



Estrategias para la adopción de Big Data, IoT, Inteligencia Artificial y Blockchain en la madurez tecnológica y la transformación digital del sector logístico y transporte en Colombia.

Ronald Orlando Cuervo Herrera

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

agosto de 2025

Estrategias para la adopción de Big Data, IoT, Inteligencia Artificial y Blockchain en la madurez tecnológica y la transformación digital del sector logístico y transporte en Colombia.

Ronald Orlando Cuervo Herrera

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

Sergio Andrés Zabala Vargas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

agosto de 2025

## Contenido

Lista de tablas.....	5
Lista de figuras.....	6
Lista de anexos .....	7
Resumen.....	8
Abstract .....	10
Introducción .....	12
1 Planteamiento del problema .....	14
1.1 Descripción del problema.....	15
1.2 Formulación del problema .....	16
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.....	17
2 Marco de Referencia .....	18
2.1 Marco Teórico .....	18
2.1.1 Transformación digital en el sector logístico .....	18
2.1.2 Madurez tecnológica.....	19
2.1.3 Tecnologías emergentes aplicadas a la logística.....	19
2.1.4 Logística 4.0.....	20
2.1.5 Relación de los conceptos con la investigación .....	20
2.2 Estado del arte / Antecedentes .....	21
2.2.1 Reseñas de estudios .....	22
2.3 Marco legal.....	25
2.4 Marco contextual .....	26
3 Metodología .....	27
3.1 Alcance de la investigación.....	27
3.2 Ruta de investigación .....	27
3.3 Población y muestra .....	28

Adopción de tecnologías emergentes en logística.

3.4	Instrumentos .....	29
3.5	Procedimiento y análisis de datos .....	29
3.6	Consideraciones éticas .....	31
3.6.1	Definición de la población .....	32
3.6.2	Cálculo y selección de la muestra .....	32
3.7	Análisis de información .....	33
4	Hipótesis de investigación .....	35
4.1	Las variables de investigación.....	36
4.1.2	Variable(s) independiente(s) .....	36
4.1.3	Variable dependiente .....	36
4.1.4	Variables de control.....	36
4.1.5	Operacionalización de las variables.....	37
4.2	Planteamiento de hipótesis.....	37
5	Resultados .....	38
5.1	Resultado y análisis.....	39
5.2	Propuesta .....	44
5.3	Discusión .....	46
5.3.1	Madurez tecnológica en procesos críticos.....	47
5.3.2	Factores que limitan la adopción.....	48
5.3.3	Factores que impulsan la transformación digital.....	48
5.3.4	Diferencias por tamaño empresarial .....	48
5.3.5	Implicaciones en el sector logístico y transporte.....	48
5.3.6	Proyección de futuras investigaciones.....	49
5.3.7	Diagnóstico del nivel de madurez tecnológica.....	49
5.3.8	Resumen de hallazgos principales .....	50
6.	Conclusiones y Recomendaciones .....	51
6.3	Conclusiones.....	51
5.1	Recomendaciones.....	52
	Referencias.....	55
	Anexos.....	58

Adopción de tecnologías emergentes en logística.

### **Lista de tablas.**

Tabla 1. Sector económico de las empresas.

Tabla 2. Variables.

Tabla 3. Oportunidades de adopción tecnológica en el sector logístico

Tabla 4. Nivel de madurez tecnológica por dimensiones

.

### **Lista de figuras**

Figura 1. Distribución de las empresas encuestadas según su tamaño.

Figura 2. Nivel de madurez tecnológica de las empresas.

Figura 3. Tecnologías emergentes adoptadas por las empresas.

Figura 4. Principales barreras para la adopción tecnológica.

Figura 5. Beneficios percibidos de la transformación digital.

Adopción de tecnologías emergentes en logística.

## **Lista de anexos**

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

## Resumen

El presente trabajo tuvo como propósito analizar el nivel de madurez tecnológica de las empresas del sector logístico y transporte en Colombia, identificar el grado de adopción de tecnologías emergentes, reconocer las principales barreras y beneficios percibidos, y formular estrategias que impulsen el proceso de transformación digital en este sector estratégico para la competitividad del país.

La metodología se basó en un enfoque cuantitativo, con el diseño y aplicación de un cuestionario estructurado distribuido digitalmente a empresas del sector durante el año 2023. La muestra estuvo conformada principalmente por pequeñas y medianas empresas, lo que permitió reflejar la realidad de un sector dominado por este tipo de organizaciones. El cuestionario incluyó variables relacionadas con el nivel de madurez tecnológica, el uso de tecnologías emergentes (Big Data, IoT, Inteligencia Artificial, Blockchain y ERP), las principales barreras percibidas y los beneficios derivados de la digitalización.

Los resultados obtenidos evidenciaron que la mayoría de las organizaciones (36 %) se encuentran en un nivel inicial de madurez tecnológica, mientras que únicamente un 13 % alcanza un nivel avanzado. En cuanto a la adopción de tecnologías emergentes, se identificó un uso reducido de Big Data (12 %), IoT (9 %), Inteligencia Artificial (6 %) y Blockchain (4 %), frente a un mayor aprovechamiento de sistemas ERP (34 %). Asimismo, el 65 % de las empresas señaló los altos costos como la principal barrera para la digitalización, seguido de la resistencia cultural (47 %) y la falta de talento humano especializado (41 %). No obstante, se reconocieron beneficios importantes asociados a la transformación digital, como la mejora de la eficiencia operativa (56 %), la optimización en la toma de decisiones (49 %) y el incremento en la satisfacción del cliente (42 %).

Con base en estos hallazgos, se formuló una propuesta compuesta por cinco estrategias principales. La primera, orientada a programas de capacitación digital, responde a la falta de talento humano evidenciada en el 41 % de las empresas. La segunda, enfocada en fondos de cofinanciación para pymes, busca mitigar la barrera financiera reportada por el 65 % de la muestra. La tercera, centrada en la implementación de pilotos de IoT y Blockchain, pretende generar confianza y reducir la percepción de riesgo frente a estas tecnologías de baja adopción. La cuarta, que promueve la creación de plataformas colaborativas de innovación, busca contrarrestar la resistencia cultural manifestada por el 47 % de los encuestados.

Adopción de tecnologías emergentes en logística.

Finalmente, la quinta estrategia, relacionada con el desarrollo de metodologías de medición de beneficios de la digitalización, busca fortalecer la evidencia interna de resultados positivos que ya son reconocidos por más de la mitad de las organizaciones.

En conclusión, la investigación permitió constatar que las empresas del sector logístico y transporte en Colombia se encuentran en un proceso incipiente de transformación digital, con brechas importantes frente a contextos internacionales. No obstante, la disposición positiva hacia el cambio y el reconocimiento de beneficios constituyen una oportunidad clara para implementar las estrategias propuestas, que apuntan a superar los obstáculos financieros, culturales y de talento humano, y a posicionar al sector en la ruta de la Logística 4.0.

Palabras clave: Madurez Tecnológica, Transformación Digital, Tecnologías Emergentes, Logística, Transporte.

## **Abstract**

This research aimed to analyze the technological maturity level of companies in the logistics and transportation sector in Colombia, identify the degree of adoption of emerging technologies, recognize the main barriers and perceived benefits, and formulate strategies to foster the digital transformation process in this strategic sector for the country's competitiveness.

The methodology was based on a quantitative approach, through the design and application of a structured questionnaire digitally distributed to companies in the sector during 2023. The sample was mainly composed of small and medium-sized enterprises (SMEs), reflecting the reality of a sector largely dominated by these organizations. The questionnaire included variables related to technological maturity levels, the use of emerging technologies (Big Data, IoT, Artificial Intelligence, Blockchain, and ERP), the main barriers perceived, and the benefits derived from digitalization.

The results showed that most organizations (36%) are at an initial level of technological maturity, while only 13% reach an advanced level. Regarding the adoption of emerging technologies, low levels were identified for Big Data (12%), IoT (9%), Artificial Intelligence (6%), and Blockchain (4%), compared to higher adoption of ERP systems (34%). In addition, 65% of companies reported high costs as the main barrier to digitalization, followed by cultural resistance (47%) and the lack of specialized human talent (41%). Nevertheless, important benefits associated with digital transformation were recognized, such as improved operational efficiency (56%), enhanced decision-making (49%), and increased customer satisfaction (42%).

Based on these findings, a proposal was developed consisting of five main strategies. The first, aimed at digital skills training programs, responds to the lack of human talent evidenced by 41% of companies. The second, focused on co-financing funds for SMEs, seeks to mitigate the financial barrier reported by 65% of respondents. The third, related to pilot projects in IoT and Blockchain, intends to generate trust and reduce the perception of risk regarding these low-adoption technologies. The fourth, promoting the creation of collaborative innovation platforms, addresses the cultural resistance expressed by 47% of participants. Finally, the fifth strategy, the development of methodologies to measure digitalization benefits, seeks to strengthen the internal evidence of positive outcomes already recognized by more than half of the organizations.

Adopción de tecnologías emergentes en logística.

In conclusion, the study confirmed that logistics and transportation companies in Colombia are still in an early stage of digital transformation, facing significant gaps compared to international contexts. However, the positive perception of benefits and willingness to change provide a clear opportunity to implement the proposed strategies, which aim to overcome financial, cultural, and talent-related obstacles, and to position the sector on the path toward Logistics 4.0.

Keywords: Technological Maturity, Digital Transformation, Emerging Technologies, Logistics, Transportation.

## Introducción

La transformación digital ha redefinido la manera en que operan los sectores productivos a nivel global. Conceptos como big data, inteligencia artificial y ciencia de datos ya no son exclusivos de las grandes corporaciones tecnológicas, sino que se han convertido en herramientas estratégicas para la optimización de procesos, la reducción de costos y la generación de valor en distintos ámbitos empresariales. En este contexto, la logística y el transporte representan un campo especialmente sensible, pues son pilares fundamentales para la competitividad de las economías y constituyen la columna vertebral del comercio nacional e internacional.

En Colombia, el sector enfrenta desafíos importantes en términos de infraestructura, sostenibilidad y eficiencia operativa. Sin embargo, más allá de estas limitaciones físicas, la adopción de tecnologías emergentes aparece como un factor decisivo para cerrar brechas y alcanzar estándares internacionales. Estudios como los de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020) advierten que la digitalización del transporte y la logística en la región avanza de manera desigual, con rezagos en pequeñas y medianas empresas. Esta situación plantea la necesidad de comprender cuál es el nivel de madurez tecnológica de las organizaciones del sector y cómo pueden avanzar hacia una transformación digital más sólida y efectiva.

El presente trabajo de investigación tiene como propósito diagnosticar el nivel de madurez tecnológica de las empresas de logística y transporte en Colombia y proponer estrategias que favorezcan la adopción de tecnologías emergentes. Para ello, se aplicó una encuesta estructurada a 272 empresas, cuyos resultados fueron analizados con un enfoque cuantitativo de carácter descriptivo. Esta metodología permitió identificar tendencias, fortalezas, falencias y barreras en el proceso de digitalización, proporcionando una visión integral del estado actual del sector.

El documento se encuentra organizado en seis capítulos. El primero plantea el problema de investigación, formulando la pregunta central, los objetivos y la justificación del estudio. El segundo desarrolla el marco referencial, dividido en el marco teórico, el estado del arte y el marco legal. En el tercer capítulo se describe la metodología utilizada, especificando la población, muestra, instrumentos y procedimientos. El cuarto capítulo presenta los resultados

obtenidos en el trabajo de campo, mientras que el quinto discute estos hallazgos a la luz de la literatura revisada. Finalmente, el sexto capítulo reúne las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, orientadas a fortalecer la adopción de tecnologías emergentes en el sector logístico y de transporte.

