciones se agravan cuando los proyectos dependen de métodos tradicionales, como hojas de cálculo o procesos manuales, que son propensos a errores y no permiten una visibilidad en tiempo real de la evolución del proyecto.

Según el estudio de (Anandasivakumar Ekambaram, 2018), la implementación de tecnologías emergentes como el BigData, la Inteligencia Artificial (IA) y los sistemas de gestión digital podría revolucionar la gestión de proyectos de construcción, mejorando el control y la eficiencia. Estas tecnologías permiten un análisis de datos en tiempo real, automatizan procesos complejos y optimizan el uso de recursos, lo que contribuye a la reducción de sobrecostos y al control y manejo de cantidades de obra. La incorporación de estas herramientas facilita la toma de decisiones más informadas y estratégicas, mitigando los riesgos y aumentando la rentabilidad de los proyectos.

### ***2.1.5 Resistencia al cambio y adopción de nuevas tecnologías***

La resistencia al cambio y la falta de conocimiento sobre la implementación de nuevas tecnologías representan barreras significativas para la adopción de herramientas como Big Data e Inteligencia Artificial (IA) en la industria de la construcción. Este fenómeno, común en sectores más tradicionales, se debe en gran parte a la falta de conocimiento con las tecnologías emergentes y el temor a modificar procesos que ya están establecidos, aunque ineficientes, son conocidos y cómodos para los trabajadores. Según (Rimma Dzhusupova, 2024), aunque las empresas de ingeniería en sectores altamente competitivos han comenzado a reconocer los beneficios potenciales de la IA, especialmente para la reducción del trabajo manual, la optimización de recursos y la mejora de la productividad, la resistencia a abandonar los métodos tradicionales sigue siendo un desafío persistente.

El costo inicial de la tecnología, la capacitación requerida y la adaptación cultural dentro de las organizaciones suelen ser factores importantes que aumentan la resistencia al cambio. Además, existe la percepción errónea de que las tecnologías avanzadas son demasiado complejas o que solo son aplicables a grandes proyectos, lo que limita su adopción en empresas más pequeñas. No obstante, los beneficios de la digitalización permiten una toma de decisiones basada en datos precisos, mejora la eficiencia en el control de cantidades de obra y reduce errores humanos, lo que finalmente se traduce en ahorro de tiempo y dinero, que es lo que se buscan en todos los proyectos, adicionalmente una mejora a sus procesos. (Taofeek D. Akinosho, 2020)

Por lo tanto, para superar esta resistencia, es de gran relevancia que las empresas del sector desarrollen estrategias de cambio enfocadas en la sensibilización y capacitación de sus empleados sobre los beneficios a largo plazo de estas tecnologías. La capacitación en el uso de Big Data e Inteligencia Artificial, junto con un enfoque gradual en la implementación de estas herramientas, puede facilitar una transición más suave hacia métodos más innovadores y eficientes, asegurando que las empresas de construcción puedan mantenerse competitivas en un mercado cada vez más moderno.

### **2.1.6 Estado del arte**

En los últimos ocho (8) años, el estado del arte en tecnología de Big Data e Inteligencia Artificial (IA) ha mostrado avances significativos en el ámbito de la gestión administrativa de proyectos, el uso de Big Data y ciencia de datos ha permitido una integración más eficiente y detallada de grandes volúmenes de información, facilitando el análisis y visualización en tiempo real, de acuerdo a nuestro proyecto y utilizando la siguiente ecuación ; ("project management" OR "project administration") AND ("big data" OR "data science" OR "Artificial Intelligence"), nos dimos a la tarea de consultar 12 artículos para revisar en que nos aportaba a nuestro proyecto el cual se discrimina a continuación:

En este estudio, (Mathieu Wauters, 2016), “Estudio comparativo de métodos de Inteligencia Artificial para la previsión de la duración de proyectos”, realizan una comparación exhaustiva de diferentes métodos de inteligencia artificial (IA) aplicados a la previsión de la duración de proyectos, los autores examinan y comparan la eficacia de varias técnicas de IA, incluyendo redes neuronales, árboles de decisión y algoritmos de aprendizaje automático, para predecir con precisión el tiempo requerido para completar proyectos. La investigación proporciona una evaluación crítica de cada método en términos de precisión, aplicabilidad y utilidad en diferentes contextos de gestión de proyectos, destacando fortalezas y limitaciones de cada enfoque.

Para el proyecto los autores ofrecen una perspectiva valiosa sobre como las técnicas de IA pueden mejorar la previsión de duración de proyectos, la investigación compara diversos métodos de IA para predecir con mayor precisión los plazos de los proyectos, lo cual es fundamental para gestionar eficientemente los tiempos de construcción y evitar retrasos y sobrecostos. Implementar estos métodos en el contexto de nuestro proyecto puede ayudar a optimizar la planificación y el control de las cantidades de obra, permitiendo una estimación más precisa del tiempo necesario y facilitando la identificación temprana de posibles sobrecostos y desperdicios.

(Nada Elgendy, 2016), ” Análisis de Big Data en apoyo al proceso de toma de decisiones”, exploran el papel del análisis de Big Data en la mejora del proceso de toma de

decisiones, el artículo revisa como las técnicas avanzadas de análisis de datos pueden transformar grandes volúmenes de información en conocimientos útiles para la toma de decisiones informadas en diversas industrias, Los autores destacan métodos y herramientas de análisis de Big Data que facilitan la identificación de patrones y tendencias, la optimización de estrategias y la gestión de riesgos, también abordan desafíos asociados con la implementación de estas tecnologías y las oportunidades que ofrecen para mejorar la eficiencia y efectividad en la toma de decisiones.

La investigación proporciona una visión sobre como el análisis de Big Data puede ser crucial para optimizar la toma de decisiones en el ámbito de la construcción, aplicando las técnicas descritas en el estudio, se puede analizar grandes volúmenes de datos relacionados con las cantidades de obra y el progreso de los proyectos para identificar patrones y prever posibles desviaciones.

En el artículo “Un enfoque eficaz para la estimación del esfuerzo y la duración de proyectos de software con algoritmos de aprendizaje automático” (Przemyslaw Pospieszny, 2017), presenta un método innovador para mejorar la estimación del esfuerzo y la duración de los proyectos de software utilizando algoritmos de aprendizaje automático. Publicado en el journal of systems and software, el estudio aborda la problemática de la imprecisión en las estimaciones tradicionales, que a menudo conducen a desviaciones significativas en el costo y el tiempo de los proyectos de software. El estudio muestra que el uso de algoritmos de aprendizaje automático puede reducir significativamente el margen de error en comparación con los métodos tradicionales. Los modelos entrenados con datos históricos demostraron predecir con mayor exactitud el esfuerzo y la duración de nuevos proyectos, permitiendo una planificación más eficiente y una gestión más efectiva de los recursos.

Para el proyecto, el enfoque descrito en el artículo de (Przemyslaw Pospieszny, 2017), Se puede adaptar y aplicar en la estimación de recursos y costos, utilizando algoritmos de aprendizaje automático para analizar datos históricos de proyectos de construcción vial, es posible predecir con mayor precisión las cantidades de obra necesarias y los costos asociados, esto permitirá ajustar los presupuestos y recursos de manera eficiente, también en la optimización de planificación pudiendo prever la duración de las fases del proyecto con mayor precisión ayudara a optimizar los cronogramas y reducir retrasos, al identificar patrones y relaciones en los datos.

Así mismo, el autor (Zhijia You, 2019), en su artículo investigativo, habla sobre un tema fundamental cómo es los macrodatos, los cuales hace referencia aún gran volumen de procesamiento de datos de ingeniería y extraer lo más importante; sin embargo, las entradas manuales incorrectas y la recopilación tardía de datos han creado dificultades para hacer un uso completo de la información, un factor clave que contribuye a este problema es que los sistemas de información suelen estar desconectados entre sí, lo que provoca deficiencias significativas de

datos entre áreas esenciales de los proyectos, como el área de costos, presupuestos y control. Esta falta de integración impide la consolidación de la información en tiempo real, lo que afecta la capacidad de los equipos para tomar decisiones oportunas.

Según el autor (Amós Darko, 2020), en su artículo realizó un análisis de varias literaturas y concluye que la Inteligencia Artificial ofrece grandes oportunidades para mejoras significativas de productividad mediante el análisis de grandes volúmenes de datos de forma rápida y precisa. Cuando estos sistemas se entrenan con datos relevantes, pueden hacer predicciones con precisión y rapidez, lo que optimiza la toma de decisiones y reduce los errores humanos y aumenta la eficiencia operativa. también enfatiza que el entrenamiento adecuado de los sistemas de IA permite a estas tecnologías realizar generalizaciones que pueden aplicarse a problemas similares en otros contextos, lo que amplía su utilidad en diferentes áreas.

La capacidad de la IA para aprender de experiencias previas y aplicar ese conocimiento a nuevas situaciones la convierte en una herramienta poderosa para optimizar procesos, lo que se traduce en un incremento sostenido en la productividad. Esta característica es relevante en nuestro proyecto investigativo, donde la revisión de la literatura destaca las múltiples ventajas de integrar estas tecnologías en cada fase y ciclo de vida de varios proyectos, incluidos los relacionados con la construcción. La interacción con la IA no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también permite una mayor precisión en la toma de decisiones, impulsando así el éxito de los proyectos.

En el artículo “Procesamiento del lenguaje natural para la construcción inteligente: estado actual y direcciones futuras”, (Chengke Wu, 2021), este artículo proporciona una revisión exhaustiva del uso del procesamiento de lenguaje natural (NLP) en el contexto de la construcción inteligente, los autores examinan el estado actual de la aplicación NLP para la automatización y mejora en la gestión de proyectos de construcción, enfocándose en su capacidad para analizar y procesar grandes volúmenes de datos textuales, como documentos y comunicaciones, también identifican las áreas emergentes de investigación y desarrollo destacando el potencial de NLP, para optimizar la toma de decisiones, mejorar la precisión en el control de proyectos y facilitar la integración de datos provenientes de diversas fuentes.

Para nuestro proyecto, el artículo resulta fundamental, ya que la investigación detalla como el procesamiento de lenguaje natural puede ser integrado en sistemas de construcción inteligente para gestionar y analizar de manera más efectiva la documentación y los datos relacionados con los proyectos, en el contexto de tu proyecto, NLP puede ayudar a automatizar el análisis de informes y documentos técnicos, mejorar la precisión en la estimación y control de cantidades de obra, y facilitar una comunicación más eficiente entre los distintos actores del proyecto. Esto puede llevar a una reducción significativa de sobrecostos y desperdicios al mejorar la exactitud en la planificación y ejecución de las obras contribuyendo así a una gestión más eficiente y económica de la infraestructura viales en Colombia.

Existe una gran incertidumbre entre los profesionales de la construcción sobre el uso de estas tecnologías emergente debido a las expectativas que se tiene de su implementación; las más frecuentes de acuerdo con el estudio realizado por el autor (Vered Holzmann, 2022), está la confianza, la privacidad, la posibilidad de que la IA tome el control, la cultura corporativa, la falta de habilidades y conocimientos, así como los esfuerzos y presupuesto necesario para su implementación, todo esto sumado a los problemas legales, la preparación tecnológica y las soluciones disponibles, dificultan la integración de las aplicaciones de IA en los proyectos. Del estudio realizado por este autor, concluye que es necesario realizar estudios continuos para caracterizar las soluciones que la IA puede aportar a este tipo de proyectos en el futuro, esto debido al gran avance que se tiene sobre estas tecnologías hoy en día.

En este artículo, (Yan, 2022), “Sistema de detección automática de infracciones con IA y gestión remota de la construcción de subestaciones basado en aprendizaje profundo”, presenta un sistema avanzado de detección automática de infracciones y gestión remota para la construcción de subestaciones, utilizando técnicas de aprendizaje profundo, el sistema propuesto emplea algoritmos de inteligencia artificial para monitorear y detectar violaciones de normas en tiempo real durante la construcción y permite la gestión remota de los proyectos, los autores destacan como esta tecnología mejora la supervisión y control en la construcción al automatizar la detección de errores y problemas, facilitando una respuesta rápida y efectiva para garantizar la conformidad con los estándares y regulaciones.

El artículo ofrece perspectivas valiosas sobre la aplicación de IA en la gestión de proyectos de construcción. Aunque el enfoque principal del artículo es la construcción de subestaciones, el sistema de detección automática y la gestión remota basado en aprendizaje profundo presentado en el estudio puede adaptarse a la supervisión de obras viales, la implementación similar puede permitir la detección temprana de desviaciones de cantidades de obra y el control de calidad.

El éxito de un proyecto de construcción depende de la ejecución de numerosas funciones de gestión de proyectos, que integra diferentes conceptos y técnicas para el cumplimiento de sus objetivos, según el autor (AbouRizk, 2022), la digitalización y las soluciones de grandes bases de datos han mejorado la práctica en muchos sectores, la industria de la construcción no ha logrado sacar el máximo provecho de estos avances tecnológicos. Este autor habla de las situaciones presentadas para poder incorporar el uso de estas tecnologías, donde hay fragmentación en las cadenas de valor de los proyectos, complejidad e incertidumbre de los proyectos, a menudo los entornos adversos han obstruido el desarrollo de una solución digital estandarizada en la construcción.

Por otra parte, este autor también nos presenta tres desafíos que limitan a varias empresas a utilizar Inteligencia Artificial y Big Data entre los cuales se encuentran: manipulación manual

de datos, baja implementación de aprendizaje para el manejo de datos y falta de medios para integrar información de varias fuentes.

En este artículo, (Valerian Vanessa Tuhaise, 2023)“Tecnologías para aplicaciones de gemelos digitales en la construcción”, exploran las tecnologías emergentes aplicadas a los gemelos digitales en la construcción, ofreciendo una revisión detallada de las herramientas y plataformas tecnológicas que permiten la creación y utilización de gemelos digitales, los cuales se replican virtuales precisas de activos físicos en construcción. La revisión abarca la integración de tecnologías como IoT, realidad aumentada y modelado 3D, y como estas tecnologías se combinan para mejorar la gestión de proyectos, la monitorización en tiempo real y la toma de decisiones en la construcción, el artículo también discute desafíos y oportunidades para la implementación efectiva de gemelos digitales en diferentes fases del ciclo de vida del proyecto.

Para el proyecto la investigación proporciona una visión integral sobre como las tecnologías de gemelos digitales pueden ser utilizadas para mejorar la gestión de proyectos de construcción, en particular, los gemelos digitales permiten la creación de modelos virtuales precisos de las infraestructuras viales, facilitando un seguimiento y control más detallado de las cantidades de obra, esto puede ser crucial para el análisis y la gestión de Big Data, ya que proporciona una plataforma para integrar datos en tiempo real y aplicar algoritmos de inteligencia artificial que optimicen la planificación y ejecución de obras. El uso de gemelos digitales puede ayudar a identificar y corregir desviaciones en las cantidades de obra antes de que se conviertan en sobrecostos y desperdicios, lo que es esencial para mejorar la eficiencia y reducir costos en los proyectos.

La inteligencia artificial (IA), es capaz de hacer que la planificación de los proyectos sea más precisa y efectiva, aumentando la eficiencia y seguridad y reduciendo los errores y desperdicios que se puedan dar en la ejecución del proyecto, según el autor (Laith S. M, 2023), alude que existen estudios que indican que es posible reducir la duración del proyecto en un 40% y disminuir los costos totales en un 20% utilizando tecnologías emergentes, y que se espera que pronto la inteligencia artificial ocupe un lugar más prominente en la gestión de la construcción de los proyectos.

## **2.2 Marco Teórico**

### ***2.2.1 Inteligencia Artificial (IA) en la construcción***

La Inteligencia Artificial (IA) implica el uso de algoritmos y modelos predictivos para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, en la gestión de proyectos de construcción, La IA puede automatizar tareas complejas, como la planificación y el control de recursos, y mejora la toma de decisiones mediante análisis predictivos y de optimización (Li X,

2019). La IA puede analizar datos históricos y actuales para prever posibles problemas y ofrecer soluciones proactivas y eficientes, ofrece una base completa sobre los principios y técnicas de la IA, proporcionando el contexto necesario para entender su aplicación en la gestión de proyectos de construcción.

La Inteligencia Artificial (IA) ha emergido como una herramienta clave en la optimización de proyectos de construcción. Esta tecnología permite automatizar tareas complejas como la planificación y la asignación de recursos, así como la predicción de necesidades de materiales y tiempos de ejecución. Según (Li X, 2019), el uso de IA en la construcción ha demostrado ser especialmente útil en la identificación de riesgos en tiempo real, lo que mejora la toma de decisiones y reduce los sobrecostos asociados a errores humanos. Además, la IA contribuye a optimizar el uso de recursos, lo que impacta de manera positiva en la sostenibilidad de los proyectos.