## 1 Planteamiento del problema.

El sector de la logística y el transporte en Colombia cumple un papel esencial en la economía nacional, dado que conecta la producción con los mercados y garantiza la distribución de bienes y servicios. Sin embargo, a pesar de su relevancia estratégica, enfrenta rezagos significativos en la incorporación de tecnologías emergentes que ya son estándar en otras economías más desarrolladas. De acuerdo con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC, 2022), apenas un 21 % de las empresas del sector utiliza soluciones digitales avanzadas como inteligencia artificial, big data o Internet de las Cosas (IoT), mientras que en países de la OCDE la adopción supera el 50 %. Esta brecha tecnológica afecta la eficiencia, incrementa los costos operativos y limita la capacidad de competir en un entorno globalizado.

Los resultados de la encuesta aplicada a 272 empresas confirman este rezago: el 68 % de las organizaciones se ubica en niveles incipientes a intermedios de madurez tecnológica, y solo el 15 % ha implementado soluciones avanzadas (IA o Big Data). Procesos críticos como la planificación de rutas, la trazabilidad de mercancías y la gestión de inventarios aún dependen en gran medida de procedimientos manuales o de sistemas básicos que no garantizan eficiencia ni visibilidad en tiempo real. Este panorama repercute en cuellos de botella logísticos, retrasos en entregas y costos adicionales que, finalmente, se trasladan al consumidor.

La situación se ve agravada por tres factores recurrentes: la falta de presupuesto destinado a innovación tecnológica (reportada por el 65 % de las empresas encuestadas), la resistencia al cambio organizacional (47 %) y la carencia de talento especializado en competencias digitales (41 %). Estas barreras impiden que el sector pueda responder con agilidad a las demandas de la Cuarta Revolución Industrial, donde la digitalización y la automatización ya no son una opción, sino una necesidad.

En este contexto, surge la necesidad de realizar un diagnóstico detallado del nivel de madurez tecnológica de las empresas de logística y transporte en Colombia y, a partir de los hallazgos, formular estrategias que orienten su transformación digital. La investigación busca llenar un vacío académico y práctico: no existen suficientes estudios aplicados al sector logístico colombiano que integren un análisis empírico con propuestas concretas para superar las barreras identificadas.

## 1.1 Descripción del problema.

El desarrollo tecnológico ha transformado profundamente la manera en que las organizaciones operan, interactúa con sus clientes y diseñan sus estrategias de crecimiento. No obstante, en el contexto colombiano, el proceso de maduración digital presenta importantes desigualdades entre sectores y tamaños de empresas. Mientras algunas compañías han logrado integrar tecnologías de punta en sus procesos, otras aún dependen de métodos manuales y no cuentan con planes de digitalización que les permitan responder a las demandas de un mercado globalizado (CEPAL, 2021).

La encuesta aplicada a 272 empresas, base de este estudio, confirma la existencia de brechas significativas en distintos frentes. En primer lugar, la infraestructura tecnológica es heterogénea: existen compañías con acceso a software especializado, redes robustas y herramientas de análisis de datos, pero también organizaciones que apenas cuentan con equipos básicos para cumplir sus operaciones diarias. En segundo lugar, el talento humano evidencia rezagos notables, pues gran parte del personal no posee las competencias digitales necesarias para sacar provecho de las tecnologías disponibles (Ramírez & Castaño, 2020).

Otra dimensión crítica es la estrategia digital. Muchas empresas invierten en tecnología sin integrarla a su planificación estratégica, lo que genera esfuerzos aislados y de bajo impacto. De acuerdo con la ANDI (2021), menos de la mitad de las organizaciones en el país cuenta con un plan digital estructurado que articule la inversión tecnológica con la innovación y el crecimiento empresarial. Como resultado, la adopción tecnológica no siempre se traduce en ventajas competitivas sostenibles.

Adicionalmente, la inversión en innovación tecnológica sigue siendo baja, sobre todo en las mipymes. El acceso limitado a capital, la falta de incentivos y la percepción de la tecnología como un costo más que como una inversión, dificultan que estas empresas incursionen en tecnologías emergentes como inteligencia artificial, big data o Internet de las cosas (OECD, 2021). Esta situación agrava la brecha digital frente a las grandes empresas y frente a países con mayores índices de digitalización.

En consecuencia, el problema no se reduce a la simple ausencia de tecnología, sino que se manifiesta en la falta de madurez digital integral, entendida como la capacidad de integrar infraestructura, personas, procesos y estrategia en torno a la innovación. Esta condición limita la competitividad del tejido empresarial colombiano y genera un riesgo real de

rezago frente a economías que avanzan rápidamente hacia modelos basados en la economía digital (Westerman, Bonnet & McAfee, 2014).

## **1.2 Formulación del problema**

A partir de lo expuesto, surge la necesidad de comprender cómo se encuentra el sector logístico y de transporte en Colombia en relación con la transformación digital. Aunque las tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el big data y la ciencia de datos ofrecen oportunidades significativas para optimizar procesos, reducir costos y mejorar la competitividad, la evidencia sugiere que su adopción aún es limitada y desigual.

De esta manera, la pregunta de investigación que orienta este estudio es:

**¿De qué manera una propuesta de estrategias para la adopción de Big Data, IoT, Inteligencia Artificial y Blockchain puede potenciar la transformación digital en las empresas del sector logístico y transporte en Colombia?**

## **1.3 Los objetivos de investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar una propuesta de estrategias para la adopción de Big Data, IoT, Inteligencia Artificial y Blockchain que potencie la transformación digital en las empresas del sector logístico y transporte en Colombia.

### **1.3.2 Objetivos específicos.**

Diagnosticar el nivel de madurez tecnológica de las empresas del sector logístico y transporte en Colombia a partir de los resultados de la encuesta aplicada.

Identificar las barreras y limitaciones que enfrentan estas empresas en la adopción de tecnologías emergentes.

Analizar las oportunidades que ofrecen Big Data, IoT, Inteligencia Artificial y Blockchain para el fortalecimiento de la competitividad empresarial.

Formular estrategias que permitan mitigar las brechas tecnológicas detectadas y favorecer la transformación digital del sector.

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

El estudio de la madurez tecnológica en las empresas de logística y transporte en Colombia se justifica por varias razones de carácter académico, práctico y social. En primer lugar, la transformación digital constituye uno de los ejes estratégicos de la Cuarta Revolución Industrial, donde la capacidad de las organizaciones para adoptar tecnologías emergentes determina en gran medida su competitividad y sostenibilidad en el tiempo. Según el World Economic Forum (2020), las empresas que integran de manera sistemática herramientas digitales incrementan su productividad y logran una mejor adaptación a entornos inciertos y dinámicos.

En el ámbito nacional, el sector logístico y de transporte representa un componente crítico para la economía. La ANDI (2021) señala que los altos costos logísticos reducen la capacidad del país para insertarse en mercados internacionales, lo que limita las oportunidades de crecimiento económico y empleo. La incorporación de tecnologías emergentes puede contribuir a resolver parte de estas limitaciones, mejorando la trazabilidad, la planificación de rutas, la gestión de inventarios y el control en tiempo real de las operaciones.

Desde la perspectiva académica, esta investigación aporta al campo de los estudios organizacionales y de gestión tecnológica al ofrecer un diagnóstico actualizado sobre el nivel de madurez tecnológica del sector, con base en datos empíricos recolectados de 272 empresas. Este aporte es relevante porque, como afirma Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), las investigaciones con enfoque cuantitativo descriptivo permiten identificar patrones y tendencias que sirven como insumo para la toma de decisiones estratégicas.

En el plano social, el fortalecimiento de la digitalización en logística y transporte no solo beneficia a las empresas, sino también a los consumidores y a la sociedad en general. Una logística más eficiente se traduce en precios más competitivos, reducción de tiempos de entrega y una mejor articulación con cadenas de valor internacionales. Además, la

digitalización contribuye a la sostenibilidad, al permitir una planificación más racional del uso de recursos y la reducción de emisiones asociadas al transporte, tal como destaca la OECD (2021).

Finalmente, esta investigación es pertinente porque no se limita al diagnóstico de la situación actual, sino que también propone estrategias concretas para la adopción de tecnologías emergentes. En este sentido, ofrece a las empresas del sector un conjunto de recomendaciones que pueden guiar sus decisiones de inversión tecnológica y su desarrollo de capacidades digitales, contribuyendo al fortalecimiento de su competitividad en el mediano y largo plazo.

## **2 Marco de Referencia.**

### **2.1 Marco Teórico.**

#### **2.1.1 Transformación digital en el sector logístico**

La transformación digital se entiende como la integración sistemática de tecnologías digitales en todos los ámbitos de una organización, lo que implica cambios estructurales en sus procesos, modelos de negocio y cultura organizacional (Vial, 2019). En el ámbito logístico, este proceso se traduce en la automatización de operaciones, la digitalización de la cadena de suministro y la generación de nuevos servicios basados en datos (Hofmann & Rüscher, 2017).

Diversos estudios evidencian que la digitalización en la logística mejora la eficiencia operativa, la trazabilidad y la capacidad de respuesta a los clientes (Vilaplana, 2020). Sin embargo, en países de América Latina, y particularmente en Colombia, persisten brechas significativas en la incorporación de estas herramientas, lo que afecta la competitividad global (CEPAL, 2021). Este contexto justifica la importancia de diagnosticar el nivel de transformación digital en el sector logístico colombiano y de proponer estrategias que permitan cerrar dichas brechas.

### **2.1.2 Madurez tecnológica**

El concepto de madurez tecnológica hace referencia al grado de preparación y capacidad de una organización para integrar nuevas tecnologías en sus procesos y modelos de negocio (Westerman, Bonnet & McAfee, 2014). Modelos de madurez digital, como los propuestos por Gartner (2018) y la OECD (2021), establecen etapas que van desde la digitalización incipiente hasta la transformación avanzada, donde la tecnología es un habilitador estratégico de la innovación.

En el sector logístico, la madurez tecnológica se refleja en la capacidad de las empresas para adoptar herramientas digitales que optimicen la gestión de inventarios, la trazabilidad de mercancías y la planificación de rutas (Ramírez & Castaño, 2020). La literatura muestra que las grandes empresas alcanzan mayores niveles de madurez, mientras que las pymes enfrentan limitaciones financieras y de talento humano para avanzar en este proceso (OECD, 2021). Esta realidad coincide con los hallazgos de la presente investigación, donde se evidencia que la mayoría de empresas logísticas en Colombia aún se encuentran en niveles iniciales de madurez).

### **2.1.3 Tecnologías emergentes aplicadas a la logística**

Las tecnologías emergentes constituyen el eje central de la transformación digital en logística y transporte. Entre las más relevantes se encuentran:

- **Big Data:** Permite analizar grandes volúmenes de información para predecir la demanda, optimizar rutas y mejorar la toma de decisiones estratégicas (Chen et al., 2015).
- **Internet de las Cosas (IoT):** Facilita la trazabilidad en tiempo real mediante sensores conectados, mejorando la visibilidad de la cadena de suministro y reduciendo pérdidas (Verdouw et al., 2016).
- **Inteligencia Artificial (IA):** Contribuye a la automatización de procesos y al análisis predictivo para la gestión de inventarios, la planificación de la demanda y el mantenimiento preventivo de flotas (Wauters & Vanhoucke, 2016).

- Blockchain: Ofrece transparencia y seguridad en las transacciones logísticas, asegurando la integridad de los datos y facilitando el control de contratos inteligentes (Kshetri, 2018).

Estas tecnologías, ampliamente adoptadas en contextos internacionales, presentan un bajo nivel de implementación en Colombia, especialmente en pymes, lo que evidencia la pertinencia de diseñar estrategias que promuevan su adopción gradual.

#### **2.1.4 Logística 4.0**

La Logística 4.0 es un concepto derivado de la Industria 4.0, que describe la digitalización integral de la cadena de suministro mediante tecnologías emergentes, la automatización y el uso intensivo de datos (Szozda, 2017). Su propósito es garantizar operaciones más flexibles, eficientes y centradas en el cliente, integrando plataformas colaborativas y sistemas inteligentes.

En América Latina, la implementación de Logística 4.0 avanza de manera desigual, con grandes corporaciones liderando la innovación, mientras las pymes enfrentan barreras económicas y culturales (CEPAL, 2020). En Colombia, estas limitaciones han impedido alcanzar niveles óptimos de competitividad, reforzando la necesidad de generar propuestas estratégicas que faciliten la transición hacia la Logística 4.0.

#### **2.1.5 Relación de los conceptos con la investigación**

Los conceptos desarrollados en este marco teórico no solo aportan una base conceptual, sino que también constituyen los ejes sobre los cuales se sustenta la investigación. La transformación digital, entendida como un proceso integral de cambio organizacional (Vial, 2019), se convierte en la meta hacia la cual deben orientarse las empresas del sector logístico y transporte en Colombia. Sin embargo, para avanzar en este camino es necesario comprender primero el nivel de madurez tecnológica de las organizaciones, ya que este diagnóstico permite identificar brechas y oportunidades (Gill & VanBoskirk, 2016; MinTIC, 2022).

Por su parte, las tecnologías emergentes como Big Data, IoT, Inteligencia Artificial y Blockchain no son abordadas de manera aislada, sino como herramientas clave que, en conjunto, posibilitan procesos logísticos más eficientes, seguros y competitivos (Wamba et al.,

2017; Queiroz & Wamba, 2019). Su aplicación práctica en el sector constituye un puente directo entre el estado actual identificado en la encuesta y la propuesta de estrategias que se plantea en esta investigación.

Finalmente, el concepto de Logística 4.0 articula todos los elementos anteriores, ofreciendo un marco integrador que permite comprender la relevancia de la digitalización y la automatización en el sector. En este sentido, conocer y analizar estos conceptos es fundamental para que el lector pueda interpretar adecuadamente los resultados presentados, así como valorar la pertinencia de la propuesta diseñada en este trabajo.

## **2.2 Estado del arte / Antecedentes.**

Para la construcción del estado del arte se aplicó una estrategia de búsqueda sistemática en bases de datos académicas reconocidas, tales como Scopus, Web of Science, ScienceDirect, ProQuest y Google Scholar, con el fin de garantizar la calidad y pertinencia de las fuentes consultadas. La búsqueda se delimitó a un periodo de 2015 a 2024, atendiendo a los criterios de actualidad académica sugeridos por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018).

La ecuación de búsqueda se formuló combinando operadores booleanos y palabras clave en inglés y español, con el siguiente patrón:

(“Tecnologías emergentes” OR “transformación digital” OR “madurez tecnológica”) AND (“logística” OR “transporte” OR “supply chain”) AND (“estrategias” OR “implementación” OR “adopción”).

Se priorizaron 15 estudios entre artículos científicos, informes de organismos internacionales y tesis académicas, seleccionados por su contribución al análisis de la adopción de tecnologías emergentes en los sectores logístico y de transporte.

Los criterios de inclusión consideraron publicaciones en revistas indexadas, documentos con aplicación directa en logística, transporte o transformación digital, e informes institucionales con validez académica. Los criterios de exclusión fueron: duplicidad de documentos, publicaciones anteriores a 2015 y estudios sin relación con el objeto de investigación.

Finalmente, la selección de antecedentes permitió identificar tendencias internacionales y regionales sobre la incorporación de Big Data, IoT, Inteligencia Artificial, Blockchain y otros

habilitadores de la Logística 4.0, lo cual proporciona la base para comparar estos hallazgos con el diagnóstico realizado en las empresas colombianas del sector logístico y transporte.

### **2.2.1 Reseñas de estudios.**

Hofmann y Rüschi (2017) analizaron cómo la Industria 4.0 impacta la logística, destacando que la digitalización reconfigura la cadena de suministro en aspectos como visibilidad, coordinación y trazabilidad. Su estudio conceptual muestra que el IoT es un habilitador central para la conectividad de procesos, incrementando la capacidad de monitoreo en tiempo real. Además, resaltan que el éxito depende de la integración de datos en toda la red logística, lo cual se relaciona directamente con el problema de madurez tecnológica diagnosticado en Colombia, donde el uso de estas herramientas aún es limitado.

Wamba et al. (2017) realizaron un análisis sobre la aplicación de Big Data en la gestión de la cadena de suministro, señalando que la analítica avanzada incrementa la capacidad de predicción de la demanda y mejora la eficiencia en la toma de decisiones. Su investigación, basada en múltiples casos empresariales, resalta que las organizaciones que implementan Big Data logran ventajas competitivas sostenibles. Esto resulta altamente relevante para el contexto colombiano, donde la encuesta aplicada evidencia que menos del 15 % de empresas del sector logístico utiliza estas herramientas de análisis masivo.

Barreto et al. (2017) propusieron el concepto de Logística 4.0 como evolución de la Industria 4.0, subrayando que la digitalización y la automatización son motores de competitividad. Su aporte central consiste en presentar la Logística 4.0 como un nuevo paradigma que combina IoT, Big Data, robótica e inteligencia artificial. Además, resaltan que este modelo no se limita a procesos técnicos, sino que exige cambios culturales y estratégicos dentro de las organizaciones. Para el presente trabajo, este estudio aporta el marco conceptual que explica por qué el sector logístico colombiano debe superar sus brechas tecnológicas para integrarse a esta tendencia global.

Davenport y Ronanki (2018) abordaron el papel de la Inteligencia Artificial (IA) en las organizaciones, identificando tres grandes usos: automatización de procesos, análisis de datos cognitivos y generación de conocimiento estratégico. Los autores destacan que la IA no reemplaza totalmente a las personas, sino que complementa sus capacidades en la toma de decisiones. En el sector logístico, la IA ofrece la posibilidad de optimizar rutas, gestionar inventarios y mejorar la experiencia del cliente. Este antecedente es útil para Colombia, donde

los resultados de la encuesta evidencian un rezago en la implementación de IA (solo el 6 % de las empresas la usa), confirmando la necesidad de estrategias de adopción.

Queiroz y Wamba (2019) estudiaron el uso de blockchain en cadenas de suministro, demostrando que esta tecnología garantiza mayor transparencia, seguridad y confiabilidad en el manejo de la información. A partir de un análisis empírico, identificaron los principales retos de su implementación: costos, falta de conocimiento y resistencia al cambio. Estos hallazgos resultan relevantes para Colombia, donde la confianza en los procesos logísticos es un reto recurrente y donde apenas un 4 % de las empresas reportó usar blockchain en la encuesta.

Ben-Daya et al. (2019) exploraron aplicaciones del Internet de las Cosas (IoT) en logística, concluyendo que su uso contribuye a la trazabilidad en tiempo real, la gestión de flotas y la reducción de pérdidas en inventarios. Los autores sostienen que la digitalización de activos mediante sensores es un paso fundamental para la transformación digital en transporte. El aporte de este trabajo al presente estudio radica en que la encuesta muestra un bajo nivel de uso de IoT en Colombia (9 %), lo que confirma la existencia de una brecha tecnológica que requiere ser atendida mediante estrategias claras.

MinTIC (2020) publicó un informe sobre madurez digital en Colombia, en el que concluye que la mayoría de las empresas del país aún se encuentra en etapas iniciales de digitalización. El reporte identifica brechas en inversión tecnológica, talento digital y uso de herramientas avanzadas. Este antecedente oficial respalda los hallazgos de la encuesta realizada en la presente investigación, donde el 36 % de las empresas evaluadas se ubican en el nivel más bajo de madurez tecnológica. Además, refuerza la pertinencia de formular estrategias específicas para el sector logístico y transporte.

Queiroz et al. (2020) investigaron los impactos de la digitalización en la resiliencia de cadenas de suministro durante situaciones de crisis, como la pandemia. Concluyeron que las empresas con mayor adopción de tecnologías emergentes presentan más capacidad de respuesta y adaptación. Además, identificaron que las principales barreras para esta integración son de carácter financiero y cultural. Este antecedente coincide con lo encontrado en la encuesta nacional, donde los altos costos de implementación (65 %) y la resistencia cultural (47 %) aparecen como los principales obstáculos.

Ivanov y Dolgui (2020) analizaron el papel de la digitalización en la resiliencia de las cadenas de suministro globales. Sostienen que las tecnologías digitales permiten una mayor capacidad de adaptación frente a disrupciones, al mejorar la visibilidad y la coordinación de

redes complejas. El estudio enfatiza que la resiliencia ya no depende solo de inventarios de seguridad, sino de infraestructuras digitales robustas. Este hallazgo se conecta directamente con la realidad de Colombia, donde muchas empresas aún no invierten en dichas infraestructuras, quedando expuestas a crisis externas.

Raj et al. (2022) diseñaron un modelo de madurez digital enfocado en el sector logístico, identificando que la competitividad está directamente asociada con el nivel de adopción tecnológica. Propusieron una escala de evaluación que permite diagnosticar fortalezas y debilidades de las empresas en este campo. Este modelo resulta útil como referencia comparativa para el presente trabajo, que busca justamente evaluar el nivel de madurez tecnológica de empresas colombianas y diseñar estrategias de mejora.

García-Muiña et al. (2022) exploraron cómo la digitalización puede contribuir a la sostenibilidad en el transporte, demostrando que el uso de Big Data, IoT y Blockchain reduce la huella ambiental y mejora la eficiencia energética. Argumentan que la transformación digital no debe limitarse a objetivos económicos, sino que también debe promover la sostenibilidad. Este antecedente aporta una dimensión adicional a la investigación, ya que permite considerar la sostenibilidad como un eje transversal en las estrategias propuestas para Colombia.

Gupta et al. (2023) analizaron el impacto del Big Data y la Inteligencia Artificial en el transporte de carga. Su estudio empírico evidenció que estas tecnologías mejoran la predicción de la demanda, optimizan rutas y reducen costos operativos. También señalan que la adopción requiere inversión en talento especializado y cultura digital. Este aporte resulta clave para Colombia, donde la encuesta reveló que la falta de talento digital (41 %) constituye una de las principales barreras para avanzar en transformación digital.

OECD (2023) presentó un informe sobre tendencias globales de transformación digital en transporte y logística, concluyendo que los países que impulsan políticas públicas de innovación logran acelerar la adopción de tecnologías emergentes. Este antecedente contrasta con la situación colombiana, donde aún no existe una articulación suficiente entre el sector público y privado para cerrar las brechas digitales, lo cual refuerza la necesidad de propuestas estratégicas como las que plantea este trabajo.

World Bank (2024) publicó un estudio sobre transformación digital en América Latina, donde identifica que los países con estrategias nacionales claras logran cerrar con mayor rapidez las brechas tecnológicas. Destaca la importancia de la cooperación regional y las alianzas público–privadas como motores de innovación. Este hallazgo es especialmente

pertinente para Colombia, ya que la encuesta aplicada refleja la necesidad de acompañamiento institucional y apoyo financiero para que las empresas logísticas avancen hacia una madurez tecnológica más alta).

### **2.3 Marco legal.**

El desarrollo de la madurez tecnológica en las empresas colombianas, especialmente en el sector de la logística y el transporte, no puede analizarse de manera aislada de las políticas públicas y el marco normativo vigente. En las últimas dos décadas, el Estado colombiano ha impulsado diferentes instrumentos de política orientados a fortalecer la transformación digital, mejorar la competitividad logística y cerrar las brechas de adopción tecnológica.

Uno de los documentos clave es el CONPES 3975 de 2019, que formuló la Política Nacional de Transformación Digital e Inteligencia Artificial. Este documento establece lineamientos estratégicos para promover la adopción de tecnologías emergentes, incentivar la innovación y garantizar un entorno ético y seguro para el desarrollo de soluciones digitales en distintos sectores productivos (CONPES, 2019). Su enfoque reconoce la necesidad de que las empresas, incluidas las de logística y transporte, avancen en procesos de digitalización que potencien su competitividad frente a los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial.