A nivel global, la adopción de IA ha permitido a las empresas de construcción mejorar la eficiencia operativa. En casos de éxito internacional, proyectos han logrado reducir los tiempos de ejecución en hasta un 25%, y han aumentado la precisión en la planificación de cantidades de obra (Li et al., 2021). Estos beneficios son especialmente importantes en el contexto colombiano, donde la falta de previsión en la gestión de recursos ha sido una de las principales causas de sobrecostos en proyectos de infraestructura vial. La incorporación de IA podría mitigar estos problemas y posicionar a las empresas locales de manera más competitiva a nivel global.

### ***2.2.2 BigData y gestión de proyectos***

El uso de Big Data en la construcción ha revolucionado la gestión de proyectos al permitir el análisis en tiempo real de grandes volúmenes de datos. Esta tecnología facilita la toma de decisiones basada en evidencias, mejorando la precisión en la estimación de costos y la planificación de recursos. (Zhang, 2018), destacan que Big Data ofrece una visión detallada y predictiva de los proyectos, lo que ayuda a identificar potenciales retrasos o sobrecostos antes de que se conviertan en problemas significativos. En este sentido, su aplicación es clave para mejorar la eficiencia y la productividad en proyectos de infraestructura.

Big Data se refiere al manejo y análisis de grandes volúmenes de datos que no pueden ser procesados con herramientas tradicionales, en el sector de la construcción, la capacidad para analizar grandes conjuntos de datos permiten una mejor predicción y planificación, lo cual es crucial para la estimación de costos y la gestión de recursos (Khosrow-Pour, 2020), el análisis de Big Data puede revelar patrones y tendencias que ayudan a mejorar la precisión en la planificación de proyectos y a reducir el riesgo de sobre costos y desperdicios.

En el contexto colombiano, la implementación de Big Data en la construcción tiene un enorme potencial. Las empresas que logran integrar esta tecnología en sus operaciones pueden

optimizar sus procesos y reducir significativamente los sobrecostos y desperdicios. Sin embargo, según Wang y Wu (2020), uno de los desafíos más grandes para su adopción es la falta de infraestructura tecnológica y capacitación del personal, lo que limita su uso en muchas empresas del sector. Para superar estos obstáculos, es necesario un enfoque estratégico que incluya inversión en tecnologías de la información y formación continua del talento humano.

### ***2.2.3 Beneficios de las tecnologías emergentes***

La precisión en la estimación de cantidades de obra es crucial para la gestión eficiente de proyectos de construcción, las tecnologías de Big Data e IA permiten un análisis más preciso de las cantidades de materiales necesario y los costos asociados, el uso de esta tecnología ayuda a minimizar los errores en las estimaciones y a optimizar el uso de recursos, reduciendo así los sobre costos y el desperdicio (O'Connor J. T., 2021). Estas herramientas también facilitan la integración de datos en tiempo real, mejorando la capacidad de respuesta ante cambios en el proyecto.

El estudio realizado por (Dip Datta, Islam, Rahman Sobuz, Ahmed, & Kar, 2024), manifiesta que, como respuesta al lento crecimiento del rendimiento en el sector de la construcción, las organizaciones están iniciando la investigación y la adopción de la IA (Inteligencia Artificial) para optimizar los procedimientos e impulsar la productividad. Este esfuerzo ofrece varias ventajas, como mitigar los sobrecostos, mejorar la seguridad del sitio, mejorar la eficiencia de la gestión de la planificación de proyectos y fomentar el crecimiento de la productividad en los sitios de construcción.

Así mismo, en el estudio realizado por (Dip Datta, Islam, Rahman Sobuz, Ahmed, & Kar, 2024), se identificaron catorce factores, divididos en tres categorías: organización, proceso y tecnología. Utilizamos el proceso de jerarquía analítica, un método cuantitativo de toma de decisiones, para evaluar la importancia de los factores presentados en el estudio utilizando datos recopilados de nueve expertos. El análisis también indicó que la gestión de proyectos, los sistemas y datos de información y la calidad de los datos son los factores más importantes entre los catorce factores críticos de éxito. Esta tecnología, cómo se ha mencionado, se puede aplicar en cualquier fase del ciclo de vida de cada proyecto.

### ***2.2.4 Aplicaciones de las tecnologías emergentes en la construcción***

El uso de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial (IA) y Big Data, está revolucionando la industria de la construcción. Estas tecnologías permiten mejorar la planificación, ejecución y supervisión de proyectos, lo que se traduce en una optimización de los recursos y una reducción de costos (Dip Datta, Islam, Rahman Sobuz, Ahmed, & Kar, 2024). En

particular, las aplicaciones de gemelos digitales, combinadas con tecnologías como IoT, realidad aumentada y modelado 3D, facilitan la gestión en tiempo real y el control de los proyectos (Valerian Vanessa Tuhaise, 2023). Estas tecnologías emergentes ofrecen oportunidades para mejorar la precisión en la estimación de cantidades de obra y la mitigación de sobrecostos (O'Connor J. T., 2021).

### **2.2.5 Ciencia de datos**

La ciencia de datos ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, influyendo en diversas industrias, incluida la construcción. Con la creación de herramientas estadísticas computacionales en la década de 1960, la ciencia de los datos comenzó a ganar relevancia; sin embargo, no fue hasta la explosión de Big Data y el auge masivo de tecnologías de almacenamiento en la década de 2000 que su impacto se hace más evidentes en diversas áreas, incluyendo la construcción. Inicialmente, se centraba en el análisis de grandes volúmenes de datos, pero su alcance se ha ampliado gracias a tecnologías emergentes como Machine Learning (ML) y el análisis predictivo, las empresas de construcción se enfrentan a numerosos desafíos, como plazos ajustados, limitaciones presupuestarias y requisitos regulatorios complejos. Sin embargo, parece claro que el análisis de datos puede convertirse en una herramienta vital para superar estos obstáculos. (Daria Yatchenko, 2023)

En los próximos años, la industria de la construcción enfrentará grandes desafíos para satisfacer la creciente demanda de infraestructura. Esta situación se debe principalmente a la lenta adopción de tecnologías digitales y a una fuerte dependencia de procesos manuales tradicionales. Estos factores han llevado a ineficiencias significativas en costos, retrasos en los proyectos, baja calidad en la ejecución toma de decisiones mal informadas, disminución de la productividad y deficiencias en los estándares de salud y seguridad. Para superar estos desafíos y mejorar su capacidad de respuesta, el sector debe acelerar la digitalización y optimizar el uso de tecnologías emergentes, como la ciencia de datos y la inteligencia artificial. (Dip Datta et al., 2024).

#### **2.2.5.1 Machine Learning (ML).**

Es un subconjunto de la inteligencia artificial que permite a los sistemas aprender de los datos y hacer predicciones sin intervención humana directa. En la construcción, ML optimiza la planificación y predicción de riesgos al identificar patrones ocultos en los datos. Esto mejora la precisión en la gestión de recursos y la ejecución de proyectos.

Las herramientas como redes neuronales y algoritmos de árboles de decisión se utilizan para estas tareas, con el objetivo de detectar fallas y oportunidades antes de que se materialicen. Estos sistemas permiten ahorrar tiempo y reducir errores humanos.

#### **2.2.5.2 Análisis Predictivo.**

Utiliza datos históricos y técnicas de ML para predecir eventos futuros, como retrasos en proyectos o sobrecostos. En la construcción, el análisis predictivo permite mejorar la planificación y la asignación de recursos al prever demandas futuras. Además, estas predicciones facilitan la toma de decisiones basadas en datos, ayudando a mitigar riesgos financieros y operativos.

Ambas tecnologías son fundamentales para transformar los datos en información útil, ayudando a las empresas a reducir costos, mejorar la eficiencia y optimizar el rendimiento de proyectos en la construcción. La combinación de Machine Learning y análisis predictivo puede impulsar la innovación en la industria de la construcción, que tradicionalmente ha sido lenta en adoptar nuevas tecnologías.

### ***2.2.6 Transformación digital en la construcción***

La transformación digital en el sector de la construcción se refiere a la adopción de tecnologías digitales para mejorar la eficiencia operativa y la competitividad. Este proceso incluye la digitalización de sistemas de información, la automatización de procesos y la integración de tecnologías como Big Data e IA (Bolpagni, 2021). La transformación digital ha demostrado su valor al permitir una mejor gestión de recursos, optimización de tiempos y reducción de costos. En particular, la digitalización facilita la centralización de la información, lo que mejora la toma de decisiones en tiempo real.

Sin embargo, en el contexto colombiano, la adopción de la transformación digital ha sido lenta debido a la resistencia al cambio y a la falta de infraestructura tecnológica adecuada (Daza, A. & Quintero, 2022). Las empresas de construcción en Colombia enfrentan el reto de integrar estas tecnologías para mejorar su competitividad en el mercado global. Según (Bolpagni, 2021), un enfoque gradual que incluya capacitación del personal y la implementación de pilotos tecnológicos puede ser una solución efectiva para superar esta barrera y acelerar la digitalización en el sector. (Bolpagni, 2021)

### ***2.2.7 Casos de éxito Internacional***

A nivel internacional, la adopción de tecnologías emergentes como IA y Big Data en la construcción ha sido un éxito, especialmente en proyectos de gran escala. Según (Sawhney et al.,

2020), la tecnología Construction 4.0 ha permitido a las empresas no solo optimizar la gestión de recursos, sino también mejorar la seguridad y sostenibilidad de los proyectos. Por ejemplo, en proyectos de infraestructura en Europa, la implementación de Big Data ha reducido los tiempos de ejecución en un 20% y los costos en un 15%. Estos avances están transformando la manera en que se gestionan los proyectos de construcción a nivel global.

Para Colombia, estos casos de éxito internacional ofrecen un modelo a seguir. La industria de la construcción local puede beneficiarse de la experiencia de otros países al adaptar estas tecnologías a su propio contexto. (Sawhney et al., 2020) sugieren que la implementación de pilotos en proyectos pequeños es una estrategia efectiva para evaluar el impacto de estas tecnologías antes de aplicarlas a mayor escala. De esta manera, las empresas colombianas pueden reducir los riesgos asociados con la inversión en nuevas tecnologías y obtener resultados tangibles a corto plazo.

### 2.3 Marco normativo

- **Normativa Internacionales de Gestión de proyectos (PMBOK GUIDE):** proporciona estándares y directrices para la gestión de proyectos, incluyendo la implementación de tecnologías avanzadas.
- **ISO 9001:2015:** Establece requisitos para sistemas de gestión de la calidad, aplicables a la implementación de tecnologías digitales en la construcción.
- **ISO 19650:2018:** Especifica los requisitos para la gestión de la información en proyectos de construcción mediante la utilización de modelos de información digital BIM.
- **Reglamento General De Protección De Datos (GDPR):** Reglamento de la UE que establece principios para la recopilación y procesamiento de datos personales, relevante para la implementación de Big Data e IA.
- **LEY 1581 DE 2012:** Ley colombiana que regula la protección de datos personales y establece requisitos para el manejo de datos en el país.
- **Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10):** Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, que establece normas para la seguridad en proyectos de construcción y puede ser complementado con tecnologías avanzadas.
- **Ley 80 de 1993:** Ley colombiana sobre contratación estatal que regula la contratación en proyectos de construcción, relevante para la implementación de tecnologías que optimicen la gestión y control de los proyectos.

- **Decreto 1082 de 2015:** Decreto colombiano que regula el régimen de contratación estatal, incluyendo disposiciones para el uso de tecnologías en la gestión de proyectos.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Enfoque y alcance de la investigación

El enfoque cuantitativo de esta investigación permite un análisis más profundo y detallado del fenómeno en estudio, donde se puede evaluar el impacto de la implementación de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA) y Big Data en la gestión de cantidades de obra y la reducción de desperdicios y sobrecostos en empresas de construcción en Colombia. Se utiliza una metodología basada en encuestas dirigidas a 40 empresas del sector, con un tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia, para recolectar datos numéricos representativos del uso y aplicación de estas tecnologías.

El análisis cuantitativo permitirá medir, mediante herramientas estadísticas, el grado de adopción tecnológica y su influencia en la optimización de tiempos y recursos. Se calculará el tamaño de la muestra con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, con el fin de obtener resultados generalizables. Las variables dependientes incluyen la reducción de tiempos de análisis y desperdicios, mientras que las variables independientes son la implementación de IA y Big Data en las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto.

Según (Torres, 2018), los estudios descriptivos pretenden especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, miden o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o problema a investigar.

El análisis del estado del arte incluyó la revisión exhaustiva de más de 20 artículos científicos que examinan el impacto de tecnologías emergentes en los ciclos de vida de proyectos de construcción con el fin de determinar su impacto en la implementación del control de cantidades de obra, optimizando al máximo los recursos y costos. Estas fuentes destacan tanto las ventajas como las limitaciones de la inteligencia artificial (IA) y el Big Data en la gestión de proyectos. Así mismo, se aplicó una encuesta a empresas del sector construcción en Colombia, lo que permitirá obtener datos numéricos sobre la adopción de estas tecnologías.

De acuerdo con lo anterior, el hecho de poder analizar el marco de referencia nos ayuda a integrar una serie de conceptos y análisis siendo una herramienta más flexible en la interpretación de los datos, así mismo nos da un contexto más global del comportamiento de

cada una de las investigaciones realizadas al uso de tecnologías emergentes en todos los campos de ingeniería.

Por otra parte, el contexto de realizar la encuesta a diferentes sectores como construcción, suministros y consultorías, ayuda a integrar datos numéricos obtenidos de ciertas variables, que ayudan a integrar o relacionar con la literatura del marco teórico para obtener conclusiones más claras y específicas en relación con las preguntas y objetivos planteados en esta investigación.

## **3.2 Población y muestra**

### ***3.2.1 Definición de la población***

A partir de los datos recolectados en las encuestas grupales, se construyó una base de datos inicial con 150 empresas de diferentes sectores dedicados a la prestación de servicios y producción de bienes. Tras un proceso de limpieza, la base de datos se filtró exclusivamente para empresas del sector de ingeniería civil. Las encuestas, que constaban de 90 preguntas cerradas, se centraron en la obtención de información sobre el uso y la importancia de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA) y el Big Data. Este enfoque permitió evaluar la adopción de dichas tecnologías y su impacto en diversas áreas, proporcionando un panorama más claro de su implementación y relevancia en este sector.

De esta gran base de datos obtenida de manera grupal, se filtraron las encuestas al sector de la construcción en Colombia con el fin de obtener la población de estudio, que estén involucradas con procesos de control y utilización de tecnologías emergentes en a cada uno de sus procesos. De este filtro se escogieron 40 empresas que según su actividad económica aplicaron: construcción, consultoría, suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado y construcción, las cuales se encuentran dentro de la clasificación para analizar el uso de tecnologías emergentes para el cálculo de cantidades y optimización de materiales y control de costos.

Así mismo, Las empresas seleccionadas para nuestro análisis comparten características claves, como el interés en la capacitación del talento humano en transformación digital, nivel de digitalización, el grado de implementación de tecnologías emergentes y sus beneficios. Estas variables permiten establecer una base común para evaluar cómo cada empresa está aprovechando estas herramientas como inteligencia artificial y Big Data, en sus procesos operativos y administrativos. Además, la similitud en sus contextos operativos proporciona datos comparables y pertinentes para identificar similitudes y tendencias sobre la adopción tecnológica en la industria de la construcción y otros sectores asociados.

### 3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

Una vez determinada la población de 40 empresas, se procede a calcular el tamaño de la muestra. Para ello, es fundamental tener en cuenta factores como la variabilidad dentro de la población, el nivel de confianza, y el margen de error. En este caso, con un nivel de confianza del 95% ( $Z = 1.96$ ) y un margen de error del 5%, se utiliza la fórmula estándar para poblaciones finitas. Esta fórmula asegura que la muestra sea representativa y que los resultados puedan generalizarse con un margen de error aceptable. (Torres, 2018)

El tipo de muestra seleccionado es no probabilístico por conveniencia, lo cual implica que las empresas participantes no se eligen de manera aleatoria, sino en función de su disponibilidad y relevancia para los objetivos de la investigación. Este enfoque permite integrar aspectos cualitativos y cuantitativos, logrando un análisis más profundo. En este caso, las empresas seleccionadas aportarán información clave para responder a las preguntas planteadas, dado que se enfocan en aquellas que ya están implementando o considerando tecnologías emergentes en sus procesos, lo que aporta mayor pertinencia a los resultados.

Esta estrategia permite tener acceso a una muestra más adecuada para el propósito del estudio, sin buscar la representatividad estadística, sino la relevancia del contenido para evaluar el impacto de dichas tecnologías

El cálculo se podría realizar así:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

- **N** es 43 (población),
- **Z** es 1.96 (nivel de confianza),
- **p** y **q** son 0.5 (máxima variabilidad),
- **e** es 0.05 (margen de error).