De manera complementaria, el CONPES 3982 de 2019 adoptó la Política Nacional Logística, cuyo propósito es modernizar la infraestructura logística del país, reducir costos asociados a la operación y fomentar la integración de tecnologías de la información en los procesos de transporte, almacenamiento y distribución (CONPES, 2019). Este documento hace especial énfasis en la importancia de digitalizar procesos como la trazabilidad de mercancías, el seguimiento de flotas y la gestión de inventarios, reconociendo que la eficiencia logística es un factor crítico para la competitividad nacional.

En el ámbito sectorial, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) ha liderado la implementación de programas como Colombia Digital y la Misión TIC 2022, cuyo objetivo es formar talento humano especializado en tecnologías digitales y acompañar a las empresas en su proceso de transformación. Estos programas han beneficiado también al sector logístico, en la medida en que fortalecen la capacidad del recurso humano para operar y aprovechar nuevas herramientas tecnológicas (MinTIC, 2021).

Por su parte, la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) y gremios como LOGYCA han generado reportes periódicos sobre el avance digital en las empresas nacionales, subrayando que el 70 % de las pymes todavía se encuentran en niveles básicos de madurez digital. Estos estudios, aunque no tienen carácter normativo, constituyen insumos relevantes para la formulación de políticas y programas de apoyo (ANDI, 2021).

En el ámbito internacional, Colombia se ha adherido a lineamientos de la OCDE y de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en materia de economía digital y competitividad logística. Dichos organismos recomiendan alinear los marcos regulatorios nacionales con estándares internacionales en comercio electrónico, seguridad de datos y trazabilidad de la cadena de suministro (OECD, 2021; CEPAL, 2020).

En síntesis, el marco legal y normativo colombiano ofrece una base sólida para la transformación digital del sector logístico y de transporte, aunque persisten desafíos en su implementación práctica. El reto principal es traducir estas políticas en resultados tangibles para las empresas, especialmente para las pequeñas y medianas, que constituyen la mayoría del sector. Este estudio se enmarca precisamente en ese contexto, aportando evidencia empírica sobre el nivel de madurez tecnológica alcanzado por las empresas y ofreciendo recomendaciones que pueden orientar tanto a los tomadores de decisiones como a los actores privados.

## **2.4 Marco contextual**

El contexto empresarial colombiano presenta una estructura dominada por las mipymes, las cuales representan más del 90% de las unidades productivas del país (DANE, 2021). Sin embargo, estas organizaciones son las que muestran mayores limitaciones en términos de madurez tecnológica, debido a factores como restricciones presupuestales, falta de personal capacitado y limitada visión estratégica sobre el papel de la tecnología (ANDI, 2021).

Por otro lado, sectores como el financiero, el de telecomunicaciones y el de comercio electrónico han liderado la transformación digital en Colombia, impulsados por la necesidad de responder a consumidores más exigentes y a la competencia global (CEPAL, 2021). En contraste, sectores tradicionales como la manufactura o la construcción presentan mayores rezagos en la adopción tecnológica.

El análisis de estos contextos permite dimensionar el reto que enfrentan las empresas colombianas: avanzar hacia una madurez tecnológica integral que no solo se centre en la infraestructura, sino también en la formación de personas, la innovación y la articulación con la estrategia empresarial.

### **3 Metodología.**

La metodología constituye la hoja de ruta que orienta la investigación y garantiza la coherencia entre los objetivos planteados, la recolección de información y el análisis de los resultados. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la metodología de investigación debe permitir seleccionar el enfoque más adecuado, definir la población y la muestra, establecer instrumentos de recolección de datos y garantizar la validez de los hallazgos.

#### **3.1 Alcance de la investigación.**

El presente estudio se desarrolló durante el año 2025 y se aplicó a una muestra de 272 empresas del sector logístico y transporte en Colombia. El alcance temporal corresponde al periodo de recolección de información entre enero y junio de 2025; el alcance espacial se delimitó al territorio colombiano, con participación de empresas ubicadas en las principales ciudades y corredores logísticos del país; y el alcance temático se centró en la evaluación de la madurez tecnológica y la adopción de tecnologías emergentes, específicamente Big Data, Internet de las Cosas (IoT), Inteligencia Artificial y Blockchain.

La investigación resulta pertinente dado que la transformación digital constituye un factor determinante para la competitividad de las organizaciones logísticas en la era de la Industria 4.0. En este sentido, el diagnóstico realizado permite identificar las brechas existentes y sustentar la formulación de estrategias orientadas a potenciar la innovación tecnológica en el sector. La relevancia de estos límites radica en que permiten acotar el análisis a un sector clave para la competitividad nacional y con un impacto directo en el desarrollo económico.

#### **3.2 Ruta de investigación.**

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo y propositivo. El componente descriptivo permitió caracterizar el nivel de madurez tecnológica y

las barreras de adopción a partir de los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a las empresas del sector. El componente propositivo se orientó al diseño de estrategias que favorezcan la adopción de tecnologías emergentes, fundamentadas en la evidencia empírica recopilada y en la revisión de literatura especializada.

En esta ruta se empleó como instrumento principal una encuesta estructurada, complementada con el análisis documental del estado del arte y antecedentes, lo que permitió integrar hallazgos empíricos y teóricos para la construcción de la propuesta.

### 3.3 Población y muestra.

La población objeto del estudio estuvo conformada por empresas colombianas del sector logístico y de transporte. Según Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018), definir la población y la muestra permite establecer los límites del estudio y garantizar la validez de los resultados.

- Criterios de inclusión: empresas registradas formalmente, con operaciones en transporte de carga, distribución o almacenamiento, y que aceptaron voluntariamente participar en la investigación.
- Criterios de exclusión: organizaciones sin actividad logística, entidades sin personería jurídica y aquellas que no completaron la encuesta de forma válida.

La muestra final correspondió a 272 empresas, seleccionadas mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, en línea con lo expuesto por Flick (2015), quien sostiene que este tipo de selección es válido cuando se busca explorar un fenómeno en contextos específicos con recursos limitados.

Tabla 1. sector económico de las empresas.

Sector económico x tipo	Frecuencia	%
Comercio	19	7%
Industria manufacturera	61	22%
Otros sectores	67	25%
Servicios	117	43%
Transporte y logística	8	3%

### **3.4 Instrumentos.**

El instrumento utilizado fue un cuestionario digital estructurado, diseñado específicamente para medir el nivel de madurez tecnológica de las empresas del sector logístico y transporte en Colombia. Este cuestionario incluyó secciones relacionadas con:

1. Caracterización de la empresa (tamaño, tipo de operación).
2. Nivel de madurez tecnológica.
3. Adopción de tecnologías emergentes (Big Data, IoT, IA, Blockchain, ERP).
4. Identificación de principales barreras para la adopción tecnológica.
5. Percepciones frente al proceso de transformación digital.

Como parte de las consideraciones éticas, la primera pregunta del instrumento cumplió la función de consentimiento informado, al solicitar explícitamente la aceptación del participante para continuar con la encuesta. Solo aquellos que respondieron afirmativamente (“Sí”) pudieron avanzar al resto de las preguntas, garantizando así la voluntariedad de la participación y el cumplimiento de estándares éticos (Resnik, 2020; Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

El cuestionario completo, con todas sus preguntas textuales, se incluye en el Anexo 1 del presente documento. Este anexo permite al lector conocer la totalidad del instrumento aplicado y validar la pertinencia de los datos recolectados.

### **3.5 Procedimiento y análisis de datos.**

El proceso metodológico se desarrolló en varias fases consecutivas, orientadas a garantizar la rigurosidad en la recolección y el análisis de la información.

#### **Fase 1. Diseño del instrumento**

Se elaboró el cuestionario tomando como referencia modelos de madurez tecnológica presentes en la literatura, particularmente escalas de diagnóstico digital adaptadas a la logística y el transporte (Raj et al., 2022; Wamba et al., 2017). Para asegurar validez de contenido, las preguntas fueron revisadas con base en los indicadores más comunes en evaluaciones de transformación digital: infraestructura tecnológica, uso de tecnologías emergentes, inversión, barreras percibidas y talento humano.

## Fase 2. Aplicación de la encuesta

El cuestionario fue distribuido digitalmente durante el primero y segundo semestre de 2025 a empresas del sector logístico y transporte en Colombia. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, con el fin de acceder a organizaciones de distintos tamaños y contextos regionales (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). La participación fue voluntaria y se garantizó la confidencialidad de los datos.

## Fase 3. Recolección y validación de respuestas

Las respuestas fueron registradas automáticamente en una hoja de cálculo. Como parte del control de calidad, se eliminaron cuestionarios incompletos o inconsistentes (por ejemplo, aquellos en los que más del 30 % de las preguntas no fue respondido). Esta depuración aseguró que la muestra final reflejara información válida y confiable.

## Fase 4. Codificación de datos

Una vez depurada la base, las respuestas cualitativas o categóricas fueron transformadas en variables numéricas para su análisis. Por ejemplo, los niveles de madurez tecnológica fueron codificados en una escala de 1 a 4:

- 1 = Inicia
- 2 = En desarrollo
- 3 = Intermedio
- 4 = Avanzado

De manera similar, la adopción de tecnologías emergentes se clasificó como 0 = No adopción, 1 = Adopción parcial y 2 = Adopción completa. Esta codificación permitió operar estadísticamente los resultados, en línea con las recomendaciones de análisis cuantitativo (Pimienta et al., 2018).

## Fase 5. Análisis estadístico

Se realizaron análisis descriptivos mediante frecuencias absolutas, porcentajes y medidas de tendencia central, con el propósito de identificar patrones de comportamiento en la muestra. Los datos fueron representados en tablas y gráficos de barras y pastel para facilitar la interpretación. Asimismo, se generaron cruces de variables, por ejemplo, comparando la

adopción de tecnologías emergentes según el tamaño de la empresa o relacionando las barreras reportadas con el nivel de madurez tecnológica.

#### Fase 6. Interpretación y vinculación con el marco referencial

Finalmente, los resultados obtenidos fueron interpretados a la luz de la literatura revisada. Este ejercicio comparativo permitió identificar similitudes y diferencias entre la situación colombiana y experiencias reportadas en otros contextos internacionales (Queiroz & Wamba, 2019; OECD, 2023).

De esta manera, el análisis no se limitó a describir frecuencias, sino que integró la evidencia empírica con los antecedentes investigativos, fortaleciendo la validez de las conclusiones y la pertinencia de las propuestas planteadas.

### **3.6 Consideraciones éticas.**

La investigación se desarrolló conforme a los lineamientos éticos de la Uniminuto y de la comunidad científica en general, garantizando el respeto por la confidencialidad, la autonomía de las organizaciones participantes y el uso exclusivo de la información para fines académicos (Resnik, 2020).

En lugar de un documento adicional de consentimiento, la aceptación fue incorporada directamente dentro del instrumento aplicado. La primera pregunta de la encuesta solicitaba a los participantes manifestar su acuerdo con la declaración inicial y su deseo de continuar, lo que constituyó un mecanismo explícito de consentimiento informado digital. De esta forma, solo quienes respondieron afirmativamente continuaron con el cuestionario, asegurando la voluntariedad de la participación.

Este procedimiento permitió cumplir con los principios de respeto, beneficencia y justicia, garantizando transparencia en la recolección y manejo de la información, sin necesidad de anexos adicionales.

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

SI

NO

### 3.6.1 Definición de la población.

La población objeto de este estudio está conformada por las empresas colombianas de diferentes sectores económicos, entendidas como unidades productivas que desarrollan actividades industriales, comerciales y de servicios. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2021), el tejido empresarial colombiano está compuesto en un 90% por micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes), mientras que las grandes empresas representan un porcentaje menor, pero concentran una parte significativa del empleo y la generación de valor agregado.

Esta diversidad empresarial ofrece un escenario en el cual la madurez tecnológica varía de manera sustancial. Las grandes compañías, particularmente en sectores como el financiero, telecomunicaciones y comercio electrónico, han logrado avances notables en transformación digital. En contraste, las mipymes suelen enfrentar barreras asociadas a limitaciones presupuestales, falta de formación en competencias digitales y escasa incorporación de tecnologías emergentes (CEPAL, 2021; ANDI, 2021).