Finalmente, el cálculo de la muestra será de 40 empresas, donde se trabajarán encuestas de preguntas cerradas de 61 preguntas, encaminadas hacia el uso de tecnologías emergentes, su implementación, ventajas, desventaja y manejo de base de datos.

### 3.3 Instrumento(s)

La investigación se llevó a cabo utilizando una encuesta exhaustiva para evaluar el nivel de madurez tecnológica en empresas del sector de la construcción y de ingeniería civil, la encuesta consistió en 32 preguntas diseñadas para captar una visión integral del estado de la transformación digital dentro de estas organizaciones, esta encuesta abordó diversos aspectos clave, incluyendo la implementación de tecnologías emergentes, la claridad en los procesos tecnológicos, la capacitación del personal y el uso de sistemas de información, el objetivo principal de este instrumento fue evaluar como las empresas están adoptando y aplicando tecnologías avanzadas, así como identificar áreas de mejora y progreso en su madurez tecnológica.

La encuesta se estructuró en múltiples secciones que abarcan distintos aspectos de la organización, como la estrategia de transformación digital, el interés en la capacitación del talento humano, y la integración de tecnologías emergentes, como inteligencia artificial y Big Data, las categorías de preguntas incluyeron la evaluación del interés y el nivel de implementación de tecnologías emergentes, la claridad en los procesos de tecnología, y la utilización de sistemas de información para la gestión de clientes y proveedores. El formato de la encuesta fue digital (web), lo que facilitó la recolección y análisis de los datos. Se anexa la encuesta realizada, en el anexo 1 donde se puede evidenciar las preguntas realizadas.

Para asegurar la validez y confiabilidad del instrumento, se realizó una validación a través de la sana crítica y asesoría del personal experto en el área de la construcción e ingenieros civiles, para garantizar que las preguntas reflejan adecuadamente los conceptos evaluados. Esta metodología permitió obtener datos precisos y útiles para evaluar el nivel de madurez tecnológica en las empresas del sector.

Finalmente, la totalidad de las preguntas que componen la encuesta se encuentra detallada en capítulo No 8 anexos: en el literal 8.1 anexo No. 1 denominado “Tabla base de datos grupal de encuestas realizadas en el curso del Nodo No 2”

### 3.4 Descripción de procedimientos

El procedimiento para la recolección de datos mediante la encuesta de madurez tecnológica se desarrolló en varios pasos meticulosamente planificados, en primer lugar, se diseñó una encuesta exhaustiva compuesta por 32 preguntas distribuidas en 5 partes, orientadas a evaluar diversos aspectos de la transformación digital en empresas del sector de la construcción y de ingeniería civil, la encuesta cubrió áreas claves como la implementación de tecnologías emergentes, la capacitación del personal y la integración de sistemas de información. Las

preguntas fueron estructuradas para obtener una visión integral del avance tecnológico y su aplicabilidad en las empresas.

En la segunda fase, se distribuyó la encuesta a jefes de área y dueños de empresas dentro del sector, la encuesta se administró a través de una plataforma web para facilitar el acceso y participación, se brindó a los encuestadores instrucciones claras sobre como complementar el cuestionario y el objetivo de la encuesta, asegurando que las respuestas fueran precisas y reflejaran el estado real de la tecnologías dentro de sus organizaciones, la recolección de datos se realizó durante un periodo determinado, garantizando que los participantes tuvieran tiempo suficiente para proporcionar respuestas detalladas.

Una vez concluida la fase de recolección, se procedió al análisis de los datos obtenidos. Los datos se organizaron y se limpiaron para eliminar cualquier respuesta incompleta o inconsistente, se utilizó software de análisis de datos para identificar patrones y tendencias en las respuestas. Se evaluó el grado de madurez tecnológica en función de las respuestas relacionadas con la adopción de tecnologías emergentes, la integración de sistemas de información y la capacitación en transformación digital.

El análisis de los datos revelo varias áreas clave de interés, se identificó que un número significativo de empresas aún está en las etapas iniciales de adopción de tecnologías emergentes y que existe una variabilidad en la implementación de estrategias digitales. Además, se observó una tendencia creciente hacia la capacitación del personal y la integración de sistemas de información, lo que sugiere un interés en mejorar la eficiencia y la capacitación de respuesta ante cambios en el mercado.

La finalidad de este proyecto es saber, como están las empresas colombianas en tema de la implementación de tecnologías emergentes y si están interesados en estar actualizados de acuerdo con la vanguardia de cada avance, para optimizar los rendimientos y mejoras en cada compañía y así tener una mejor ganancia y menos perdida, utilizando de la mejor manera, el aporte de las tecnologías y sus avances.

### **3.5 Análisis de información**

Una vez completada la recolección de datos, se procederá al análisis de la información obtenida. El primer paso será aplicar filtros a las respuestas de la encuesta (ver Anexo No 1) , según los criterios más relevantes, tales como el sector económico en el que operan las empresas (por ejemplo, construcción o consultoría) y su tamaño. Posteriormente, se llevará a cabo un análisis cuantitativo empleando herramientas estadísticas como tablas de frecuencias, porcentajes y diagramas de barras para representar gráficamente los resultados.

Este proceso permitirá identificar patrones de adopción tecnológica, tendencias clave y la distribución del uso de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA) y el Big Data en diferentes sectores. El análisis ofrecerá una visión detallada de cómo las empresas están integrando estas tecnologías, así como las diferencias en su adopción según el tipo y tamaño de empresa, lo que facilitará una interpretación más clara del impacto de la digitalización en la industria.

Este enfoque asegurará una interpretación estructurada y detallada de los datos, permitiendo comprender mejor los factores que impulsan o limitan la adopción de estas tecnologías en las empresas de diferentes sectores económicos.

La encuesta realizada, consta de cinco (5) partes distribuidos en treinta y dos (32) preguntas en escala Likert, las partes son:

- a) Parte 1. Modelo de negocio y producto –nivel estratégico.
- b) Parte 2. Relación clientes proveedores.
- c) Parte 3. Procesos.
- d) Parte 4. Infraestructura y seguridad.
- e) Parte 5. Estrategia y experiencia en industria 4.0.

El análisis de los datos recolectados se centró en la identificación de patrones en la adopción tecnológica en las empresas encuestadas. Mediante el uso de herramientas estadísticas se calcularon frecuencias y porcentajes para evaluar el nivel de madurez digital en el sector. Los resultados muestran que, aunque muchas empresas reconocen la importancia de la digitalización, solo una minoría ha adoptado tecnologías avanzadas como IA y Big Data, lo que sugiere una oportunidad significativa para mejorar la eficiencia en la gestión de cantidades de obra.

### **3.6 Consideraciones éticas**

En la investigación sobre la adopción de tecnologías emergentes en el sector construcción en Colombia, se mantendrán altos estándares éticos para proteger a los participantes. Se obtendrá el consentimiento informado de cada participante, asegurando que comprendan el propósito del estudio, cómo se utilizarán sus datos y sus derechos, incluyendo la posibilidad de retirarse del estudio en cualquier momento sin repercusiones. La confidencialidad será rigurosamente respetada; los datos se recopilarán de manera anónima y se almacenarán en sistemas seguros para evitar cualquier identificación individual. Los resultados se presentarán de forma agregada para preservar la privacidad de los participantes.

Además, se utilizarán formularios digitales de consentimiento informado que detallarán claramente el objetivo del estudio y los procedimientos. El protocolo de investigación será revisado y aprobado por un Comité de Ética en Investigación (CEI) para garantizar el

cumplimiento de los estándares éticos y legales. Esta revisión asegurará que se identifiquen y mitiguen posibles riesgos para los participantes, garantizando así que la investigación se realice de manera ética y respetuosa con todos los involucrados.

### **3.6.1 *Análisis de consideraciones éticas***

En el proyecto sobre la adopción de tecnologías emergentes en el sector construcción en Colombia, se aplicarán estrictamente las consideraciones éticas establecidas por Uniminuto y por la comunidad científica en general para proteger tanto a las organizaciones participantes como a los individuos objeto de investigación. Según las directrices de Uniminuto y las normativas internacionales, se obtendrá el consentimiento informado de todos los participantes, asegurando que estén completamente informados sobre el propósito, la metodología y el uso de sus datos antes de su participación (Uniminuto, 2020).

La confidencialidad será una prioridad; los datos se manejarán de forma anónima y se almacenarán de manera segura para evitar cualquier riesgo de identificación, cumpliendo con las normas éticas y legales vigentes (Association, 2020). Además, el protocolo del estudio será revisado y aprobado por un Comité de Ética en Investigación, garantizando el respeto por los derechos de los participantes y la integridad del proceso investigativo (Resnik, 2015). Estas medidas aseguran que el proyecto se conduzca con la máxima ética, protegiendo a todos los involucrados y manteniendo la calidad y credibilidad de la investigación.

### **3.6.2 *Instrumentos de aceptación y autorización***

Para asegurar la validez y ética en la investigación, se utilizarán dos principales instrumentos de aceptación y autorización, por ejemplo:

- Formulario de consentimiento informado: Por la presente, declaro que he sido informado de los objetivos de esta investigación, que busca evaluar la adopción de tecnologías emergentes en el sector de la construcción. Entiendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme en cualquier momento sin repercusiones. Mis datos serán tratados de manera confidencial y utilizada solo para los fines de esta investigación. Ver anexo en el capítulo 8 anexos, literal 8.2 formulario de consentimiento informado anexo 2 con un formato de ejemplo.
- Autorización para el uso de datos: Autorizo el uso de los datos proporcionados en esta encuesta para fines de la investigación titulada “Propuesta de incorporación de Big Data e IA para la mitigación de sobrecostos en la construcción de infraestructura vial en Colombia”, con la condición de que se mantenga mi anonimato y se respeten las normas de

confidencialidad establecidas. Ver anexo en el capítulo 8 anexos, literal 8.3 autorización para el uso de datos anexo 3 con un formato de ejemplo.

## 4. HIPÓTESIS

La implementación de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA) y BigData en las empresas de construcción en Colombia, esta metodología descrita en el estudio se ajusta al enfoque mixto, el cual permitirá optimizar los tiempos de análisis y el control de cantidades de obra, logrando reducir desperdicios de materias y sobrecostos en las obras. La metodología de investigación adoptada combina un análisis cualitativo y cuantitativo, donde el análisis cualitativo se basa en la revisión del estado del arte, mientras que el análisis cuantitativo se centra en los datos de las encuestas recolectadas a empresas del sector de construcción.

Se espera que la integración de estas tecnologías emergentes logre un mejor análisis de bases de datos recolectadas en campo, con el fin de controlar las cantidades de obra, reduciendo el desperdicio de materiales y los sobrecostos, mejorando así la eficiencia en la gestión de proyectos de construcción en el país.

Este enfoque también permitirá analizar las implicaciones tecnológicas en el sector, validar la viabilidad y efectividad de la adopción de IA y Big Data, promoviendo una transición hacia procesos de construcción más sostenibles y eficientes; lo anterior, con el fin de tomar acciones y decisiones de forma inmediata que puedan mitigar el impacto que se presente en tiempo real.

La hipótesis planteada, se basa en evidencia con el enfoque mixto, que sugiere que la incorporación de IA y Big Data en las empresas de construcción en Colombia tiene el potencial de transformar significativamente la gestión de proyectos, optimizando tiempos, reduciendo desperdicios, y disminuyendo sobrecostos.

### 4.1 Variables

#### 4.1.1 *Variable(s) independiente(s) Entradas*

- Nivel de digitalización de las empresas: mide qué tan avanzadas están en la implementación de tecnologías digitales.
- Tamaño de la empresa: pequeñas, medianas o grandes empresas de construcción.
- Disponibilidad de recursos tecnológicos: acceso a software y hardware avanzado.

- Conocimiento y capacitación del personal: nivel de familiaridad de los empleados con las nuevas tecnologías.
- Inversión en innovación: cuánto invierte la empresa en adoptar tecnologías emergentes.
- Adopción de IA y Big Data: mediante encuestas evaluar el grado de implementación de estas tecnologías en los procesos de las empresas
- Capacitación en transformación Digital: Evaluada a través del interés y el nivel de capacitación del personal según los datos de la encuesta.

Las variables identificadas como nivel de digitalización, tamaño de la empresa, disponibilidad de recursos tecnológicos, conocimiento del personal, inversión en innovación, adopción de IA y Big Data, y capacitación en transformación digital, influyen directamente en la implementación de tecnologías emergentes en la construcción. Las grandes empresas suelen tener más capacidad para invertir en tecnología, mientras que las más pequeñas enfrentan ciertas barreras. La disponibilidad tecnológica y el conocimiento del personal son claves para la adopción efectiva. Un mayor nivel de inversión y capacitación permiten que las empresas optimicen sus procesos, mejorando su competitividad; por tanto, para el análisis de los datos, estas variables son claves para tenerlas en cuenta.

#### **4.1.2 Variable(s) dependiente(s) Salidas**

- Eficiencia en la gestión de proyectos: mejoras en el tiempo, costo y calidad del proyecto.
- Reducción de sobrecostos y desperdicios: impacto de las tecnologías en el control de los recursos.
- Productividad: Cambios en la productividad de las empresas.
- Toma de decisiones: Calidad y rapidez de las decisiones en la gestión del proyecto.
- Optimización de recursos: Evaluada en función de la eficiencia observada en el uso y control de materiales.
- Control de costos: Medido por la precisión en la gestión de costos y la capacitación de evitar gastos imprevistos, también evaluado a través de los datos obtenidos.

#### **4.2 Planteamiento de hipótesis**

Existe una relación positiva entre la implementación de tecnologías emergentes y la optimización de recursos y control de costos. La metodología mixta utilizada en el estudio permite investigar esta hipótesis de manera integral, combinando datos cualitativos y cuantitativos para proporcionar una visión detallada sobre cómo las tecnologías emergentes influyen en la eficiencia y la gestión de costos en el sector construcción.

## 5. RESULTADOS

Se utilizó una encuesta compuesta por 32 preguntas distribuidas en 5 partes, la cual fue respondida por 145 empresas de diversos sectores. Tras aplicar un filtro, se seleccionaron 40 empresas del sector de la construcción para un análisis más detallado en relación con nuestra pregunta de investigación, donde se escogió la parte 1. Modelos de negocios, parte 2. procesos - nivel táctico y operativo y parte 4. infraestructura y seguridad y se tomaron cinco (5) preguntas, para dar respuesta a nuestra pregunta de investigación. Los datos completos de las preguntas y respuestas están disponibles en el siguiente enlace: [https://uniminuto-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/sergio\\_zabala\\_uniminuto\\_edu/EUcpi2BxHv9GiUZBAzWtA4EBBSlhnOixcQF3KxGo6EWIw?e=mzTL28](https://uniminuto-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/sergio_zabala_uniminuto_edu/EUcpi2BxHv9GiUZBAzWtA4EBBSlhnOixcQF3KxGo6EWIw?e=mzTL28).

**Tabla 1**

*Resultado de la encuesta*

ID	Hora de inicio	Hora de final	Correo electrónico	Está de acuerdo	Clasificación	Número de empresas	Nivel de ingresos	Cuanto con experiencia	Cuanto con tiempo	Tiene interés	Alguno de sus	Reconoce alguna	Identifica que
1	5/12/24 10:13:39	5/12/24 10:51:22	anonymous	SI	Alojamiento y servicios	Más de 200	Más de 10.001 SMM	En implementación	En desarrollo	En implementación	Nulo	Existe la iniciativa	En desarrollo
2	5/12/24 11:52:49	5/12/24 12:12:13	anonymous	SI	Tecnologías de la información	Menos de 10	Entre 2.001 y 10.000	Nulo	Nulo	Existe la iniciativa	En implementación	En acción	En desarrollo
3	5/12/24 18:13:44	5/12/24 18:26:54	anonymous	SI	Construcción	Menos de 10	Menos de 1.000 SM	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	En acción	En acción
4	5/12/24 15:50:20	5/12/24 16:01:21	anonymous	SI	Comercio al por mayor	Menos de 10	Entre 1.001 y 2000	En desarrollo	Existe la iniciativa	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo
5	5/12/24 10:38:22	5/12/24 10:48:25	anonymous	SI	Construcción	Entre 11 y 50	Entre 1.001 y 2000	En acción	En acción	En implementación	Nulo	En implementación	En desarrollo
6	5/12/24 11:00:16	5/12/24 11:12:26	anonymous	SI	Construcción	Entre 11 y 50	Entre 2.001 y 10.000	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	En acción
7	5/12/24 20:46:17	5/12/24 21:01:40	anonymous	SI	Industria manufacturera	Menos de 10	Menos de 1.000 SM	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
8	5/12/24 10:03:40	5/12/24 10:23:15	anonymous	SI	Venta de insumos	Menos de 10	Menos de 1.000 SM	En implementación	En desarrollo	Existe la iniciativa	Nulo	En acción	En acción
9	5/12/24 10:10:18	5/12/24 10:23:47	anonymous	SI	Almacén veterinario	Menos de 10	Entre 1.001 y 2000	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo
10	5/12/24 10:11:14	5/12/24 10:26:03	anonymous	SI	Actividades en salud	Menos de 10	Menos de 1.000 SM	En acción	En acción	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
11	5/12/24 10:18:07	5/12/24 10:44:44	anonymous	SI	Construcción	Entre 11 y 50	Entre 1.001 y 2000	Nulo	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
12	5/12/24 10:44:36	5/12/24 11:02:00	anonymous	SI	Agricultura, ganadería	Menos de 10	Menos de 1.000 SM	En desarrollo	Nulo	En implementación	En acción	Existe la iniciativa	En implementación
13	5/12/24 10:58:17	5/12/24 11:10:16	anonymous	SI	Agricultura, ganadería	Menos de 10	Entre 2.001 y 10.000	En desarrollo	En desarrollo	En acción	En acción	En acción	En acción
14	5/12/24 11:28:03	5/12/24 11:44:09	anonymous	SI	Clinica veterinaria	Menos de 10	Menos de 1.000 SM	Nulo	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
15	5/12/24 12:24:41	5/12/24 16:13:57	anonymous	SI	Construcción	Más de 200	Entre 2.001 y 10.000	En acción	En acción	En acción	En desarrollo	En acción	En acción
16	5/12/24 15:10:00	5/12/24 17:28:28	anonymous	SI	Salud mental en niños	Más de 200	Entre 2.001 y 10.000	En implementación	En acción	En implementación	En acción	En acción	En acción
17	5/12/24 7:00:16	5/12/24 11:11:52	anonymous	SI	Suministro de agua	Entre 51 y 200	Entre 2.001 y 10.000	En desarrollo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Nulo	En desarrollo	En desarrollo
18	5/12/24 14:45:45	5/12/24 15:26:19	anonymous	SI	Diseño Publicidad	Menos de 10	Menos de 1.000 SM	En desarrollo	Existe la iniciativa	En acción	En implementación	En desarrollo	En acción
19	5/12/24 6:46:49	5/12/24 9:24:15	anonymous	SI	Actividades profesionales	Menos de 10	Menos de 1.000 SM	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
20	5/12/24 10:09:59	5/12/24 10:21:07	anonymous	SI	Construcción	Entre 11 y 50	Menos de 1.000 SM	Nulo	Nulo	En acción	Nulo	En acción	En acción
21	5/12/24 10:11:47	5/12/24 10:33:57	anonymous	SI	Construcción	Entre 51 y 200	Más de 10.001 SMM	En desarrollo	En implementación	En desarrollo	En acción	En acción	En acción
22	5/12/24 10:09:11	5/12/24 10:46:12	anonymous	SI	Educación	Entre 51 y 200	Entre 2.001 y 10.000	Nulo	Nulo	En desarrollo	Nulo	En implementación	En desarrollo
23	5/12/24 14:23:54	5/12/24 14:34:34	anonymous	SI	Construcción	Menos de 10	Menos de 1.000 SM	En desarrollo	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
24	5/12/24 19:17:43	5/12/24 19:27:25	anonymous	SI	Consultoría	Menos de 10	Menos de 1.000 SM	En desarrollo	Existe la iniciativa	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo
25	5/12/24 20:31:01	5/12/24 22:24:06	anonymous	SI	Comercio al por mayor	Menos de 10	Menos de 1.000 SM	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	En acción	En acción
26	5/12/24 16:32:45	5/12/24 16:45:43	anonymous	SI	Diseños y consultoría	Menos de 10	Menos de 1.000 SM	En acción	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	En implementación	En implementación
27	5/12/24 8:43:22	5/12/24 8:52:42	anonymous	SI	Actividades profesionales	Más de 200	Más de 10.001 SMM	En acción	En acción	En acción	En acción	En acción	En acción
28	5/12/24 9:09:02	5/12/24 9:20:17	anonymous	SI	Educación	Menos de 10	Entre 2.001 y 10.000	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	En implementación	En implementación
29	5/12/24 11:26:27	5/12/24 11:35:51	anonymous	SI	Comercial	Más de 200	Entre 1.001 y 2000	En acción	En acción	En acción	En acción	En acción	En acción
30	5/12/24 11:23:59	5/12/24 11:39:19	anonymous	SI	Comercio al por mayor	Más de 200	Entre 1.001 y 2000	En acción	En acción	En acción	En acción	En acción	En acción
31	5/12/24 11:24:48	5/12/24 11:41:05	anonymous	SI	Comercio al por mayor	Más de 200	Entre 1.001 y 2000	En acción	En acción	En acción	En acción	En acción	En acción
32	5/12/24 11:52:00	5/12/24 11:53:05	anonymous	SI	Comercio al por mayor	Más de 200	Entre 1.001 y 2000	En acción	En acción	En acción	En acción	En acción	En acción

Nota: Se evidencia una parte de las respuestas totales de las 145 empresas encuestadas, para dejar evidencia. Fuente Propia. Ver anexo en el capítulo 8 anexos, literal 8.4 resultados-encuestas nivel de madurez tecnológica anexo 4 resultados de la encuesta.

### 5.1 Resultados-Encuesta nivel de madurez tecnológica

A continuación, se presenta el análisis de los resultados por fases, conforme a la estructura definida en las encuestas:

## ❖ Parte 1 de 5: Modelo de negocio y producto - Nivel estratégico

**Tabla 2**

*Pregunta No 11. Según la afirmación propuesta, seleccione el nivel que mejor describe a su organización.*

1. MODELOS DE NEGOCIO	Nulo	Existe la iniciativa	En desarrollo	En implementación	En acción
P1. Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección.	23%	3%	23%	10%	13%
P2. Cuenta con indicadores para medir nivel de la transformación digital.	50%	18%	13%	13%	8%
P3. Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital.	13%	43%	18%	8%	20%
P4. Alguno de sus productos integra tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, big data o ciencia de datos).	13%	43%	18%	8%	20%
P5. Reconoce importancia que tiene el uso y análisis de información.	50%	18%	18%	8%	8%
P6. Identifica que el desarrollo y la innovación tecnológica juega un papel importante.	8%	18%	25%	15%	35%
P7. Cuenta con claridad en los procesos y protocolos para llevar a cabo proyectos con alta incorporación tecnológica.	20%	13%	28%	18%	23%
P8. Reconoce los conceptos de tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, Big-Data y Data Science).	23%	15%	35%	15%	13%

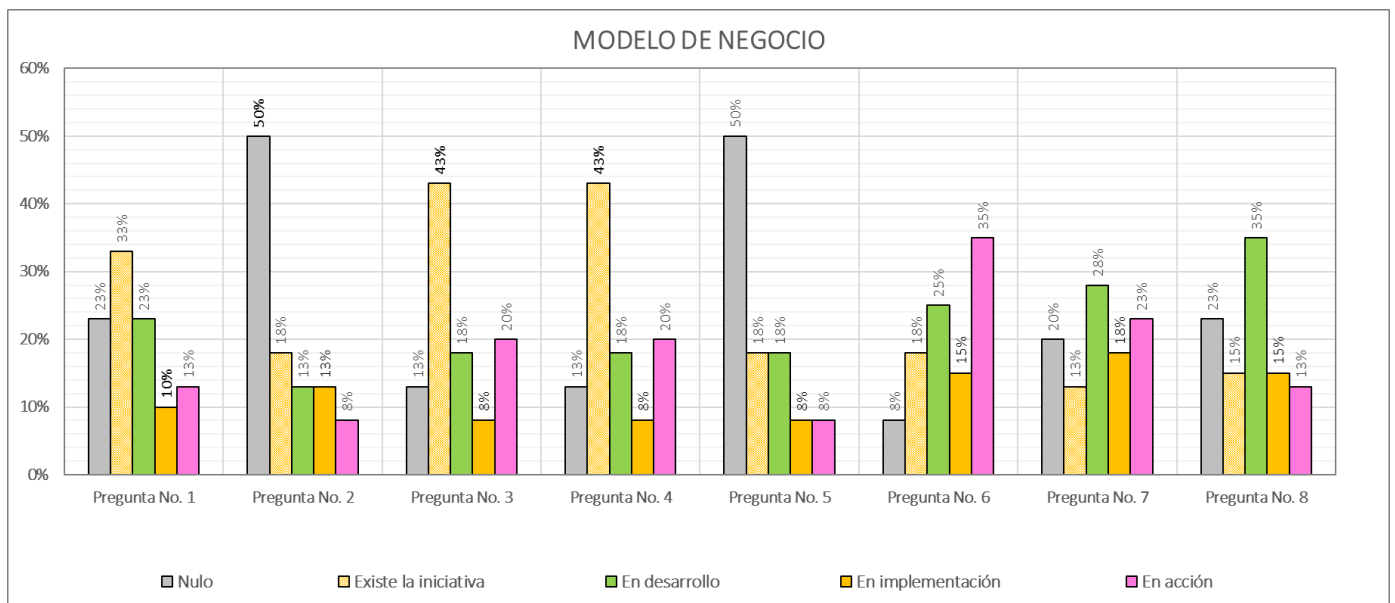
Nota: Se evidencia por cada pregunta los porcentajes obtenidos. Fuente propia

El análisis de los resultados de la encuesta revela que, aunque un porcentaje considerable de empresas en el sector de la construcción reconoce la importancia de la transformación digital y las tecnologías emergentes como Big Data e Inteligencia Artificial, la implementación efectiva de estas estrategias es aún limitada. Solo un 10% de las empresas afirma tener una estrategia de transformación digital en acción, y un alarmante 50% carece de indicadores para medir su progreso, lo que sugiere una falta de estructura en la gestión del cambio.

La capacitación del personal, aunque mostrada como una prioridad por el 43% de las empresas, aún está en fases iniciales de desarrollo. Esto indica que, a pesar del interés en integrar tecnologías para optimizar el control de cantidades de obra y reducir sobrecostos, las organizaciones deben mejorar sus procesos internos y establecer un marco sólido que facilite esta transformación. En este contexto, el estudio subraya la necesidad urgente de adoptar un enfoque más proactivo para capitalizar las oportunidades que ofrecen Big Data e Inteligencia Artificial en la gestión de proyectos de construcción.

**Gráfico 1**

*Pregunta de modelo de negocio parte 1*



Nota: Fuente propia

A partir de los datos presentados en el gráfico, podemos concluir, que de las 40 empresas encuestadas el 50% de las empresas no ha implementado iniciativas relacionadas con modelos de negocio, el 43% de las empresas tiene iniciativas en desarrollo o existe la intención de implementarlas y sólo el 10% de las empresas ha llegado a la fase de implementación activa de estas iniciativas. Esto indica una tendencia general hacia la falta de iniciativas en modelos de negocio de tecnologías emergentes, con muchas empresas aún en fases iniciales.

**Tabla 3**

*Pregunta No 12- ¿En qué área de su empresa ha invertido en los dos últimos años?*

<b>1. MODELOS DE NEGOCIO</b>	<b>Nula inversión</b>	<b>Pequeña inversión</b>	<b>Mediana inversión</b>	<b>Gran inversión</b>
<b>P1. Investigación y desarrollo.</b>	23%	50%	20%	8%
<b>P2. Producción de productos o servicios.</b>	10%	35%	28%	28%
<b>P3. Procesos administrativos internos (Contabilidad, talento humano).</b>	13%	33%	38%	18%
<b>P4. Logística de recepción y distribución.</b>	25%	40%	28%	8%
<b>P5. Comercial y ventas.</b>	25%	35%	25%	15%
<b>P6. Sistemas de información (herramientas software).</b>	13%	50%	23%	15%

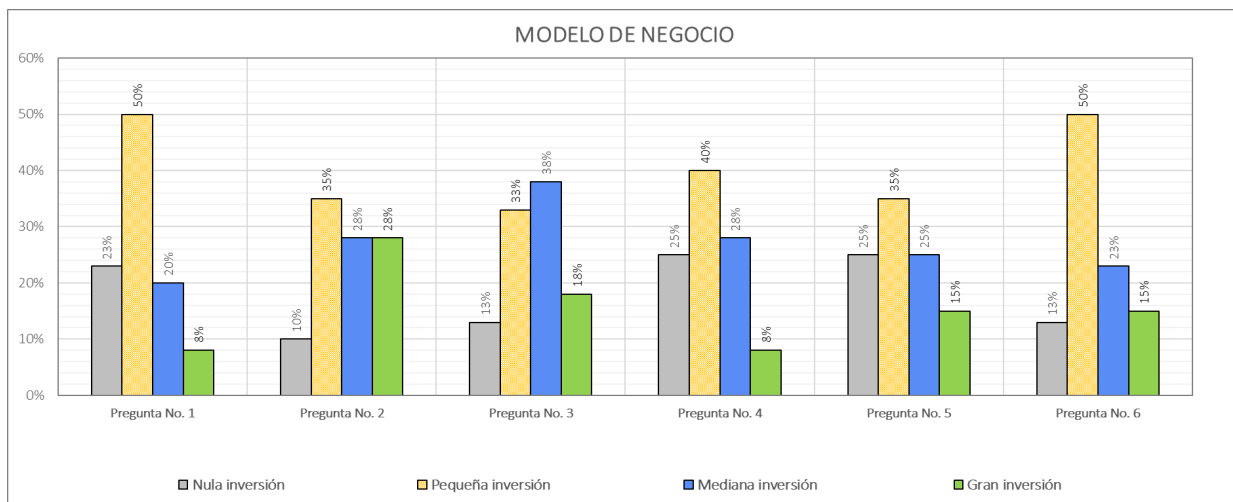
Nota: Se evidencia por cada pregunta los porcentajes obtenidos. Fuente propia

El análisis de la inversión en modelos de negocio en el sector de la construcción revela que un 23% de las empresas no realiza ninguna inversión en investigación y desarrollo, mientras que un 50% se limita a hacer una pequeña inversión, lo que restringe su capacidad de innovación. En la producción de productos o servicios, un 10% no invierte, y un 35% realiza una pequeña inversión, lo que indica una falta de impulso hacia la mejora de la oferta. En procesos administrativos internos, el 13% de las empresas no invierte, y un 33% realiza una pequeña inversión, lo que podría afectar la eficiencia organizacional.

La logística de recepción y distribución presenta un panorama similar, con un 25% de nula inversión y un 40% de pequeña inversión, reflejando limitaciones en la optimización de la cadena de suministro. En el área comercial y de ventas, un 25% no realiza grandes inversiones, y un 35% opta por una pequeña inversión. Por último, en sistemas de información, un 13% no invierte y un 50% realiza una pequeña inversión, lo que limita la implementación de herramientas analíticas cruciales para el control de cantidades de obra y la reducción de sobrecostos.

## Gráfico 2

Pregunta No 12 modelo de negocio parte 1



Nota: Fuente propia

Los resultados sugieren que, aunque existe una tendencia hacia la adopción de nuevos modelos de negocio con un enfoque en pequeñas inversiones del (35%-50%), solo un porcentaje limitado del (28%) de empresas, ha dado el paso hacia grandes inversiones. Este panorama refleja un avance moderado en la innovación del sector, con ciertas áreas desactualizadas del (25% sin inversión), lo que revela un atraso en la innovación en ciertas áreas Según (Torres, 2018), las pequeñas inversiones suelen ser el primer paso hacia la adaptación tecnológica, mientras que las grandes inversiones requieren un mayor compromiso estratégico.

### ❖ Parte 2 de 5 modelo de negocio

Tabla 4

Pregunta No 13- ¿En qué área de su empresa proyecta invertir en los próximos 5 años?