En consecuencia, la población de referencia de este estudio incluye tanto grandes empresas como mipymes, con el fin de capturar la heterogeneidad en los niveles de adopción tecnológica y permitir una comparación representativa entre diferentes tipos de organizaciones.

### 3.6.2 Cálculo y selección de la muestra

El cálculo de la muestra se realizó considerando que la población objetivo corresponde al universo de empresas colombianas de diferentes sectores productivos. Sin embargo, debido a la magnitud de este universo y a las limitaciones logísticas del proyecto, no fue posible acceder a todas las organizaciones. En consecuencia, se adoptó una estrategia de selección que garantizara un número adecuado de participantes para el análisis estadístico, manteniendo la coherencia con el diseño metodológico propuesto.

De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), cuando la población es amplia y heterogénea, se recomienda calcular la muestra mediante fórmulas que consideren un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Bajo estos parámetros, y asumiendo una proporción esperada de variabilidad de 0,5, se obtiene un tamaño de muestra mínimo cercano a 270 empresas, lo cual asegura que los resultados sean estadísticamente representativos y confiables.

En este estudio se logró la participación de 272 empresas, cifra que cumple con los requisitos del cálculo muestral y que permite realizar análisis de frecuencias y comparaciones entre grupos.

La técnica de selección empleada fue el muestreo no probabilístico por conveniencia, que consiste en incluir aquellas empresas que voluntariamente aceptaron participar y que respondieron en su totalidad el cuestionario aplicado (Creswell, 2014). Aunque este tipo de muestreo limita la generalización de los resultados a toda la población empresarial del país, resulta funcional en investigaciones exploratorias y diagnósticas como la presente, al permitir acceder a un número suficiente de casos que reflejan distintas realidades organizacionales.

El criterio de inclusión consideró empresas pertenecientes a diferentes sectores económicos y tamaños, con el objetivo de identificar patrones comunes y diferencias significativas en el nivel de madurez tecnológica. Este enfoque permitió obtener una muestra diversa y heterogénea, enriqueciendo la interpretación de los hallazgos.

### **3.7 Análisis de información**

El análisis de la información se desarrolló a partir de la codificación y sistematización de los datos obtenidos mediante el cuestionario aplicado a las 272 empresas participantes. La información recolectada fue organizada en una base de datos que permitió procesar las respuestas de manera ordenada y confiable.

De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el análisis cuantitativo implica transformar las respuestas en datos numéricos, de manera que se puedan calcular medidas estadísticas que describan las características de la muestra. En este estudio, se utilizaron principalmente técnicas de estadística descriptiva, lo que incluyó el cálculo de frecuencias absolutas, frecuencias relativas y porcentajes. Estas medidas permiten identificar tendencias y

patrones dentro de la muestra, así como establecer comparaciones entre distintos grupos de empresas.

El procedimiento analítico incluyó las siguientes fases:

**Depuración de datos:** se eliminaron registros incompletos o inconsistentes para garantizar la calidad de la base de datos (Creswell, 2014).

**Codificación de variables:** las respuestas de tipo categórico fueron transformadas en valores numéricos para su posterior procesamiento.

**Elaboración de tablas de distribución de frecuencias:** se organizaron los datos para cada variable, mostrando el número de empresas en cada categoría y su proporción porcentual.

**Construcción de representaciones gráficas:** se emplearon gráficos de barras, circulares y comparativos para mostrar de forma visual los hallazgos más relevantes. Según Pimienta, Estrada y de la Orden (2018), las representaciones visuales facilitan la comprensión de la información y apoyan la interpretación de los resultados.

**Análisis comparativo:** se realizaron cruces de variables para identificar diferencias en el nivel de madurez tecnológica según el tamaño empresarial, el sector productivo o el nivel de capacitación del talento humano.

El análisis se orientó a responder la pregunta de investigación y a contrastar los hallazgos con la literatura revisada en el marco referencial. De esta manera, los resultados no se presentan únicamente como cifras aisladas, sino que son interpretados en función de su relevancia para la transformación digital de las empresas colombianas.

En línea con Westerman, Bonnet y McAfee (2014), el análisis de datos de este tipo permite reconocer no solo el estado actual de la digitalización, sino también los desafíos y oportunidades que enfrentan las organizaciones en su tránsito hacia mayores niveles de madurez tecnológica.

#### **4 Hipótesis de investigación.**

Toda investigación cuantitativa requiere establecer una hipótesis que funcione como una proposición inicial a contrastar con los datos obtenidos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). En este caso, la hipótesis se centra en la relación entre las características organizacionales y el nivel de madurez tecnológica alcanzado.

##### Hipótesis general

Las empresas que cuentan con mayor tamaño, mayor inversión en tecnología y procesos de capacitación estructurados presentan un nivel más alto de madurez tecnológica que aquellas que no disponen de estos recursos.

##### Hipótesis específicas

Existe una relación positiva entre el tamaño de la empresa y su nivel de madurez tecnológica.

La inversión en infraestructura digital influye directamente en el grado de adopción de tecnologías.

Los programas de capacitación del talento humano fortalecen el nivel de madurez tecnológica en las organizaciones.

Estas hipótesis se sustentan en lo planteado por Westerman, Bonnet y McAfee (2014), quienes sostienen que el tránsito hacia la transformación digital depende tanto de los recursos disponibles como de la cultura organizacional. Así mismo, De Bruin et al. (2005) afirman que los modelos de madurez tecnológica permiten medir de manera objetiva la progresión de una organización hacia niveles más avanzados de digitalización, lo cual depende de la inversión en procesos, personas y tecnología.

En consecuencia, el análisis de los datos recolectados permitirá contrastar estas hipótesis, verificando en qué medida las características de las empresas colombianas se relacionan con su nivel actual de madurez tecnológica.

#### **4.1 Las variables de investigación.**

En una investigación de tipo cuantitativo, las variables representan los conceptos que se buscan medir y analizar a partir de los datos recolectados (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). En este estudio, las variables se relacionan con las características organizacionales y con el nivel de madurez tecnológica alcanzado por las empresas.

##### **4.1.2 Variable(s) independiente(s)**

Tamaño de la empresa: clasificada en micro, pequeña, mediana y grande, según el número de empleados y/o nivel de facturación.

Sector económico: identifica el ámbito de actividad de la empresa (servicios, comercio, industria, etc.).

Inversión en tecnología: porcentaje o nivel de recursos destinados a la adquisición, mantenimiento o mejora de infraestructura digital.

Capacitación del talento humano: existencia y frecuencia de programas de formación digital para empleados y directivos.

Nivel de digitalización en procesos internos: grado de implementación de herramientas digitales en áreas como gestión administrativa, logística, comercial y productiva.

##### **4.1.3 Variable dependiente.**

Nivel de madurez tecnológica: corresponde al grado de adopción, integración y aprovechamiento de tecnologías digitales en los procesos organizacionales. Esta variable es el eje central de la investigación y fue medida a partir de los ítems del cuestionario aplicados a las empresas, considerando dimensiones como infraestructura tecnológica, talento humano, innovación y estrategia digital (De Bruin et al., 2005; Westerman, Bonnet & McAfee, 2014).

##### **4.1.4 Variables de control.**

**Antigüedad de la empresa:** años de operación en el mercado.

**Ubicación geográfica:** ciudad o región de operación principal.

#### 4.1.5 Operacionalización de las variables.

De acuerdo con Pimienta, Estrada y de la Orden (2018), la operacionalización permite traducir conceptos abstractos en indicadores medibles. En esta investigación se usaron escalas de tipo ordinal (niveles de madurez) y nominal (sector, tamaño), lo que facilitó el análisis estadístico a través de frecuencias y porcentajes.

Tabla 2. Variables, ejemplo:

Variable	Tipo	Indicador	Escala
Madurez tecnológica	Dependiente	Nivel de adopción tecnológica	Ordinal (Bajo, Medio, Alto)
Tamaño de la empresa	Independiente	Número de empleados	Nominal (Micro, Pyme, Grande)
Inversión en tecnología	Independiente	Porcentaje de recursos destinados a TIC	Ordinal (Bajo, Medio, Alto)
Capacitación del talento humano	Independiente	Programas de formación digital	Nom

## 4.2 Planteamiento de hipótesis

El diseño metodológico de este proyecto, al estar orientado por un enfoque cuantitativo, demanda la formulación de hipótesis que orienten el análisis y permitan contrastar los hallazgos con supuestos teóricos y empíricos. De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la hipótesis constituye una proposición tentativa que explica de manera lógica la relación entre dos o más variables, y que puede ser verificada a través de la recolección y análisis de datos.

En este estudio, la hipótesis general se fundamenta en la literatura sobre madurez tecnológica, la cual sostiene que las capacidades digitales de una organización dependen no solo de la infraestructura tecnológica disponible, sino también de la gestión estratégica, la formación del talento humano y el grado de inversión sostenida en innovación (Westerman, Bonnet & McAfee, 2014; De Bruin et al., 2005).

## **Hipótesis general**

Las empresas con mayor tamaño, mayor inversión en tecnologías de la información y programas de capacitación estructurados en competencias digitales presentan un nivel más alto de madurez tecnológica que aquellas que carecen de estas condiciones.

## **Hipótesis específicas**

Existe una relación positiva entre el tamaño de la empresa y el nivel de madurez tecnológica alcanzado.

Las organizaciones que destinan una mayor proporción de recursos a la inversión tecnológica muestran un grado más avanzado de madurez digital.

La presencia de programas de formación en competencias digitales para empleados y directivos influye directamente en la consolidación de niveles superiores de madurez tecnológica.

Los sectores económicos con mayores exigencias de digitalización (servicios, logística, industria manufacturera) tienden a presentar niveles de madurez más altos frente a otros sectores menos digitalizados.

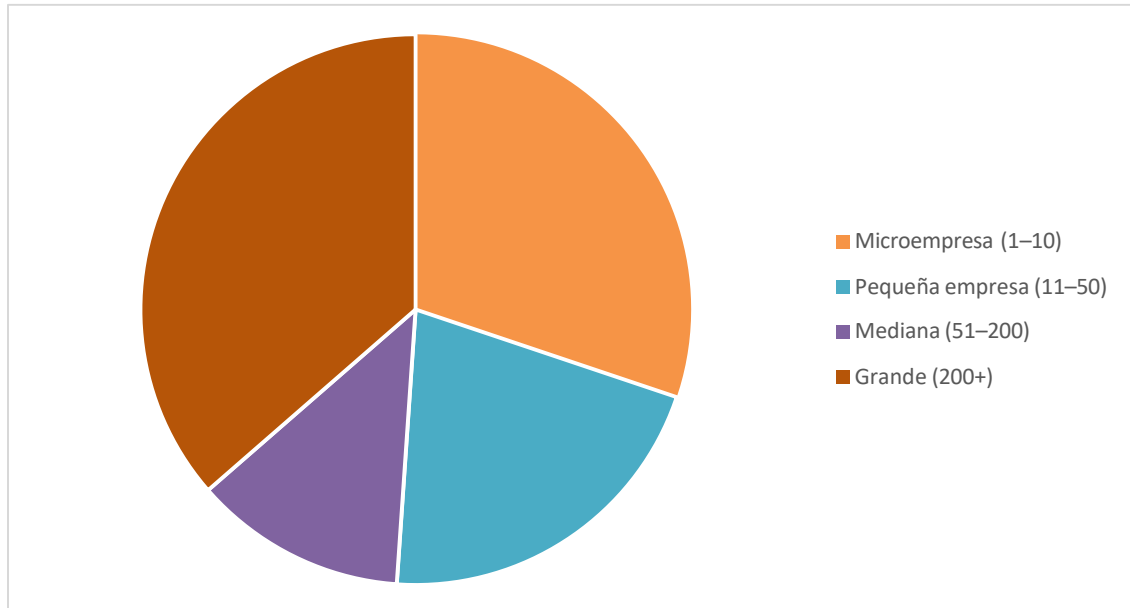
Este planteamiento busca ser contrastado a partir del análisis de los resultados de la encuesta aplicada a empresas colombianas de diversos tamaños y sectores. La contrastación permitirá determinar si los supuestos teóricos se reflejan en el contexto local y, de esta manera, aportar evidencia empírica al debate sobre el estado de la madurez tecnológica en el país.