1. MODELOS DE NEGOCIO	Nula inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Gran inversión
P1. Investigación y desarrollo.	15%	33%	30%	23%
P2. Producción de productos o servicios.	10%	15%	38%	38%
P3. Procesos administrativos internos (Contabilidad, talento humano).	13%	25%	35%	28%
P4. Logística de recepción y distribución.	20%	33%	25%	23%
P5. Comercial y ventas.	18%	20%	28%	35%
P6. Sistemas de información (herramientas software).	15%	18%	35%	33%

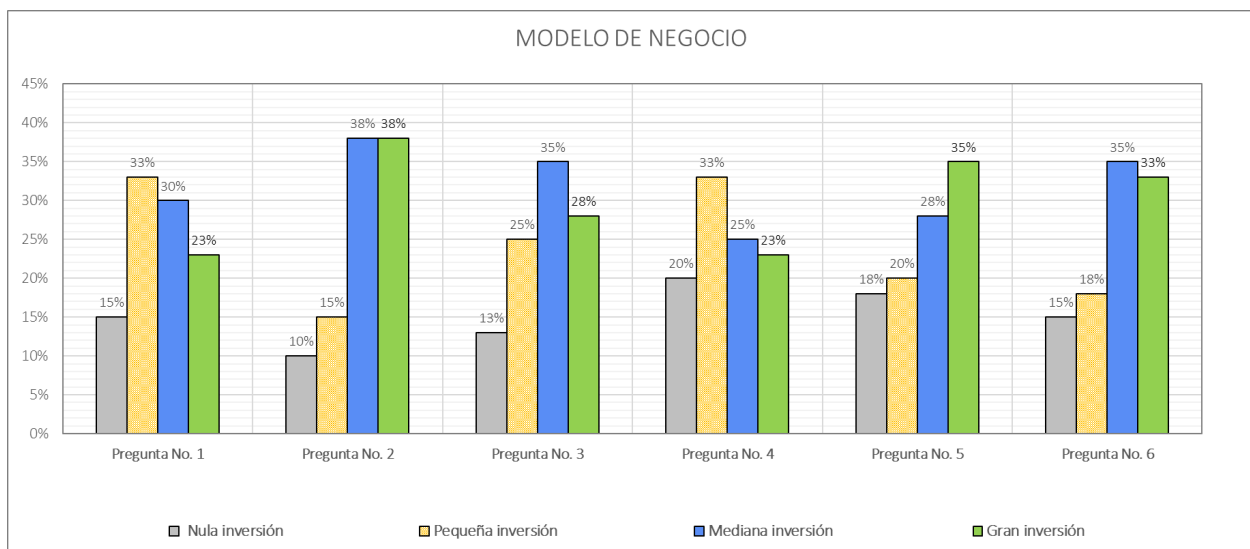
Nota: Se evidencia por cada pregunta los porcentajes obtenidos. Fuente propia

El análisis de las proyecciones de inversión para los próximos cinco años en el sector de la construcción indica que las empresas están mostrando un interés selectivo hacia áreas clave que pueden impulsar su competitividad y eficiencia. En investigación y desarrollo, aunque un 15% de las empresas no planea realizar inversiones, un 23% está dispuesto a hacer grandes inversiones, lo que sugiere una apertura hacia la innovación, aunque la mayoría se mantiene cautelosa. En la producción de productos y servicios, un notable 38% planea grandes inversiones, reflejando una intención de modernizar su oferta, lo cual es crucial para incorporar tecnologías emergentes. En procesos administrativos internos, un 28% tiene previsto realizar grandes inversiones, indicando un reconocimiento de la importancia de la optimización operativa. Sin embargo, en logística de recepción y distribución, un 20% no proyecta inversión, lo que podría obstaculizar mejoras en la cadena de suministro.

Por otro lado, el área comercial y de ventas destaca con un 35% dispuesto a realizar grandes inversiones, lo que muestra un enfoque proactivo hacia la mejora de estrategias de mercado. En sistemas de información, el interés es evidente, con un 33% proyectando grandes inversiones, lo cual es fundamental para la integración de herramientas digitales. Estos datos sugieren que, aunque hay un compromiso general hacia la inversión, es crucial que las empresas no solo amplíen su enfoque en áreas de producción y ventas, sino que también prioricen la inversión en investigación, desarrollo y logística para asegurar una transición efectiva hacia la digitalización y la adopción de Big Data e Inteligencia Artificial, aspectos clave para mitigar sobrecostos en proyectos de infraestructura vial en Colombia.

**Gráfico 3**

*Pregunta No 13 modelo de negocio parte 2*



Nota: Fuente propia

Del grafico anterior, podemos deducir que un 15% de las empresas planean realizar una nula inversión en sus modelos de negocio. Sin embargo, un 38% optará por una mediana inversión, mientras que un 33%-35% de las empresas proyectan realizar una gran inversión en este aspecto. Esto demuestra una tendencia significativa hacia la transformación empresarial, sin embargo, esto se planea a futuro, donde muchas compañías buscan innovar para mantenerse competitivas en el mercado en los próximos años.

❖ **Parte 3 de 5: Procesos - Nivel táctico y operativo**

**Tabla 5**

*Pregunta No 16 ¿Cuál de las siguientes tecnologías utiliza en su organización?*

<b>2. PROCESOS - Nivel táctico y operativo</b>	
<b>TECNOLOGÍA</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Sensores	10%
Dispositivos móviles	30%
Identificador de radiofrecuencia - RFID	4%
Ciencia de datos para evaluación de información en tiempo real.	6%
Sistemas de localización en tiempo real	20%
Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos	7%
Las tecnologías de la nube como infraestructura de TI escalable	11%
Inteligencia artificial para la toma de decisiones.	1%
Sistemas de tecnologías de la información integrados	7%
Otras	4%

Nota: Fuente propia

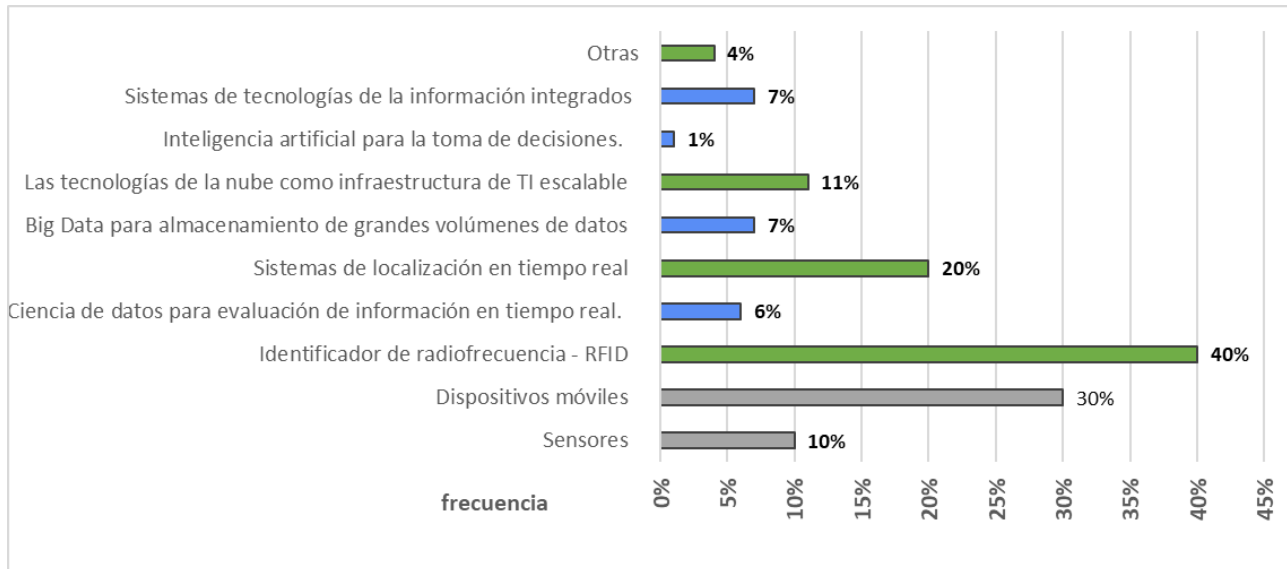
El análisis de la frecuencia de uso de tecnologías en las organizaciones revela que los dispositivos móviles son la herramienta más adoptada, con un 30%, lo que indica una clara tendencia hacia la movilidad y la accesibilidad de la información en tiempo real. A continuación, los sistemas de localización en tiempo real representan un 20%, sugiriendo un enfoque significativo en la gestión logística y la optimización de recursos. Los sensores, aunque útiles, solo alcanzan un 10%, lo que puede reflejar una implementación limitada en comparación con otras tecnologías. En cuanto a la adopción de Big Data, un 7% indica que algunas organizaciones están comenzando a almacenar grandes volúmenes de datos, aunque la integración de esta tecnología aún es poco.

La ciencia de datos y los sistemas de tecnologías de la información integrados muestran un uso moderado, con un 6% y 7%, respectivamente, sugiriendo que hay oportunidades para mejorar la analítica y la interoperabilidad de sistemas. Por otro lado, la inteligencia artificial, con solo un 1%, evidencia que su aplicación aún es escasa, lo que limita el potencial de automatización y análisis avanzado en la toma de decisiones. Este panorama subraya la

necesidad de un enfoque más estratégico hacia la incorporación de tecnologías emergentes que permitan a las organizaciones mejorar su eficiencia operativa y competitividad en el sector de la construcción.

#### Gráfico 4

*Pregunta No 19 frecuencia en el uso de tecnologías*



Nota: Fuente propia

De lo anterior, la frecuencia de uso de tecnologías emergentes como ciencia de datos (6%) y Big Data (7%) son esenciales para el análisis y almacenamiento de información, permitiendo la optimización de procesos; sin embargo, cómo se evidencia la baja adopción de la ciencia de datos y Big Data en el sector de la construcción destaca diversos desafíos, como la falta de conocimiento, resistencia al cambio, inversión y desconfianza en la implementación de estas tecnologías. Estas tecnologías pueden requerir inversiones significativas en infraestructura, software y capacitación, lo que puede ser un desafío, especialmente para las empresas más pequeñas, por tanto, estas empresas son las más atrasadas en el uso de estas herramientas.

La baja adopción de inteligencia artificial en el sector de la construcción, con solo un 1%, indica un desaprovechamiento del potencial que esta tecnología puede ofrecer, este bajo porcentaje también representa una oportunidad significativa para la innovación y la mejora en la industria, alentando a las empresas a explorar y adoptar soluciones basadas en IA en el futuro.

❖ **Parte 4 de 5: Infraestructura y Seguridad****Tabla 6***Pregunta No 20 sistemas de información*

<b>4. INFRAESTRUCTURA Y SEGURIDAD</b>	<b>Si</b>	<b>Parcialmente</b>	<b>No</b>	<b>El área no existe</b>
<b>P1. Investigación y desarrollo.</b>	20%	48%	13%	20%
<b>P2. Producción de productos o servicios.</b>	33%	53%	8%	8%
<b>P3. Procesos administrativos internos (contabilidad, talento humano, etc).</b>	43%	48%	5%	5%
<b>P4. Logística de recepción y distribución.</b>	30%	48%	10%	13%
<b>P5. Comercial y ventas.</b>	25%	50%	18%	8%

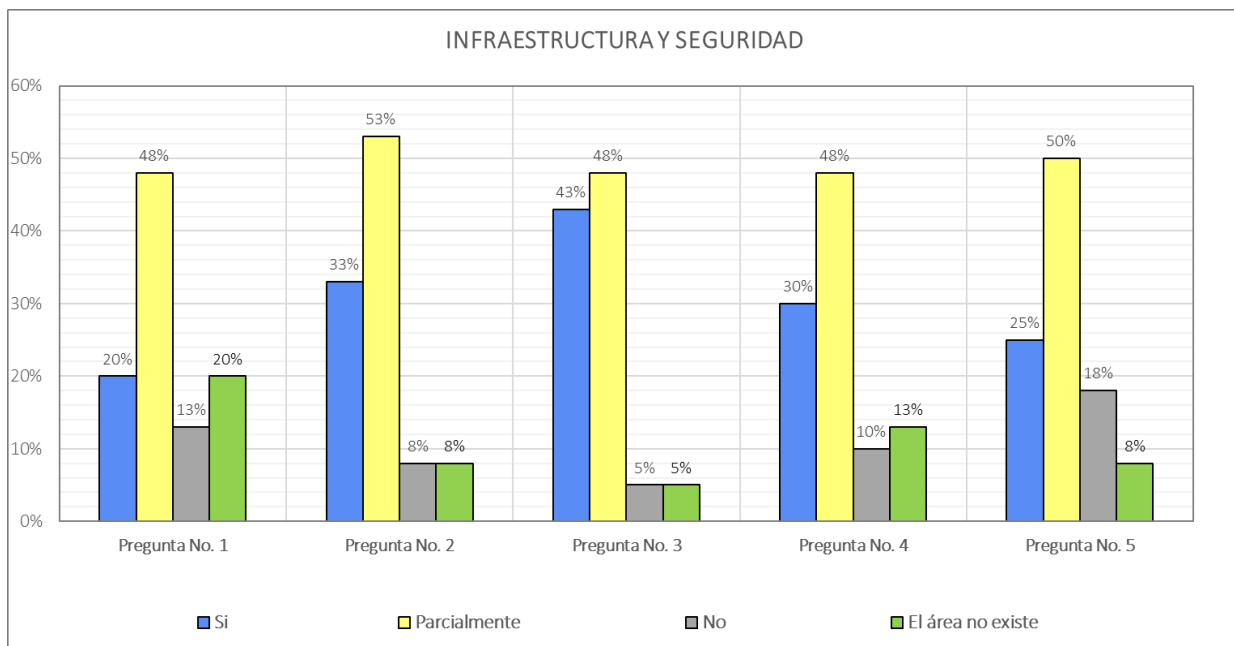
Nota: Fuente propia

Los resultados de la encuesta muestran que sobre la utilización de sistemas de información en diversas áreas de la organización revela que, en investigación y desarrollo, un 20% de las empresas los utiliza de manera efectiva, mientras que un 48% lo hace parcialmente, lo que sugiere oportunidades de mejora en la gestión de datos. En producción de productos o servicios, un 33% utiliza estos sistemas, con un 53% indicando un uso parcial, evidenciando la necesidad de avanzar en la digitalización de procesos.

En procesos administrativos internos, el 43% utiliza sistemas de información de forma efectiva, aunque el 48% señala un uso parcial, indicando áreas que pueden optimizarse. En logística de recepción y distribución, un 30% utiliza sistemas de información, mientras que un 48% tiene un uso parcial, lo que sugiere margen para mejorar la gestión de la cadena de suministro. Finalmente, en comercial y ventas, un 25% utiliza estos sistemas de manera efectiva, pero un 50% opera de forma parcial, limitando su capacidad de análisis. Este panorama general destaca la necesidad de una estrategia más cohesiva para maximizar la efectividad de los sistemas de información y mejorar la comunicación entre las diferentes áreas de la organización.

## Gráfico 5

### *Sistemas de información-infraestructura y seguridad-sistema de desarrollo*



Nota: Fuente propia

En general, los datos revelan que las empresas presentan un funcionamiento parcial en la mayoría de las áreas de infraestructura y seguridad. Esto sugiere la necesidad de inversiones adicionales y mejoras en los procesos internos para optimizar la producción, logística y administración. Además, la falta de desarrollo en investigación puede limitar la innovación para su crecimiento a largo plazo. Lo anterior, con el fin de maximizar la efectividad de los sistemas de información.

## 5.2 Recomendaciones

Con base en el análisis del uso de Big Data e Inteligencia Artificial (IA) en el control de cantidades de obra en proyectos de infraestructura vial en Colombia, se recomienda a las empresas del sector de construcción adoptar un enfoque proactivo en la integración de estas tecnologías. Es fundamental realizar una evaluación exhaustiva de las capacidades tecnológicas existentes y fomentar una cultura organizacional que valore la innovación. Además, se sugiere implementar programas de capacitación que empoderen al personal en el uso de herramientas de Big Data e IA, lo que no solo mejorará la gestión de recursos, sino que también permitirá identificar y mitigar sobrecostos y desperdicios de manera más eficaz. Finalmente, se debe establecer un marco claro para la recolección y análisis de datos, que garantice la calidad de la información utilizada en la toma de decisiones.

Para impulsar la transformación digital en el sector de la construcción, es fundamental que las empresas implementen una serie de estrategias y herramientas recomendadas. Primero, se debe desarrollar una estrategia digital clara y alineada con los objetivos empresariales, involucrando a la alta dirección en su formulación y seguimiento (Smith & Johnson, 2021). La implementación de indicadores específicos para medir el progreso en la transformación digital es crucial para ajustar las estrategias de manera efectiva (Brown & Davis, 2020). Además, se recomienda aumentar la inversión en la capacitación continua del personal para asegurar que el equipo esté preparado para las nuevas tecnologías (González, 2022). La integración de tecnologías emergentes, como la Inteligencia Artificial y Big Data, debe ser promovida mediante la identificación de oportunidades para su aplicación en procesos y productos (González, 2022). Finalmente, mejorar el uso y análisis de datos ayudará a tomar decisiones informadas y basadas en información precisa (Brown & Davis, 2020). La adopción de estas recomendaciones permitirá a las empresas del sector construir una base sólida para una transformación digital exitosa y sostenible.

**Tabla 7**

*Recomendaciones y propuestas*

Área de Mejora	Resultados	Recomendación	Detalles	Herramientas y Técnicas
<b>Estrategia Digital</b>	Teniendo en cuenta los resultados de la tabla 2, solo el 10% de las empresas tiene una estrategia de transformación digital en acción.	Desarrollar una estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección. Estar abiertos al cambio, para incorporar estrategias digitales para optimizar los procesos. Capacitación de la importancia del uso de tecnologías emergentes en los procesos de gestión.	Crear un plan estratégico claro y alineado con los objetivos empresariales. Involucrar a la alta dirección en la formulación y seguimiento.	Herramientas de planificación estratégica, software de gestión de proyectos, consultorías especializadas (Smith & Johnson, 2021). Adicionalmente, designar líderes para guiar cada proceso.
<b>Indicadores de Progreso</b>	Teniendo en cuenta los resultados de la tabla 2, el 50% carece de indicadores para medir su progreso, lo que sugiere una falta de estructura en la gestión del cambio.	Implementar indicadores para medir el nivel de transformación digital	Definir y monitorizar KPIs específicos para evaluar el avance en la adopción de tecnologías digitales.	Plataformas de BI (Business Intelligence), software de análisis de datos, dashboards personalizados (Brown & Davis, 2020).
<b>Capacitación del Talento Humano</b>	Teniendo en cuenta los resultados de la tabla 2, solo el 43% muestra interés en la capacitación y está en fases iniciales	Es esencial invertir en la capacitación de los empleados para garantizar que puedan manejar las nuevas tecnologías y maximizar su potencial.	Ofrecer programas de formación continua en herramientas digitales y tecnologías emergentes. Fomentar la certificación en competencias digitales.	Plataformas de e-learning, cursos de certificación, talleres y seminarios especializados (González, 2022).

Área de Mejora	Resultados	Recomendación	Detalles	Herramientas y Técnicas
<b>Integración de Tecnologías Emergentes</b>	Teniendo en cuenta los resultados de la tabla 2, de la Pregunta 4, solo en un 13% de los productos integran tecnologías emergentes.	Promover la integración de tecnologías emergentes como IA, Big Data y Ciencia de Datos	Identificar oportunidades para integrar estas tecnologías en los procesos y productos. Realizar pilotos para evaluar su impacto y escalabilidad.	Herramientas de IA y Machine Learning, software de análisis de Big Data, plataformas de visualización de datos (González, 2022).
<b>Uso y Análisis de Información</b>	Teniendo en los resultados de la tabla 2, el 50% de las empresas reconoce la importancia del uso y análisis de la información, pero con implementación limitada. Los resultados del gráfico No 4, con un 1% en la utilización de IA, lo que indica un desaprovechamiento del potencial, de esta tecnología.	Mejorar el uso y análisis de datos para tomar decisiones basadas en información.	Establecer procesos para la recolección, análisis y uso de datos en la toma de decisiones. Implementar sistemas para centralizar y analizar la información.	Sistemas de gestión de datos, herramientas de análisis predictivo, software de visualización de datos (Brown & Davis, 2020).

Nota: Fuente propia

Teniendo en cuenta la tabla 7, se complementa con un plan de acción para sugerir tiempos estimados para la implementación de tecnologías, también se sugiere la inversión en capacitación de personal, uno de los principales obstáculos de acuerdo a los resultados de la encuesta.

Implementación de tecnologías emergentes en fases (a corto, mediano y largo plazo), ejemplo; a corto plazo 6 meses a 1 año, se recomienda realizar pilotos de IA y Big Data en proyectos pequeños para evaluar su impacto y viabilidad, a mediano plazo 1 a 3 años, las empresas deben invertir en capacitación continua de sus empleados, enfocándose en habilidades digitales y gestión de proyectos mediante tecnologías emergentes. Finalmente, a largo plazo 3 a 5 años, la adopción total de estas tecnologías debe estar integradas en la estructura organizacional de las empresas, con la implementación de sistemas avanzados de control de costos y gestión de recursos.

### 5.3 Discusión

Esta investigación revela varios puntos significativos sobre la adopción de tecnologías emergentes en la construcción, en primer lugar, existe un consenso en la literatura sobre el impacto positivo de la inteligencia artificial (IA) y Big Data en la gestión de proyectos, estudios

como los de (Khosrow-Pour, 2020) y (O'Connor J. T., 2021), destacan cómo estas tecnologías permiten una mejora en la precisión de las estimaciones y la eficiencia operativa, alineándose con nuestros hallazgos de acuerdo con los datos obtenidos de las encuestas de las 40 empresas, que indican que el 43% de las empresas tiene iniciativas en desarrollo o existe la intención de implementarlas y sólo el 10% de las empresas ha llegado a la fase de implementación activa de estas iniciativas. Es importante resaltar que estos autores han expuesto las ventajas en la implementación de estas tecnologías emergentes y cómo dan soporte en la optimización de análisis de bases de datos reduciendo tiempos de gestión, lo que indican que el uso de IA puede optimizar la planificación y ejecución de proyectos, minimizando sobrecostos.

La adopción de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el Big Data en el sector de la construcción en Colombia enfrenta obstáculos importantes. Aunque algunas empresas proyectan realizar inversiones, los resultados de las encuestas de las 40 empresas muestran que un 25% de las empresas no están invirtiendo en innovación tecnológica, lo que evidencia un retraso en la modernización de este sector. Esto es consistente con los estudios de (Zhang, 2018), que destacan que la resistencia al cambio y la falta de infraestructura adecuada son factores críticos que frenan la implementación de tecnologías digitales. Este retroceso se refleja en la falta de una visión a largo plazo, que es esencial para la transformación y optimización del sector.

En línea con lo anterior, este atraso podría vincularse no solo a factores estructurales como la falta de acceso a tecnologías avanzadas, sino también a barreras culturales dentro de las empresas de construcción que tienen cierta incertidumbre o desconfianza a modificar sus prácticas tradicionales. Las organizaciones que no se adaptan corren el riesgo de perder competitividad en un entorno que está progresivamente avanzando hacia la digitalización en el mundo globalizado.

Es crucial que las empresas superen estas barreras mediante la implementación de planes estratégicos que faciliten la adopción de tecnologías digitales. Esto podría incluir la capacitación del personal, la mejora de las infraestructuras tecnológicas y el fomento de una cultura organizacional más abierta a la innovación.

Asimismo, en cuanto a la inversión en investigación y desarrollo, los resultados muestran que la mayoría de las empresas priorizan sus productos y servicios actuales, lo que se alinea con lo expuesto por (Rimma Dzhushupova, 2024), aunque las empresas de ingeniería en sectores altamente competitivos han comenzado a reconocer los beneficios potenciales de la IA, especialmente para la reducción del trabajo manual, la optimización de recursos y la mejora de la productividad, la resistencia a abandonar los métodos tradicionales sigue siendo un desafío persistente.

(Taofoek D. Akinosho, 2020), plantean que las empresas con una actitud más conservadora hacia la innovación, aunque lentas en adoptar nuevas tecnologías, tienden a hacerlo

cuando se sienten presionadas por el entorno competitivo. Esto concuerda parcialmente con los resultados, donde un 33%-35% de las empresas prevén realizar una gran inversión en los últimos 5 años, lo que sugiere que el mercado está avanzando hacia la innovación, mientras que el 15% sigue mostrando una tendencia a mantener sus modelos tradicionales, retrasando la adaptación.

La baja adopción de tecnologías emergentes en el sector de la construcción, como Big Data (7%) e IA (1%), pone de manifiesto una discrepancia notable entre el potencial de estas herramientas y su implementación efectiva. Ekambaram (2018) sostiene que la incorporación de tecnologías como la inteligencia artificial y Big Data puede transformar la gestión de proyectos al permitir un análisis de datos en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones informadas y estratégicas, reduciendo sobrecostos y mejorando la eficiencia. No obstante, autores como Sebastián & Howell (2019) enfatizan que las barreras, tales como la resistencia al cambio, la falta de conocimiento y las inversiones iniciales significativas, son obstáculos cruciales, especialmente para las empresas más pequeñas que carecen de recursos para una adopción efectiva. Esta combinación de factores no solo retrasa el aprovechamiento de tecnologías avanzadas, sino que también limita la capacidad del sector para innovar y mejorar su competitividad en un mercado cada vez más exigente. Por tanto, fomentar un cambio cultural hacia la aceptación de estas tecnologías, acompañado de programas de capacitación e incentivos económicos, podría ser clave para superar estas limitaciones y potenciar el crecimiento del sector.

## 6. CONCLUSIONES

La investigación evidencia que, a pesar del inmenso potencial que ofrecen la inteligencia artificial y Big Data para optimizar el control de cantidades de obra y reducir costos en el sector de la construcción en Colombia, su adopción sigue siendo notablemente baja. Con solo un 1% de implementación en inteligencia artificial y entre un 6-7% en ciencia de datos y Big Data, las empresas enfrentan una oportunidad valiosa que no han sabido aprovechar. Esta tendencia no solo resalta la resistencia al cambio y la falta de inversión, como argumentan (Zhang, 2018) y (Anandasivakumar Ekambaram, 2018), sino que también pone de relieve la necesidad urgente de un cambio cultural en el sector. Fomentar una mentalidad abierta hacia la innovación podría ser crucial para que las empresas no solo mejoren su eficiencia, sino que también se mantengan competitivas en un entorno cada vez más digitalizado. La implementación de estas tecnologías emergentes podría transformar radicalmente la forma en que las empresas gestionan sus proyectos, permitiendo un uso más eficaz de los recursos, la reducción de desperdicios y, en última instancia, una mejora en la rentabilidad. Esto sugiere que las organizaciones deben reconsiderar sus estrategias de inversión tecnológica y capacitar a su personal para garantizar que se puedan implementar y utilizar eficazmente estas herramientas avanzadas.

La falta de conocimiento, la resistencia al cambio y la necesidad de inversiones significativas son barreras críticas que impiden a las empresas adoptar tecnologías emergentes. Este estancamiento en la innovación no solo afecta la competitividad, sino que también perpetúa la ineficiencia en la gestión de proyectos, limitando el crecimiento y la rentabilidad del sector. (Torres, 2018) y (Rimma Dzhusupova, 2024)

La baja adopción de estas tecnologías representa una significativa oportunidad para que las empresas del sector construcción se reorienten hacia la innovación. Implementar sistemas basados en IA y Big Data puede revolucionar la gestión de proyectos, permitiendo análisis de datos en tiempo real y una toma de decisiones más informada, lo que podría traducirse en un control efectivo de costos y una mejora en la rentabilidad de los proyectos. (Anandasivakumar Ekambaram, 2018).

A partir de los datos obtenidos en esta investigación, se concluye que, aunque las empresas del sector construcción en Colombia están intentando adoptar tecnologías emergentes para mejorar su productividad, la falta de inversión en estas herramientas sigue siendo un obstáculo significativo. Esta situación se alinea con el planteamiento de (Taofeek D. Akinosho, 2020), quien señala que la productividad en la construcción es inestable y a menudo declinante, en gran parte debido a la resistencia a invertir en innovación tecnológica. Sin una transformación adecuada, las empresas corren el riesgo de quedar rezagadas en un entorno competitivo.

La baja adopción de tecnologías emergentes, como la ciencia de datos (6%) y Big Data (7%), junto con el escaso uso de inteligencia artificial (1%) en el sector de la construcción colombiano, sugiere que las empresas están desaprovechando oportunidades valiosas para optimizar sus procesos. Según (Amós Darko, 2020), la inteligencia artificial puede mejorar significativamente la productividad al analizar grandes volúmenes de datos de manera rápida y precisa. Esto no solo optimiza la toma de decisiones y reduce errores humanos, sino que también amplía la utilidad de estas tecnologías al permitir que realicen generalizaciones aplicables a otros contextos. La falta de inversión y la resistencia al cambio limitan estas oportunidades, especialmente para las empresas más pequeñas, que son las más rezagadas en la implementación de herramientas tecnológicas. Por lo tanto, existe una necesidad urgente de fomentar la capacitación y la infraestructura adecuada para permitir la integración efectiva de estas tecnologías en la industria de la construcción, lo que podría traducirse en mejoras operativas significativas y en un aumento de la competitividad en el sector.

Los resultados de la encuesta revelan un uso desigual de sistemas de información en diferentes áreas de las empresas, con un 20% de efectividad en investigación y desarrollo y un 33% en producción. A pesar de que un porcentaje considerable de empresas indica un uso parcial, como el 48% en procesos administrativos, estos datos reflejan la falta de digitalización y la necesidad urgente de mejorar la gestión de datos. Esto se alinea con las observaciones de (Anandasivakumar Ekambaram, 2018) y (Zhang, 2018), quienes subrayan que la integración de tecnologías emergentes, como Big Data e inteligencia artificial, podría optimizar procesos y aumentar la eficiencia operativa. Asimismo, (Amós Darko, 2020) enfatiza que una adecuada capacitación y entrenamiento de los sistemas de IA permiten realizar análisis rápidos y precisos, lo que resalta la importancia de desarrollar una estrategia cohesiva para maximizar la efectividad de los sistemas de información. Esto no solo mejoraría la comunicación interna, sino que también fomentaría la innovación y competitividad en el sector. Por lo tanto, es fundamental que las empresas implementen programas de capacitación y fortalezcan su infraestructura tecnológica para capitalizar las oportunidades que ofrecen estas herramientas.

Los resultados de esta investigación demuestran que la implementación de Big Data e IA en la construcción tiene un impacto positivo en la gestión de cantidades de obra. Las empresas que han adoptado estas tecnologías han experimentado una mayor eficiencia en el uso de recursos y una reducción en los sobrecostos. No obstante, la baja tasa de adopción actual sugiere que es necesario un enfoque más estratégico para integrar estas tecnologías en la industria, incluyendo la capacitación del personal y la creación de políticas que incentiven la digitalización.

La adopción de Big Data e Inteligencia Artificial (IA) en el sector de la construcción en Colombia se presenta como una estrategia fundamental para mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos de infraestructura vial. La integración de estas tecnologías permitirá a las empresas optimizar el control de cantidades de obra, reducir sobrecostos y desperdicios, y fortalecer su competitividad en el mercado. Se recomienda que las empresas desarrollen una estrategia digital

integral y alineada con sus objetivos corporativos, involucrando a la alta dirección en su formulación y seguimiento, e implementen indicadores específicos para evaluar el progreso de esta transformación (Smith & Johnson, 2021). Asimismo, es crucial invertir en la capacitación continua del personal, de modo que se adquieran las competencias necesarias para utilizar eficazmente herramientas de Big Data e IA (González, 2022). La creación de un sistema estructurado para la recolección y análisis de datos, apoyado en plataformas de inteligencia empresarial, facilitará la toma de decisiones informadas y reducirá errores (Brown & Davis, 2020). Siguiendo estas recomendaciones, las empresas podrán establecer una base sólida para una transformación digital que impulse la sostenibilidad y el éxito en el largo plazo.

## 7. REFERENCIAS

- AbouRizk, L. W. (Mayo de 2022). Towards Construction's Digital Future: A Roadmap for Enhancing Data Value. Obtenido de <https://link-springer-com.ezproxy.uniminuto.edu/conference/csce>
- Amós Darko, A. P. (15 de Junio de 2020). ArtificialIntelligence in the AEC industry: Scientometric analysis and visualization of research activities. *Volume 112*(ISSN 0926-5805). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092658051930651X>
- Anandasivakumar Ekambaram, A. O.-B. (2018). *Intelligent planning of road pavement rehabilitation processes through optimization systems*. Obtenido de Transportation Engineering: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918317587?pes=vor#cebibsec1>
- Association, A. P. (2020). Publication manual of the American Psychological Association.
- Bolpagni, M. &. (2021). Digital Transformation in the Construction Industry: A Review of Progress and Future Directions. *Construction Innovation*. Obtenido de <https://doi.org/10.1108/CI-11-2020-0211>
- Chengke Wu, X. L. (1 de Diciembre de 2021). Natural language processing for smart construction: Current status and future directions. *Volume 134,2022,104059*(ISSN 0926-5805). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580521005100?via%3Dihub>
- Daria Yatchenko. (8 de junio de 2023). *Los 12 casos de uso más destacados del análisis de datos de construcción*. Recuperado el octubre de 2024, de PIXELPLEX: <https://pixelplex.io/blog/data-analytics-in-construction/>
- Daza, A., P., & Quintero, R. (2022). Challenges in the Adoption of Construction Technologies in Colombia: A Strategic Approach. *Journal of Construction Engineering and Management*,. Obtenido de [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002210](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002210)
- Dip Datta, S., Islam, M., Rahman Sobuz, M. H., Ahmed, S., & Kar, M. (15 de marzo de 2024). Artificial intelligence and machine learning applications in the project lifecycle of the construction industry: A comprehensive review. *Volumen 10*(Número 5e26888), 17. Obtenido de [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)02919-0?\\_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844024029190%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)02919-0?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844024029190%3Fshowall%3Dtrue)
- Institute, P. M. (2017). *guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (6th ed.)*.
- Jorge Amar, O. C. (2016). *De prometedor a productivo: resultados reales de la IA en los servicios*. (M. &. Company, Editor) Obtenido de <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/from-promising-to-productive-real-results-from-gen-ai-in-services#/>

- Khosrow-Pour, M. (2020). Handbook of Research on Big Data and the Internet of Things for the Healthcare Industry.
- Laith S. M, A.-A. H.-J. (2023). Importance of Using Artificial Intelligence into Iraqi Construction Projects.
- Li X, & W. (2019). Application of Big Data Analytics and Artificial Intelligence in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(4), 04019021.
- Mathieu Wauters, M. V. (15 de Marzo de 2016). A comparative study of Artificial Intelligence methods for project duration forecasting, *Expert Systems with Applications*. *Volume 46*, Pages 249-261. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.10.008>
- Nada Elgendy, A. E. (2016). Big Data Analytics in Support of the Decision Making Process, *Procedia Computer Science*. *Volume 100*(ISSN 1877-0509), Pages 1071-1084. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916324206?via%3Dihub>
- O'Connor J. T., C. A. (2021). Artificial Intelligence in Construction: Challenges and Opportunities. *Construction Management and Economics*, 39(3), 200-215.
- Przemyslaw Pospieszny, B. C.-C. (11 de Diciembre de 2017). An effective approach for software project effort and duration estimation with machine learning algorithms. *Volume 137,2018*(ISSN 0164-1212), Pages 184-196. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0164121217302947?via%3Dihub>
- Resnik, D. B. (2015). Ethics in research: A primer for research ethics committees. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2695-1>
- Rimma Dzhushupova, J. B. (abril de 2024). *Journal of Systems and Software*. *Choosing the right path for AI integration in engineering companies: A strategic guide*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121223003400?pes=vor>
- Sawhney, A. R. (2020). *Construction 4.0: An Innovation Platform for the Built Environment*. Routledge. Obtenido de <https://doi.org/10.4324/9780429465104>
- Standardization, I. O. (2015). *ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements*.
- Taofeek D. Akinosho, L. O. (2020). Deep learning in the construction industry: A review of present status and future innovations. (B. U. Department of Civil and Environmental Engineering, Ed.) *Journal of Building Engineering*, *Volume 32*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101827>
- Torres, R. H.-S.-C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Universidad de Celaya-Universidad Tecnológica Laja Bajío: McGraw-Hill. Obtenido de <https://www-ebooks7-24-com.ezproxy.uniminuto.edu/?il=6443>
- Uniminuto, C. U. (2020). *Guía de ética en investigación*.