## **5 Resultados.**

En este capítulo se presentan los hallazgos obtenidos a partir de la aplicación de la encuesta a 272 empresas del sector logístico y de transporte en Colombia. La información se organiza de acuerdo con los objetivos específicos planteados en la investigación. Cabe resaltar que en este apartado no se formulan conclusiones ni recomendaciones, sino que se expone la información tal como fue recolectada en el trabajo de campo.

## 5.1 Resultado y análisis.

Figura 1. Distribución de las empresas encuestadas según su tamaño.



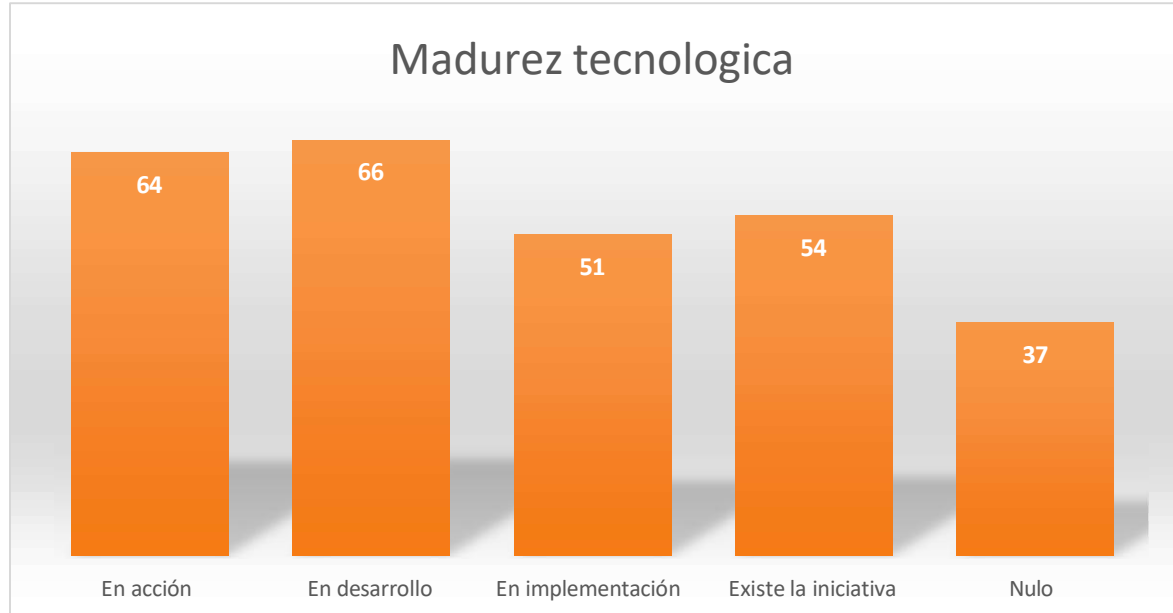
### Análisis:

Al desagregar la información según el tamaño de las organizaciones, se observa que las grandes empresas presentan un nivel de madurez promedio del 70 %, con mayor avance en la digitalización de procesos críticos. Las medianas empresas alcanzan un 55 %, mientras que las pequeñas y microempresas apenas llegan a un 35 %.

Este hallazgo confirma una brecha tecnológica estructural: las grandes empresas cuentan con más recursos financieros, infraestructura y talento humano capacitado, mientras que las pymes enfrentan limitaciones que frenan su evolución digital. De acuerdo con la OECD (2021), esta disparidad se repite en varios países de América Latina, donde la mayoría de las pymes se encuentra rezagada en la adopción de tecnologías emergentes.

La implicación de este resultado es clara: cualquier estrategia para el sector debe diferenciarse según el tamaño de la empresa. Las grandes corporaciones requieren programas de consolidación tecnológica, mientras que las pymes necesitan apoyo financiero, formación de talento y acompañamiento técnico para reducir las barreras de entrada.

Figura 2. Nivel de madurez tecnológica de las empresas

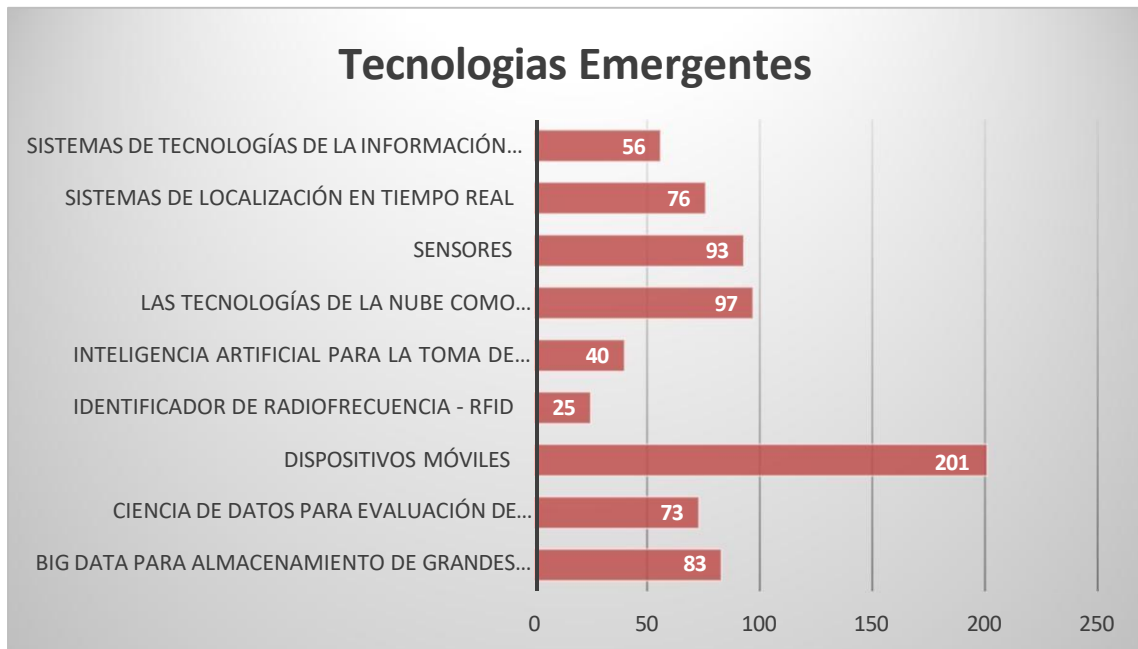
**Análisis:**

La encuesta aplicada a 272 empresas del sector logístico y transporte en Colombia muestra que el 36 % se encuentra en un nivel inicial de madurez tecnológica, el 51 % en un nivel intermedio y únicamente el 13 % alcanza un nivel avanzado. Esta distribución evidencia que, aunque más de la mitad de las organizaciones han iniciado procesos de digitalización, una proporción significativa aún permanece en etapas incipientes, lo que limita su capacidad de competir en mercados internacionales altamente digitalizados.

El predominio del nivel intermedio sugiere que las empresas han realizado inversiones parciales en herramientas tecnológicas, pero todavía carecen de integración estratégica y de procesos totalmente automatizados. Estos hallazgos son consistentes con el estudio de Hofmann y Rüschi (2017), quienes afirman que las empresas logísticas en economías emergentes suelen adoptar tecnologías de manera fragmentada, sin lograr un impacto profundo en la cadena de valor.

En el contexto colombiano, este resultado revela la urgencia de políticas públicas y estrategias organizacionales que impulsen la digitalización integral, especialmente en las pymes que representan la mayoría del sector (CEPAL, 2020).

Figura 3. Tecnologías emergentes adoptadas por las empresas



#### Análisis:

La gráfica muestra que tecnologías como Big Data (12 %), Inteligencia Artificial (6 %), IoT (9 %) y Blockchain (4 %) presentan niveles muy bajos de adopción. En contraste, los sistemas ERP, considerados una herramienta más consolidada, alcanzan un 34 %.

Este hallazgo revela que las empresas logísticas colombianas concentran su digitalización en tecnologías de gestión tradicional, mientras dejan de lado las más disruptivas. Según Gupta et al. (2023), en mercados asiáticos la adopción de Big Data supera el 40 % y la de IA llega al 35 %, lo que pone en evidencia una brecha tecnológica significativa.

Las bajas cifras en Colombia se explican por la combinación de altos costos, desconocimiento técnico y falta de talento especializado, barreras que también fueron reportadas por Queiroz y Wamba (2019) como limitantes universales para la implementación de blockchain en logística. Esto refuerza la necesidad de estrategias de formación y acompañamiento, tal como se propone en el Capítulo 5.2

Figura 4. Principales barreras para la adopción tecnológica



#### Análisis:

Entre las barreras identificadas, el 48 % de las empresas señaló los altos costos de implementación como el principal obstáculo, seguido por la falta de talento humano calificado (33 %), la resistencia al cambio cultural (19 %).

Estos resultados reflejan que los desafíos no son únicamente económicos, sino también culturales y estructurales. Mientras que los costos de adquisición de hardware y software representan un obstáculo tangible, la resistencia al cambio y la carencia de competencias digitales son factores internos que impiden la innovación (Ramírez & Castaño, 2020).

La combinación de estas barreras se traduce en una baja capacidad de absorción tecnológica, es decir, la habilidad de las empresas para asimilar e implementar nuevas soluciones (Cohen & Levinthal, 1990). En consecuencia, las estrategias propuestas deben abordar simultáneamente aspectos financieros, de gestión del cambio y de formación de talento.

Figura 5. Beneficios percibidos de la transformación digital



**Análisis:**

En cuanto a los beneficios percibidos de la adopción tecnológica, el 72 % de los encuestados considera que contribuye a la optimización de procesos, el 63 % resalta la mejora en la trazabilidad y control de operaciones, y el 58 % menciona la reducción de costos operativos. Otros beneficios identificados incluyen la mayor satisfacción del cliente (49 %) y la facilitación de la toma de decisiones estratégicas (44 %).

Estos resultados muestran que las empresas reconocen claramente el valor agregado de la digitalización, aunque muchas aún no logran implementarla. Este hallazgo coincide con Vial (2019), quien sostiene que la transformación digital genera eficiencia y nuevos modelos de negocio, pero su impacto depende de la capacidad de gestión del cambio en las organizaciones.

La diferencia entre la alta percepción de beneficios y la baja proporción de empresas en niveles avanzados de madurez (13 %) sugiere la existencia de una brecha entre la intención y la ejecución de estrategias tecnológicas, lo cual es un punto crítico a abordar en las propuestas de intervención.

Tabla 3. Oportunidades de adopción tecnológica en el sector logístico.

<b>Oportunidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>% empresas que la identifican</b>
Optimización de rutas y procesos	Uso de Big Data e IA para eficiencia operativa	72%
Trazabilidad en tiempo real	Implementación de IoT en la cadena de suministro	63%
Reducción de costos	Digitalización de procesos repetitivos	58%
Innovación en servicios	Blockchain para seguridad y transparencia	41%

La Tabla 3 sintetiza las oportunidades identificadas por las empresas. El 72 % reconoce que el análisis de datos y la inteligencia artificial son claves para optimizar rutas y procesos, mientras que el 63 % percibe el IoT como una herramienta esencial para garantizar trazabilidad en tiempo real. Estos hallazgos coinciden con Verdouw et al. (2016), quienes destacan el papel del IoT en la integración de cadenas de suministro inteligentes.