- Valerian Vanessa Tuhaise, J. H. (13 de Mayo de 2023). Technologies for digital twin applications in construction, *Automation in Construction*. *Volumen 152*(ISSN 0926-5805). Obtenido de <https://www.sciencedirect-com.ezproxy.uniminuto.edu/science/article/pii/S0926580523001917?via%3Dihub>
- Vered Holzmann, M. L. (28 de Mayo de 2022). Artificial Intelligence in Construction Projects: An Explorative Study of Professionals' Expectations. (7. Revista Europea de Investigación Empresarial y Directiva, Ed.) Obtenido de <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2022.7.3.1432>
- Yan, K. Q. (2022). Sistema de detección automática de infracciones con IA y gestión remota de la construcción de subestaciones basado en aprendizaje profundo. Obtenido de <https://doi.org/10.1049/gtd2.12387>, <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1049/gtd2.12387>
- Zabala-Vargas, S. J.-Q.-B. (Diciembre de 2023). Big Data, Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial para la Gestión de Proyectos en la Industria de la Arquitectura, la Ingeniería y la Construcción: Una Revisión Sistemática. *Volumen 13, Número 12*(Número de artículo 2944). Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85180723144&doi=10.3390%2fbuildings13122944&origin=inward&txGid=edfa5d686adea3246653c22582c2a111>
- Zhang, L. &. (2018). Optimizing Construction Project Management with Big Data Technologies. *Automation in Construction*, 87, 1-12.
- Zhijia You, C. W. (Junio de 2019). A framework for data-driven informatization of the construction company. *Volume 39*(ISSN 1474-0346), Pages 269-277.
- Brown, A., & Davis, L. (2020). Digital Transformation in the Construction Industry: A Review. *Journal of Construction Innovation*, 20(3), 15-29.
- González, M. (2022). The Use of Artificial Intelligence in Financial Sector Predictions. *Financial Technology Review*, 15(2), 45-60.
- Smith, J., & Johnson, R. (2021). Strategic Digital Transformation in Business: Frameworks and Best Practices. *Business Strategy Journal*, 12(4), 67-85.
- International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling. International Organization for Standardization.
- European Parliament and Council. (2016). Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data. Official Journal of the European Union.

Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

República de Colombia. (1993). Ley 80 de 1993 sobre contratación estatal. Diario Oficial No. 41.061.

República de Colombia. (2015). Decreto 1082 de 2015 por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de la Función Pública. Diario Oficial No. 49.417.

República de Colombia. (2012). Ley 1581 de 2012 sobre protección de datos personales. Diario Oficial No. 48.119.

## **8. ANEXOS**

### **8.1 Tabla base de datos grupal de encuestas realizada en el curso del Nodo**

- Anexo 1 : Tabla base de datos grupal de encuesta realizada en el curso del Nodo No 2

# 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.

\* 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

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



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

\* 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
Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuenta con indicadores para medir nivel de transformación digital.	<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"/>

	Nulo	Existe la iniciativa	En desarrollo	En implementación
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"/>
Reconoce importancia que tiene el uso y análisis de información.	<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"/>
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"/>
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"/>

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

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

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

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



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 proporciones información personal o confidencial. | [Términos de uso](#)

# 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	pe
Implementa sistemas de información (herramientas software) para la gestión de proveedores.	<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"/>	
Analiza información de sus clientes para generar o mejorar productos o servicios.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

	No se realiza	En algunos casos	En la mayoría de los casos	pe
Integra múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus clientes.	<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"/>	
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"/>	

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



	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto
Digitalización de trabajo con clientes.	<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"/>

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

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



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 proporcionas información personal o confidencial. | [Términos de uso](#)

# 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	Ir
Las máquinas y sistemas se pueden controlar a través de tecnologías.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Comunicación entre maquinas / sistemas - M2M	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Capacidad de integrarse y colaborar con otras maquinas / sistemas - INTEROPERABILIDAD	<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](#)



Este contenido lo creó el propietario del formulario. Los datos que envíe 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 proporciones información personal o confidencial. | [Términos de uso](#)

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

## ORGANIZACIÓN DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE BIENES O PRODUCTOS



19. Identifique el nivel de cumplimiento de las siguientes afirmación en su proceso de producción de bienes o productos.

	NULO	BAJO	MEDIO	ALTO
Tiene una visión en tiempo real de su producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Su producción es lo suficientemente flexible para reaccionar a cambio en la demanda	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Registra datos de maquinas o equipos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Registra datos de sus procesos de producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aprovecha los datos para tomar decisiones en el proceso de producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	NULO	BAJO	MEDIO	ALTO
Integración de tecnologías digitales en el proceso de producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usa herramientas digitales para mejorar la eficiencia en la producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Digitalización de la gestión de inventarios y recursos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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



Este contenido lo creó el propietario del formulario. Los datos que envíe 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 proporciones información personal o confidencial. | [Términos de uso](#)

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

\* Obligatorio

## Parte 4 de 5: INFRAESTRUCTURA Y SEGURIDAD



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

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

\* )

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


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

\* 

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

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


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

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

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

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

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

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

	Totalmente en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	Parcialmente de acuerdo
La información de su organización se encuentra segura en el contexto de la transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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

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



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 proporciones 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
Infraestructura.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tecnología de automatización.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análisis de datos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad de los datos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad de las comunicaciones.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Software de colaboración.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desarrollo o aplicación de sistemas de asistencia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habilidades no técnicas, como el pensamiento sistémico y la comprensión de procesos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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

- No hay una adopción significativa de sistemas inteligentes (aún utilizando sistemas manuales o semiautomáticos)
- Sistemas inteligentes introducidos parcialmente en áreas cruciales para superar las ineficiencias locales.

- Se adaptaron importantes sistemas inteligentes en toda la empresa que ayudaron a optimizar los procesos.

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

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

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

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

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

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

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

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

**Plataformas y comunicaciones:** Tanto soluciones específicas (ERP, CRM, MES,

GMAO, etc.), como soluciones conectadas con la cadena de valor (proveedores, clientes, logística y otros agentes clave), soluciones de movilidad (tablets, pdas, etc.), etc.

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

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

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

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

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



	Sin importancia	Importancia baja	Importancia media	Importancia alta
Inteligencia artificial.	<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"/>
Internet de las cosas.	<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"/>
Realidad virtual y aumentada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Sin importancia	Importancia baja	Importancia media	Importancia alta
Plataformas y comunicaciones	<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"/>
Ciberseguridad.	<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"/>
Formación y personas.	<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"/>

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



Este contenido lo creó el propietario del formulario. Los datos que envíe 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 proporciones 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
Infraestructura.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tecnología de automatización.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análisis de datos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad de los datos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad de las comunicaciones.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Software de colaboración.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desarrollo o aplicación de sistemas de asistencia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Habilidades no técnicas, como el pensamiento sistémico y la comprensión de procesos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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

- No hay una adopción significativa de sistemas inteligentes (aún utilizando sistemas manuales o semiautomáticos)
- Sistemas inteligentes introducidos parcialmente en áreas cruciales para superar las ineficiencias locales.

- Se adaptaron importantes sistemas inteligentes en toda la empresa que ayudaron a optimizar los procesos.

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

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

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

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

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

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

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

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

**Plataformas y comunicaciones:** Tanto soluciones específicas (ERP, CRM, MES,

GMAO, etc.), como soluciones conectadas con la cadena de valor (proveedores, clientes, logística y otros agentes clave), soluciones de movilidad (tablets, pdas, etc.), etc.

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

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

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

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

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



	Sin importancia	Importancia baja	Importancia media	Importancia alta
Inteligencia artificial.	<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"/>
Internet de las cosas.	<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"/>
Realidad virtual y aumentada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Sin importancia	Importancia baja	Importancia media	Importancia alta
Plataformas y comunicaciones	<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"/>
Ciberseguridad.	<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"/>
Formación y personas.	<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"/>

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



Este contenido lo creó el propietario del formulario. Los datos que envíe 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 proporciones información personal o confidencial. | [Términos de uso](#)

## **8.2 Formulario de consentimiento informado**

- Anexo 2: Formulario de consentimiento informado

## ANEXO No 2 AUTORIZACIÓN PARA EL USO DE DATOS

Título del Estudio: [Nombre del estudio]

Investigador Principal: [Nombre del investigador]

Institución: [Nombre de la institución]

Contacto: [Teléfono y correo electrónico]

### Autorización para el Uso de Datos

Al firmar este documento, usted da su consentimiento explícito para que los datos que se recopilen durante su participación en el estudio sean utilizados para [especificar los propósitos, como análisis, publicaciones, etc.]. Se asegura que:

Su información se manejará de manera confidencial y se almacenará de forma segura.

Su identidad no será revelada en ningún informe o publicación resultante del estudio.

Tiene derecho a solicitar la eliminación de sus datos en cualquier momento antes de la finalización del estudio.

### Consentimiento

Declaro que he leído y comprendido la información anterior y que otorgo mi consentimiento para el uso de mis datos en el estudio.

Firma del Participante: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Firma del Investigador: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nota: La referencia puede variar según las normativas específicas de la institución o el contexto del estudio. Asegúrate de adaptarla a las exigencias de tu institución.

### **8.3 Autorización para el uso de datos**

- Anexo 3: Autorización para el uso de datos

## ANEXO No 3 FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Título del Estudio:** [Nombre del estudio]

**Investigador Principal:** [Nombre del investigador]

**Institución:** [Nombre de la institución]

**Contacto:** [Teléfono y correo electrónico]

### **Propósito del Estudio**

El propósito de este estudio es [describir brevemente el objetivo del estudio]. Se espera que los resultados contribuyan a [describir el impacto potencial del estudio].

### **Procedimientos**

Si decide participar en este estudio, se le pedirá que [describir qué se espera que haga el participante, por ejemplo, completar un cuestionario, participar en una entrevista, etc.]. La duración estimada de su participación será de [indicar duración].

### **Riesgos Potenciales**

Su participación en este estudio podría conllevar algunos riesgos, como [describir posibles riesgos físicos, psicológicos o emocionales]. Se tomarán medidas para minimizar estos riesgos.

### **Beneficios**

La participación en este estudio podría no beneficiarle directamente, pero se espera que contribuya a [describir beneficios potenciales para la comunidad o el sector].

### **Confidencialidad**

Toda la información recopilada será tratada de manera confidencial y se almacenará de forma segura. Su identidad no será revelada en ningún informe o publicación resultante de este estudio.

### **Derechos del Participante**

Su participación es voluntaria.

Tiene derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin repercusiones.

Puede hacer preguntas sobre el estudio en cualquier momento.

### **Consentimiento**

Al firmar este documento, usted confirma que ha leído y entendido la información proporcionada, que tiene al menos [edad mínima] años y que acepta participar en este estudio.

**Firma del Participante:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Firma del Investigador:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Nota:** La referencia puede variar según las normativas específicas de la institución o el contexto del estudio. Asegúrate de adaptarla a las exigencias de tu institución.

#### **8.4 Resultados-Encuesta nivel de madurez tecnológica**

- Anexo 4: Resultados de la Encuesta.

## ANEXO No 4 RESULTADOS DE ENCUESTA

Clasificación según su actividad económica:	Número de empleados	Nivel de ingresos anuales:	Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección.	Cuenta con indicadores para medir nivel del transformación digital.	Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital.	Alguno de sus productos integra tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, big data 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.
Construcción.	Menos de 10	Menos de 1.000 SMMLV	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	En acción	En acción
Construcción.	Entre 11 y 50	Entre 1.001 y 2000 SMM	En acción	En acción	En implementación	Nulo	En implementación	En desarrollo
Construcción.	Entre 11 y 50	Entre 2.001 y 10.000 SM	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	En acción
Construcción.	Entre 11 y 50	Entre 1.001 y 2000 SMM	Nulo	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
Construcción.	Más de 200	Entre 2.001 y 10.000 SM	En acción	En acción	En acción	En desarrollo	En acción	En acción
Construcción.	Entre 11 y 50	Menos de 1.000 SMMLV	Nulo	Nulo	En acción	Nulo	En acción	En acción
Construcción.	Entre 51 y 200	Más de 10.001 SMMLV	En desarrollo	En implementación	En desarrollo	En acción	En acción	En acción
Construcción.	Menos de 10	Menos de 1.000 SMMLV	En desarrollo	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
Consultoría	Menos de 10	Menos de 1.000 SMMLV	En desarrollo	Existe la iniciativa	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo
Diseños y consultoría cá	Menos de 10	Menos de 1.000 SMMLV	En acción	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	En implementación	En implementación
Construcción.	Más de 200	Más de 10.001 SMMLV	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo
Suministro de electricidad:	Más de 200	Menos de 1.000 SMMLV	En implementación	En implementación	En acción	En acción	En acción	En acción
Construcción.	Menos de 10	Menos de 1.000 SMMLV	Existe la iniciativa	Nulo	En desarrollo	Nulo	En desarrollo	En implementación
Construcción.	Menos de 10	Menos de 1.000 SMMLV	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	Nulo	En implementación
Construcción.	Entre 51 y 200	Entre 1.001 y 2000 SMM	Nulo	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	En acción	En acción
Construcción.	Entre 11 y 50	Menos de 1.000 SMMLV	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	En desarrollo	En desarrollo
Construcción.	Menos de 10	Menos de 1.000 SMMLV	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	En desarrollo	En desarrollo	En implementación
Construcción.	Menos de 10	Entre 2.001 y 10.000 SM	En acción	En acción	En acción	En implementación	En acción	En acción
Construcción.	Entre 11 y 50	Menos de 1.000 SMMLV	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	En desarrollo	En desarrollo
Suministro de electricidad:	Entre 51 y 200	Entre 2.001 y 10.000 SM	En implementación	En implementación	En acción	En implementación	En acción	En acción
Construcción.	Entre 11 y 50	Menos de 1.000 SMMLV	Nulo	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
Construcción.	Entre 11 y 50	Entre 2.001 y 10.000 SM	Nulo	Nulo	Existe la iniciativa	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
Construcción.	Entre 11 y 50	Entre 2.001 y 10.000 SM	En desarrollo	En desarrollo	En acción	En desarrollo	En acción	En acción
Construcción.	Entre 51 y 200	Más de 10.001 SMMLV	En desarrollo	En desarrollo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	En desarrollo	Nulo
Suministro de electricidad:	Entre 51 y 200	Entre 1.001 y 2000 SMM	En desarrollo	En implementación	En implementación	Existe la iniciativa	En implementación	En implementación
Construcción.	Entre 11 y 50	Entre 1.001 y 2000 SMM	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
Suministro de electricidad:	Entre 51 y 200	Menos de 1.000 SMMLV	Existe la iniciativa	En desarrollo	En desarrollo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	En desarrollo
Construcción.	Menos de 10	Menos de 1.000 SMMLV	Existe la iniciativa	Nulo	En desarrollo	Existe la iniciativa	En desarrollo	En desarrollo
Construcción.	Entre 51 y 200	Entre 2.001 y 10.000 SM	Existe la iniciativa	Nulo	En acción	Nulo	Existe la iniciativa	En desarrollo
Construcción.	Entre 11 y 50	Entre 2.001 y 10.000 SM	En acción	Nulo	Nulo	Nulo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
Construcción.	Entre 11 y 50	Menos de 1.000 SMMLV	Existe la iniciativa	Nulo	Nulo	Nulo	En implementación	En implementación
Construcción.	Entre 11 y 50	Más de 10.001 SMMLV	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo
Construcción.	Entre 11 y 50	Más de 10.001 SMMLV	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo
Construcción.	Entre 11 y 50	Entre 2.001 y 10.000 SM	En desarrollo	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa
Construcción.	Entre 11 y 50	Más de 10.001 SMMLV	En implementación	En implementación	En implementación	En desarrollo	Existe la iniciativa	En desarrollo
Construcción.	Menos de 10	Menos de 1.000 SMMLV	En implementación	En desarrollo	En acción	En acción	En acción	En acción
Construcción.	Menos de 10	Entre 1.001 y 2000 SMM	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo	En desarrollo
Construcción.	Menos de 10	Entre 1.001 y 2000 SMM	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	En implementación	En acción	En acción
Construcción.	Entre 11 y 50	Menos de 1.000 SMMLV	En desarrollo	Existe la iniciativa	En desarrollo	Existe la iniciativa	En acción	En acción
Construcción.	Menos de 10	Entre 1.001 y 2000 SMM	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Nulo	En desarrollo	En acción

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).	Investigación y desarrollo.	Producción de productos o servicios.	Procesos administrativos internos (Contabilidad, talento humano).	Logística de recepción y distribución.	Comercial y ventas.	Sistemas de información (herramientas software).
En acción	En acción	Nula inversión	Gran inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión
En acción	En desarrollo	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión
En acción	En acción	Pequeña inversión	Gran inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Gran inversión	Gran inversión
Nulo	Nulo	Mediana inversión	Gran inversión	Gran inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Gran inversión
En implementación	En implementación	Gran inversión	Gran inversión	Gran inversión	Mediana inversión	Nula inversión	Gran inversión
En acción	En acción	Mediana inversión	Pequeña inversión	Gran inversión	Pequeña inversión	Gran inversión	Gran inversión
En implementación	En desarrollo	Pequeña inversión	Gran inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Gran inversión	Pequeña inversión
Existe la iniciativa	Nulo	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión
En desarrollo	En desarrollo	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión
En acción	Nulo	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Nula inversión
En desarrollo	En desarrollo	Pequeña inversión	Gran inversión	Gran inversión	Gran inversión	Mediana inversión	Mediana inversión
En acción	En implementación	Gran inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Gran inversión	Mediana inversión	Mediana inversión
En desarrollo	En desarrollo	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Pequeña inversión
Nulo	Existe la iniciativa	Pequeña inversión	Mediana inversión	Gran inversión	Nula inversión	Pequeña inversión	Nula inversión
Nulo	Nulo	Mediana inversión	Nula inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Pequeña inversión
En desarrollo	En desarrollo	Pequeña inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Mediana inversión
En implementación	En acción	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión
En implementación	En desarrollo	Mediana inversión	Gran inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Gran inversión
Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Nula inversión	Pequeña inversión
En acción	En implementación	Mediana inversión	Gran inversión	Gran inversión	Mediana inversión	Gran inversión	Mediana inversión
Nulo	Existe la iniciativa	Nula inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión
Existe la iniciativa	Nulo	Nula inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión
En acción	En desarrollo	Mediana inversión	Gran inversión	Mediana inversión	Nula inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión
Existe la iniciativa	En desarrollo	Pequeña inversión	Nula inversión	Nula inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión
En implementación	En desarrollo	Nula inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Gran inversión	Pequeña inversión
Nulo	Nulo	Nula inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión
En desarrollo	En desarrollo	Pequeña inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión
En desarrollo	En desarrollo	Pequeña inversión	Gran inversión	Mediana inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión
En desarrollo	Existe la iniciativa	Nula inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Mediana inversión
Nulo	Nulo	Nula inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Nula inversión	Pequeña inversión
En implementación	En implementación	Pequeña inversión	Mediana inversión	Nula inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Nula inversión
Nulo	Nulo	Nula inversión	Nula inversión	Nula inversión	Nula inversión	Nula inversión	Nula inversión
Nulo	Nulo	Nula inversión	Nula inversión	Nula inversión	Nula inversión	Nula inversión	Nula inversión
Existe la iniciativa	Existe la iniciativa	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión
En desarrollo	En implementación	Mediana inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Mediana inversión
En acción	En acción	Gran inversión	Gran inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Nula inversión	Gran inversión
En desarrollo	En desarrollo	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Pequeña inversión
En implementación	En implementación	Mediana inversión	Pequeña inversión	Nula inversión	Nula inversión	Nula inversión	Pequeña inversión
En desarrollo	En desarrollo	Pequeña inversión	Mediana inversión	Mediana inversión	Nula inversión	Mediana inversión	Mediana inversión
En desarrollo	Existe la iniciativa	Pequeña inversión	Pequeña inversión	Gran inversión	Gran inversión	Gran inversión	Pequeña inversión



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.	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).
En algunos casos	En algunos casos	En algunos casos	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Se realiza permanentem	Se realiza permanentem	Se realiza permanentem	Alto	Alto	Muy alto	Alto	Alto	Alto
En la mayoría de los cas	Se realiza permanentem	Se realiza permanentem	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio
En algunos casos	En algunos casos	Se realiza permanentem	Alto	Alto	Alto	Medio	Muy alto	Muy alto
Se realiza permanentem	En la mayoría de los cas	En la mayoría de los cas	Alto	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Alto
En la mayoría de los cas	En la mayoría de los cas	Se realiza permanentem	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
Se realiza permanentem	En algunos casos	En la mayoría de los cas	Medio	Medio	Bajo	Alto	Alto	Bajo
En algunos casos	En algunos casos	En algunos casos	Medio	Bajo	Alto	Medio	Medio	Medio
En algunos casos	En algunos casos	En algunos casos	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
En algunos casos	En algunos casos	En la mayoría de los cas	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
En la mayoría de los cas	En la mayoría de los cas	Se realiza permanentem	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio
Se realiza permanentem	Se realiza permanentem	En la mayoría de los cas	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto	Medio
Se realiza permanentem	Se realiza permanentem	En la mayoría de los cas	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto
En la mayoría de los cas	En algunos casos	No se realiza	Medio	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Muy bajo
Se realiza permanentem	Se realiza permanentem	En la mayoría de los cas	Bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy alto
En la mayoría de los cas	En la mayoría de los cas	En la mayoría de los cas	Medio	Bajo	Medio	Bajo		Medio
En la mayoría de los cas	En algunos casos	En la mayoría de los cas	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Bajo	Medio
Se realiza permanentem	Se realiza permanentem	Se realiza permanentem	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Medio	Alto	Muy alto
No se realiza	No se realiza	No se realiza	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
En la mayoría de los cas	En la mayoría de los cas	En la mayoría de los cas	Muy alto	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	Alto
En algunos casos	En algunos casos	No se realiza	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Bajo
En algunos casos	En algunos casos	En algunos casos	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Se realiza permanentem	Se realiza permanentem	Se realiza permanentem	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
En algunos casos	No se realiza	No se realiza	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Medio
En algunos casos	En algunos casos	En algunos casos	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo
En la mayoría de los cas	En algunos casos	En la mayoría de los cas	Medio	Muy bajo	Medio	Muy bajo	Medio	Muy bajo
En algunos casos	En algunos casos	En algunos casos	Medio	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio
Se realiza permanentem	No se realiza	Se realiza permanentem	Medio	Bajo	Alto	Alto	Medio	Medio
En algunos casos	En la mayoría de los cas	No se realiza	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
	No se realiza	En algunos casos	Muy bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio
Se realiza permanentem	En la mayoría de los cas	En algunos casos	Bajo	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio
En la mayoría de los cas	En la mayoría de los cas	En la mayoría de los cas	Muy bajo	Muy bajo	Medio	Medio	Bajo	Bajo
En algunos casos	En algunos casos	En algunos casos	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
En algunos casos	En algunos casos	En algunos casos	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
En algunos casos	En algunos casos	En algunos casos	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
En algunos casos	En algunos casos	Se realiza permanentem	Muy alto	Alto	Muy alto		Medio	Muy alto
En algunos casos	En algunos casos	En algunos casos	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
En la mayoría de los cas	En la mayoría de los cas	En la mayoría de los cas	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Alto
En algunos casos	En la mayoría de los cas	En algunos casos	Alto	Alto	Bajo	Muy alto	Muy alto	Muy alto
En algunos casos	En la mayoría de los cas	En la mayoría de los cas	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto

Diseña soluciones considerando los datos de los clientes.	¿Cual de las siguientes tecnologías utiliza en su organización?	Las máquinas y sistemas se pueden controlar a través de tecnologías.	Comunicación entre máquinas / sistemas - M2M	Capacidad de integrarse y colaborar con otras maquinas / sistemas - INTEROPERABILIDAD	Su empresa realiza:	Tiene una visión en tiempo real de su producción	Su producción es lo suficientemente flexible para reaccionar a cambio en la demanda	Registra datos de maquinas o equipos
Medio	Sistemas de localización	Parcialmente	Nulo	Parcialmente	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Muy alto	Dispositivos móviles;	Parcialmente	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Muy alto	Sensores;Dispositivos m	Implementado	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Muy alto	Identificador de radiofre	Implementado	Implementado	Parcialmente	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Muy alto	Dispositivos móviles;Las	Implementado	Implementado	Implementado	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Alto	Dispositivos móviles;Big	Nulo	Nulo	Nulo	PRODUCCIÓN DE BIENES	MEDIO	ALTO	ALTO
Alto	Dispositivos móviles;Las	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	PRODUCCIÓN DE BIENES	ALTO	MEDIO	MEDIO
Medio	Dispositivos móviles;Sist	Nulo	Nulo	Nulo	PRODUCCIÓN DE BIENES	MUY ALTO	MEDIO	MEDIO
Medio	Dispositivos móviles;	Nulo	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Medio	No aplica;	Nulo	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Alto	Dispositivos móviles;Sist	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Medio	Dispositivos móviles;Sist	Implementado	Parcialmente	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Alto	Dispositivos móviles;DR	Parcialmente	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Bajo	Dispositivos móviles;	Parcialmente	Nulo	Nulo	PRODUCCIÓN DE BIENES	NULO	MEDIO	NULO
Bajo	Sistemas de localización	Parcialmente	Nulo	Nulo	PRODUCCIÓN DE BIENES	MEDIO	MEDIO	ALTO
Medio	Sensores;Dispositivos m	Parcialmente	Nulo	Parcialmente	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Bajo	Dispositivos móviles;	Nulo	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Muy alto	Dispositivos móviles;Big	Implementado	Nulo	Implementado	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Muy bajo	Dispositivos móviles;Sist	Nulo	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Alto	Sensores;Dispositivos m	Implementado	Implementado	Parcialmente	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Medio	Dispositivos móviles;	Nulo	Nulo	Parcialmente	PRODUCCIÓN DE BIENES	BAJO	MEDIO	NULO
Muy bajo	Dispositivos móviles;	Parcialmente	Nulo	Nulo	PRODUCCIÓN DE BIENES	NULO	NULO	NULO
Alto	Sensores;Dispositivos m	Parcialmente	Nulo	Parcialmente	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Alto	Sensores;Dispositivos m	Nulo	Parcialmente	Nulo	PRODUCCIÓN DE BIENES	NULO	BAJO	BAJO
Medio	Dispositivos móviles;Sen	Nulo	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Muy alto	Dispositivos móviles;Ide	Nulo	Nulo	Nulo	PRODUCCIÓN DE BIENES	BAJO	MUY ALTO	NULO
Medio	Sensores;Dispositivos m	Nulo	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Alto	Dispositivos móviles;Sist	Nulo	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Medio	Sensores;Dispositivos m	Parcialmente	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Medio	Dispositivos móviles;Las	Parcialmente	Parcialmente	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Alto	Sensores;	Nulo	Parcialmente	Implementado	PRODUCCIÓN DE BIENES	NULO	BAJO	MEDIO
Bajo	Dispositivos móviles;	Parcialmente	Nulo	Parcialmente	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Bajo	Dispositivos móviles;	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Medio	Dispositivos móviles;Sist	Implementado	Implementado	Implementado	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Alto	Sensores;Dispositivos m	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Muy alto	Dispositivos móviles;Cie	Nulo	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Alto	Dispositivos móviles;Sist	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Medio	Dispositivos móviles;Sen	Parcialmente	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Medio	Las tecnologías de la nu	Implementado	Parcialmente	Parcialmente	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			
Medio	Sensores;Dispositivos m	Parcialmente	Nulo	Nulo	PRESTACIÓN DE SERVICIOS			

Registra datos de sus procesos de producción	Aprovecha los datos para tomar decisiones en el proceso de producción	Integración de tecnologías digitales en el proceso de producción	Usa herramientas digitales para mejorar la eficiencia en la producción	Digitalización de la gestión de inventarios y recursos	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	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
					ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
					BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
					MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
					MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
					MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
ALTO	MEDIO	BAJO	BAJO	ALTO					
ALTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO					
MEDIO	NULO	MEDIO	MEDIO	BAJO					
					MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
					NULO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
					MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO
					MEDIO	ALTO	MEDIO	MEDIO	ALTO
					MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO
NULO	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO					
ALTO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO					
					NULO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
					NULO	BAJO	NULO	BAJO	NULO
					ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
					NULO	NULO	NULO	NULO	NULO
					ALTO	MUY ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	MEDIO					
NULO	NULO	NULO	NULO	NULO					
					MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
NULO	BAJO	NULO	BAJO	ALTO					
					BAJO	MEDIO	ALTO	MEDIO	MEDIO
BAJO	BAJO	NULO	ALTO	MEDIO					
					BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
					ALTO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	ALTO
					BAJO	BAJO	NULO	MEDIO	MEDIO
					MEDIO	MEDIO	ALTO	MEDIO	BAJO
ALTO	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO					
					BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
					BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
					MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
					MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
					ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	ALTO
					MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
					ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO
					MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO
					MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO

Digitalización de la gestión de datos y registros en nuestra empresa de servicios	Investigación y desarrollo.3	Producción de productos o servicios.3	Procesos administrativos internos (contabilidad, talento humano, etc).	Logística, recepción y distribución.	Comercial y ventas.	Investigación y desarrollo.4
ALTO	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente
MEDIO	No	Si	Si	El área no existe	Si	No
ALTO	Parcialmente	Si	Si	Si	Si	Si
ALTO	Si	Si	Si	Parcialmente	Parcialmente	Si
MUY ALTO	Parcialmente	Si	Parcialmente	Si	El área no existe	Parcialmente
	El área no existe	Parcialmente	Si	Si	Si	El área no existe
	Parcialmente	Parcialmente	Si	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente
	El área no existe	Parcialmente	Parcialmente	El área no existe	No	El área no existe
BAJO	El área no existe	El área no existe	El área no existe	El área no existe	El área no existe	El área no existe
MEDIO	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	No	El área no existe
ALTO	El área no existe	Si	Si	Si	Parcialmente	El área no existe
ALTO	Si	Si	Si	Si	Si	Parcialmente
MEDIO	El área no existe	Si	Si	Si	Parcialmente	El área no existe
	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente
	El área no existe	No	Si	No	No	El área no existe
MEDIO	Parcialmente	Parcialmente	Si	Parcialmente	Parcialmente	No
BAJO	No	Parcialmente	No	Parcialmente	No	Parcialmente
ALTO	Si	Si	Si	Si	Parcialmente	Parcialmente
NULO	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	No	Parcialmente
ALTO	Parcialmente	Si	Si	Si	Si	Parcialmente
	No	El área no existe	No	Si	Si	El área no existe
	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	El área no existe
MUY ALTO	El área no existe	El área no existe	Si	Si	Si	Si
	Si	Si	Parcialmente	No	Si	Parcialmente
MEDIO	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente
	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente
MEDIO	Parcialmente	Parcialmente	Si	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente
ALTO	El área no existe	Si	Parcialmente	El área no existe	Parcialmente	El área no existe
MEDIO	Si	Parcialmente	Si	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente
MEDIO	No	No	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	No
	Si	Parcialmente	Parcialmente	No	Parcialmente	Parcialmente
BAJO	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente
BAJO	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente
MEDIO	No	No	Parcialmente	No	No	El área no existe
MEDIO	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente
MUY ALTO	Si	Si	El área no existe	El área no existe	El área no existe	Si
MEDIO	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Si
MEDIO	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	No	Parcialmente
ALTO	Si	Si	Si	Si	Si	Parcialmente
MEDIO	Parcialmente	Parcialmente	Si	Si	Si	Si