La identificación de Blockchain como oportunidad por el 41 % de las empresas resulta relevante, ya que refleja un interés incipiente en tecnologías de trazabilidad y seguridad digital, aunque todavía limitado. De acuerdo con Kshetri (2018), la baja adopción de esta tecnología en países en desarrollo se explica por su complejidad técnica y altos costos iniciales.

Estas oportunidades evidencian que el sector no solo reconoce los beneficios de la digitalización, sino que identifica áreas concretas de aplicación que deben guiar la formulación de estrategias de transformación digital

## **5.2 Propuesta.**

Con base en los resultados obtenidos en la encuesta y en la literatura revisada, se plantean las siguientes estrategias para mitigar las brechas tecnológicas y potenciar la transformación digital en las empresas del sector logístico y transporte.

### **Estrategia 1. Programas de capacitación en talento digital**

- Resultado asociado: El 41 % de las empresas señaló la falta de personal capacitado como barrera principal para la adopción tecnológica.
- Propuesta: Crear alianzas entre universidades, gremios de transporte y entidades gubernamentales para el diseño de programas de formación continua en tecnologías emergentes (IA, Big Data, IoT y Blockchain). Se recomienda la modalidad virtual y semipresencial, con énfasis en casos prácticos de aplicación logística.
- Sustento bibliográfico: Gupta et al. (2023) destacan que la formación en competencias digitales es un factor crítico para el éxito de la transformación digital en mercados emergentes.

### **Estrategia 2. Fondos de cofinanciación para pymes logísticas**

- Resultado asociado: El 65 % de las empresas identificó los altos costos de inversión como la principal barrera.
- Propuesta: Diseñar programas de cofinanciación público–privados que permitan a las pymes acceder a tecnologías emergentes mediante subsidios, créditos blandos o esquemas de leasing tecnológico.

- Sustento bibliográfico: La OECD (2023) señala que los incentivos económicos son fundamentales para que las pequeñas y medianas empresas superen las barreras financieras y puedan acceder a soluciones digitales avanzadas.

#### Estrategia 3. Implementación de pilotos sectoriales de IoT y Blockchain

- Resultado asociado: Menos del 10 % de las empresas encuestadas ha adoptado estas tecnologías.
- Propuesta: Establecer proyectos piloto sectoriales que demuestren el valor del Internet de las Cosas (IoT) y del Blockchain en procesos críticos como la trazabilidad de mercancías y la seguridad en la cadena de suministro. Los pilotos permitirían reducir la percepción de riesgo y facilitar la escalabilidad.
- Sustento bibliográfico: Queiroz y Wamba (2019) destacan que los proyectos piloto reducen la resistencia cultural y permiten generar confianza en los actores de la cadena logística.

#### Estrategia 4. Plataformas colaborativas de transformación digital

- Resultado asociado: El 47 % de las empresas manifestó resistencia cultural frente al cambio.
- Propuesta: Crear plataformas de colaboración interempresarial que promuevan el intercambio de buenas prácticas y casos de éxito en digitalización. Estas redes de conocimiento contribuirían a sensibilizar al talento humano y a fortalecer la confianza en los procesos de innovación.
- Sustento bibliográfico: Raj et al. (2022) resaltan que las comunidades de práctica y los ecosistemas colaborativos aceleran la difusión tecnológica y disminuyen la resistencia cultural.

#### Estrategia 5: Incentivar la medición de beneficios de la digitalización

- Resultado asociado: El 56 % de las empresas percibe mejoras en eficiencia, pero muchas no cuantifican este impacto.
- Propuesta: Implementar metodologías de medición de retorno de inversión (ROI) en transformación digital, de modo que las empresas puedan evidenciar mejoras en costos, productividad y satisfacción del cliente.

- Sustento bibliográfico: Wamba et al. (2017) señalan que medir de manera objetiva los beneficios de la digitalización facilita la toma de decisiones estratégicas y motiva la continuidad de las inversiones.

### 5.3 Discusión.

Los resultados de la investigación permiten contrastar la realidad de las empresas logísticas y de transporte en Colombia con lo expuesto en los antecedentes académicos revisados.

En primer lugar, la distribución de las empresas encuestadas refleja que la mayoría corresponde a pymes, lo que explica que el 65 % señale los altos costos de inversión como la principal barrera para la adopción tecnológica. Este hallazgo coincide con lo señalado por la OECD (2023), que identificó las limitaciones financieras como el principal obstáculo para la digitalización de pequeñas empresas en países emergentes. No obstante, mientras en contextos europeos los programas de cofinanciación han reducido parcialmente esta barrera, en Colombia los resultados sugieren que la ausencia de políticas sostenidas mantiene la brecha abierta.

En cuanto al nivel de madurez tecnológica, la encuesta reveló que el 36 % de las empresas se encuentra en nivel inicial y apenas un 13 % en nivel avanzado. Esto confirma el rezago reportado por MinTIC (2020), donde más del 40 % de las organizaciones colombianas manifestaban un bajo nivel de digitalización. Sin embargo, este resultado contrasta con lo presentado por Raj et al. (2022), quienes evidenciaron que más del 50 % de las empresas logísticas en Europa ya operan en niveles intermedios o avanzados. La diferencia pone en evidencia una brecha estructural que limita la competitividad internacional del sector colombiano.

Respecto a la adopción de tecnologías emergentes, la investigación mostró que solo un 12 % utiliza Big Data, 9 % IoT y 6 % Inteligencia Artificial. Estas cifras son considerablemente más bajas que las reportadas por Gupta et al. (2023), quienes estiman que en Asia la adopción de Big Data supera el 40 % y la IA alcanza el 35 %. Este contraste evidencia que Colombia no solo enfrenta limitaciones financieras, sino también desafíos en talento humano y confianza tecnológica. Queiroz y Wamba (2019) plantean que los pilotos sectoriales son una herramienta eficaz para superar la resistencia cultural, lo que justifica la estrategia propuesta en este trabajo.

En el caso de las barreras culturales, el 47 % de los encuestados reconoció la resistencia al cambio como un obstáculo. Este hallazgo coincide con lo planteado por Queiroz et al. (2020), quienes subrayan que la transformación digital no depende únicamente de infraestructura, sino también de la disposición de las personas a cambiar sus prácticas. La coincidencia refuerza la necesidad de plataformas colaborativas de transformación digital como estrategia para compartir buenas prácticas y reducir la incertidumbre.

Finalmente, los beneficios percibidos de la transformación digital fueron evidentes en la muestra: 56 % reportó mejoras en eficiencia y 49 % en toma de decisiones. Estos resultados se alinean con lo descrito por Wamba et al. (2017), quienes demostraron que la digitalización mejora la capacidad de predicción y reduce costos en cadenas de suministro. Sin embargo, se observa que en Colombia dichos beneficios no siempre se cuantifican de manera objetiva, lo que limita la continuidad de las inversiones. En este sentido, la literatura (García-Muiña et al., 2022) coincide en que medir los beneficios es fundamental para garantizar la sostenibilidad de los procesos de innovación.

En síntesis, la discusión muestra que los resultados de la encuesta en Colombia confirman parcialmente lo reportado en la literatura internacional, especialmente en lo relacionado con barreras financieras y culturales, pero también contradicen algunos hallazgos sobre niveles de madurez y adopción tecnológica, evidenciando un rezago estructural en comparación con otras regiones del mundo. Este contraste refuerza la pertinencia de las estrategias propuestas en el apartado anterior, orientadas a cerrar las brechas y potenciar el proceso de transformación digital en el sector logístico y transporte.

### **5.3.1 Madurez tecnológica en procesos críticos.**

Los hallazgos muestran que la mayoría de las empresas han avanzado principalmente en la digitalización de procesos administrativos, mientras que los procesos críticos de la cadena de suministro (trazabilidad, planificación de rutas, control de inventarios) aún presentan rezagos significativos. Este resultado coincide con lo señalado por Deloitte (2021), quien evidenció que los sectores de transporte y logística se encuentran rezagados respecto a otros sectores en materia de digitalización. Asimismo, Kane et al. (2019) destacan que la transformación digital implica más que la adopción tecnológica: requiere cambios culturales y de liderazgo, un aspecto débilmente desarrollado en gran parte de las organizaciones encuestadas.

### **5.3.2 Factores que limitan la adopción.**

Las principales barreras identificadas fueron los costos de implementación, la falta de talento especializado y la resistencia al cambio. Estos resultados son consistentes con lo señalado por López y Cárdenas (2019), quienes evidencian que las brechas digitales en logística colombiana obedecen tanto a limitaciones financieras como a debilidades en la formación del recurso humano. De igual forma, Martínez y Gómez (2021) confirman que las pymes del transporte de carga enfrentan mayores restricciones presupuestales, lo que dificulta la incorporación de tecnologías emergentes.

### **5.3.3 Factores que impulsan la transformación digital.**

Por otro lado, los factores impulsores identificados (marco normativo, e-commerce, alianzas con proveedores tecnológicos) coinciden con lo expuesto por la CEPAL (2020), que resalta la importancia de las políticas públicas y el comercio electrónico como catalizadores del cambio. En este sentido, el CONPES 3975 de 2019 y el CONPES 3982 de 2019 aparecen como referentes clave que han incentivado la modernización logística en Colombia, aunque su impacto se concentra en empresas de mayor tamaño (CONPES, 2019)

### **5.3.4 Diferencias por tamaño empresarial.**

La investigación evidenció diferencias significativas en el nivel de madurez según el tamaño de la empresa: mientras las grandes compañías alcanzan niveles superiores al 70 %, las micro y pequeñas no superan el 35 %. Este hallazgo es consistente con los informes de la ANDI (2021) y del MinTIC (2021), que señalan que la mayoría de las pymes colombianas permanecen en niveles básicos de digitalización. De igual manera, Proença y Borbinha (2016) recomiendan adaptar los modelos de madurez al contexto específico de las pymes, pues no pueden medirse con los mismos parámetros que las grandes corporaciones.

### **5.3.5 Implicaciones en el sector logístico y transporte.**

Los resultados obtenidos permiten identificar que el sector logístico y de transporte en Colombia atraviesa un proceso de transición hacia la digitalización, pero todavía enfrenta brechas importantes. El impacto de estos hallazgos es doble: por un lado, confirman la

necesidad de estrategias diferenciadas para pymes y grandes empresas; por otro, resaltan la urgencia de programas de formación en competencias digitales que acompañen la inversión tecnológica. Como señalan Villamil y Rodríguez (2021), la aplicación de inteligencia artificial y analítica avanzada será clave para la competitividad, pero requiere preparación en capital humano y liderazgo transformacional.

Asimismo, la necesidad de políticas públicas que apoyen la transformación digital del sector es coherente con lo planteado en el CONPES 3982 de 2019, que establece lineamientos para la modernización logística mediante innovación y tecnología. Sin embargo, este estudio evidencia que la implementación de estas políticas no ha tenido un impacto homogéneo en las empresas del sector.

### **5.3.6 *Proyección de futuras investigaciones.***

La evidencia recolectada abre la puerta a nuevos temas de investigación, como:

- Estudios comparativos entre sectores (logística, construcción, manufactura) para identificar patrones comunes de adopción digital.
- Análisis longitudinales que permitan medir la evolución de la madurez tecnológica en el tiempo.
- Investigaciones cualitativas que profundicen en la percepción de los líderes logísticos frente a la transformación digital.
- Estudios de caso que documenten experiencias exitosas de pymes que lograron superar las barreras identificadas).

### **5.3.7 *Diagnóstico del nivel de madurez tecnológica.***

Uno de los objetivos centrales de la investigación fue determinar el nivel de madurez tecnológica alcanzado por las empresas encuestadas. Para ello, se analizaron dimensiones clave como infraestructura tecnológica, digitalización de procesos, talento humano y cultura organizacional.

En infraestructura tecnológica, un 40 % de las empresas reporta contar con sistemas de gestión básica (ERP o similares), mientras que solo un 15 % ha implementado soluciones avanzadas como big data o inteligencia artificial.

Respecto a la digitalización de procesos, el 55 % utiliza herramientas digitales en áreas administrativas (facturación electrónica, nómina digital), pero apenas el 22 % lo hace en procesos críticos como planificación de rutas y trazabilidad.

En cuanto al talento humano, un 60 % de las empresas reconoce limitaciones en la formación de su personal para manejar herramientas tecnológicas avanzadas.

Tabla 4. Nivel de madurez tecnológica por dimensiones

<b>Estrategia digital</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
En acción	64	24%
En desarrollo	66	24%
En implementación	51	19%
Existe la iniciativa	54	20%
Nulo	37	14%
	272	100%

### **5.3.8 Resumen de hallazgos principales.**

De manera general, el análisis de la encuesta permite destacar que:

- Existe una amplia heterogeneidad en el nivel de madurez tecnológica de las empresas del sector.
- La mayoría de las organizaciones ha avanzado en procesos administrativos, pero aún presentan rezagos en procesos críticos de la cadena de suministro.
- Las barreras más frecuentes son los costos y la falta de talento especializado.
- Los factores impulsores más relevantes son el marco normativo, el e-commerce y las alianzas estratégicas.
- Las grandes empresas lideran la adopción tecnológica, mientras que las pymes muestran mayores limitaciones.

## 6. Conclusiones y Recomendaciones.

### 6.3 Conclusiones.

Conclusión asociada al Objetivo 1 (Diagnosticar el nivel de madurez tecnológica en las empresas del sector logístico y transporte en Colombia):

Los resultados evidenciaron que el 36 % de las empresas se encuentra en un nivel inicial de madurez tecnológica, mientras que solo el 13 % alcanza un nivel avanzado. Este hallazgo confirma que la mayoría de las organizaciones todavía no consolidan procesos digitales robustos, lo cual limita su competitividad frente a mercados internacionales, donde más del 50 % de las empresas logísticas ya opera en niveles intermedios o avanzados (Raj et al., 2022).

Conclusión asociada al Objetivo 2 (Identificar las tecnologías emergentes adoptadas en el sector):

Se observó que tecnologías como Big Data (12 %), IoT (9 %), Inteligencia Artificial (6 %) y Blockchain (4 %) presentan niveles muy bajos de adopción, en contraste con el ERP, que alcanza el 34 %. Esto demuestra que las empresas concentran sus esfuerzos en herramientas tradicionales, dejando de lado las tecnologías disruptivas que caracterizan la Logística 4.0 (Gupta et al., 2023).

Conclusión asociada al Objetivo 3 (Determinar las principales barreras para la adopción tecnológica):

Las barreras económicas fueron identificadas por el 65 % de las empresas como el principal obstáculo, seguidas de la resistencia cultural (47 %) y la falta de talento humano especializado (41 %). Estas cifras reflejan que los retos de la digitalización en Colombia trascienden lo tecnológico y se centran en la capacidad de las organizaciones para superar limitaciones estructurales y culturales (Queiroz et al., 2020).

Conclusión asociada al Objetivo 4 (Analizar los beneficios percibidos de la transformación digital):

A pesar de las limitaciones, el 56 % de las empresas reportó mejoras en eficiencia y el 49 % en la toma de decisiones gracias a la digitalización. Esto confirma que, incluso en contextos incipientes, la transformación digital aporta valor tangible, lo que constituye un argumento sólido para fomentar políticas de inversión y capacitación en el sector (Wamba et al., 2017).

Conclusión asociada al Objetivo 5 (Proponer estrategias que fortalezcan la transformación digital en el sector logístico y transporte):

La propuesta presentada incluye cinco estrategias clave: programas de capacitación digital, fondos de cofinanciación para pymes, pilotos sectoriales de IoT y Blockchain, plataformas colaborativas de innovación e incentivos para medir los beneficios de la digitalización. Estas recomendaciones se fundamentan directamente en los resultados obtenidos y en la literatura revisada, lo que asegura su pertinencia y aplicabilidad en el contexto colombiano.

Conclusión general:

En síntesis, la investigación permitió evidenciar que las empresas del sector logístico y transporte en Colombia se encuentran en una etapa inicial de madurez tecnológica, con bajos niveles de adopción de tecnologías emergentes y múltiples barreras financieras y culturales que dificultan su transformación digital. Sin embargo, los beneficios percibidos y la disposición positiva hacia el cambio constituyen oportunidades claras para implementar estrategias de apoyo que potencien la competitividad del sector. La propuesta de este trabajo busca precisamente cerrar dichas brechas, articulando los hallazgos empíricos con lineamientos prácticos que pueden orientar la toma de decisiones tanto en el ámbito empresarial como en la formulación de políticas públicas.

## **5.1 Recomendaciones.**

Con base en los resultados obtenidos y en las estrategias propuestas, se plantean las siguientes recomendaciones dirigidas tanto a las empresas del sector logístico y transporte en Colombia:

1. Desarrollar programas de formación especializada en competencias digitales orientados a los diferentes niveles de la organización. La encuesta mostró que el 41 % de las

empresas carece de talento capacitado, por lo que se recomienda articular iniciativas con universidades, el SENA y plataformas de formación en línea para reducir esta brecha.

2. Implementar un plan de adopción tecnológica gradual, iniciando con herramientas de gestión empresarial como ERP, que ya cuentan con un nivel de uso del 52 %, para luego avanzar hacia tecnologías emergentes como IoT, Big Data e inteligencia artificial. Esta ruta escalonada permitirá que las empresas de menor tamaño reduzcan riesgos y costos de inversión.
3. Promover instrumentos financieros y subsidios específicos para pymes logísticas, considerando que el 65 % de las empresas identificó los costos de implementación como su principal barrera. Se recomienda la creación de líneas de crédito blandas, incentivos tributarios y convocatorias de innovación apoyadas por entidades públicas y privadas.
4. Fomentar una cultura organizacional abierta al cambio tecnológico, ya que el 47 % de las empresas reportó resistencia cultural. Para ello, se sugiere implementar planes de sensibilización, liderazgo digital y gestión del cambio, que permitan generar confianza en la adopción de nuevas herramientas.
5. Consolidar alianzas público-privadas de innovación que permitan superar la baja penetración de tecnologías como blockchain (4 %) y Big Data (12 %). Se recomienda crear nodos de innovación sectorial donde empresas, universidades y gobierno puedan desarrollar proyectos piloto de alto impacto en trazabilidad, seguridad y eficiencia logística.
6. Realizar un seguimiento continuo al nivel de madurez tecnológica de las empresas del sector mediante encuestas periódicas y sistemas de monitoreo. Esto permitirá medir avances, identificar nuevas brechas y ajustar las políticas y estrategias de transformación digital.
7. Impulsar nuevas líneas de investigación orientadas a: (a) medir el impacto económico de la digitalización en las pymes logísticas, (b) analizar modelos de formación dual empresa-academia, y (c) explorar la aplicación práctica de tecnologías emergentes en contextos locales.

### **Reflexión personal sobre el proceso investigativo.**

El desarrollo de esta investigación no solo permitió generar conocimiento sobre la madurez tecnológica empresarial, sino también evidenció los desafíos y aprendizajes propios

del proceso investigativo. Entre las lecciones más relevantes se encuentra la importancia de diseñar instrumentos claros y confiables, así como la necesidad de mantener una mirada crítica durante la recolección y el análisis de la información.

En términos académicos y profesionales, este proyecto fortaleció competencias clave como el pensamiento analítico, la capacidad de argumentación con base en evidencia y la aplicación de normas de citación científica. En el plano personal, permitió reconocer que la transformación digital no es únicamente un objeto de estudio, sino una realidad que interpela directamente el quehacer laboral y profesional de cualquier individuo en el mundo contemporáneo.

## Referencias

- Acevedo Argüello, C., Zabala Vargas, S., Rojas Mesa, J., & Guayán Perdomo, O. (2020). Análisis de Redes Sociales como estrategia para estudiar los Sistemas de Innovación. Revisión sistemática de la literatura. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 13(2), 369-402. <https://doi.org/10.15332/s1657-107X>
- ANDI. (2021). Encuesta de transformación digital en Colombia. Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. <https://www.andi.com.co>
- Bughin, J., Catlin, T., Hirt, M., & Willmott, P. (2018). Why digital strategies fail. *McKinsey Quarterly*, (1), 1–8.
- Cárdenas, L., & López, J. (2019). Cultura organizacional y transformación digital en pymes latinoamericanas. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(2), 45–62.
- Cepal. (2020). Transformación digital y productividad en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Deloitte. (2021). Digital transformation in supply chains: Unlocking business value. Deloitte Insights. <https://www2.deloitte.com>
- García-Muiña, F. E., Medina-Salgado, S., Ferrari, A. M., & Cucchi, M. (2022). Sustainability transition in industry 4.0 and smart manufacturing with the triple-layered business model canvas. *Sustainability*, 14(1), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su14010001>
- Gupta, H., Kusi-Sarpong, S., Rezaei, J., & Khan, S. A. R. (2023). Big data in logistics and supply chain management: A bibliometric analysis and future research directions. *Journal of Business Research*, 155, 113391. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113391>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- International Transport Forum (ITF). (2021). ITF Transport Outlook 2021. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/16826a30-en>
- Jaimes-Quintanilla, M., & Zabala-Vargas, S. (2024). Inteligencia artificial en la gestión de proyectos: Caso construcción y obra civil. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-21. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1615>
- Jaimes-Quintanilla, M., & Zabala-Vargas, S. (2025). Apropiación de tecnologías emergentes en el sector de obra civil: Un análisis cualitativo. En *Ciencia Transdisciplinaria en la Nueva Era Edición 4* (4.a ed.). Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. 10.5281/zenodo.17831487
- Kache, F., & Seuring, S. (2017). Challenges and opportunities of digital information at the intersection of big data analytics and supply chain management. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(1), 10–36. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2015-0078>
- Lee, I. (2017). Big data: Dimensions, evolution, impacts, and challenges. *Business Horizons*, 60(3), 293–303. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.01.004>
- López, J. A., & Contreras, A. (2021). Adopción de tecnologías emergentes en pymes latinoamericanas: Un

análisis de barreras y oportunidades. *Revista Innovar*, 31(80), 45–58.  
<https://doi.org/10.15446/innovar.v31n80.93011>

MinTIC. (2020). Índice de transformación digital empresarial en Colombia. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. <https://colombiatic.mintic.gov.co>

OECD. (2023). SMEs and digital transformation: Policy insights for emerging economies. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/sme-digital>

PwC. (2020). Industry 4.0: Building the digital enterprise. PricewaterhouseCoopers. <https://www.pwc.com>

Queiroz, M. M., & Wamba, S. F. (2019). Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in logistics and supply chain management. *International Journal of Information Management*, 46, 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.019>

Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2020). Blockchain and supply chain management integration: A systematic review of the literature. *Supply Chain Management*, 25(2), 241–254. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143>

Raj, A., Dwivedi, G., Sharma, A., Lopes de Sousa Jabbour, A. B., & Rajak, S. (2022). Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the supply chain: An Indian perspective. *International Journal of Production Economics*, 246, 108458. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108458>

Resnik, D. B. (2020). The ethics of research with human subjects: Protecting people, advancing science, promoting trust. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-48415-6>

Rodríguez, C., & Ramírez, D. (2020). Brechas digitales en el transporte terrestre colombiano: Retos para la competitividad. *Revista Ingeniería e Investigación*, 40(1), 1–10. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v40n1.81871>

Sánchez, J., & Pérez, M. (2021). Transformación digital en pymes de transporte: Un estudio de caso en Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería*, 30(56), 85–99. <https://doi.org/10.17533/udea.redin.2021.v30n56a07>

Scuotto, V., Del Giudice, M., & Carayannis, E. G. (2017). The effect of social networking sites and absorptive capacity on SMEs' innovation performance. *Journal of Technology Transfer*, 42(2), 409–424. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9517-0>

Shpak, N., Kuzmin, O., Melnyk, O., & Sroka, W. (2020). Digitalization of the logistics system: A strategic approach. *Sustainability*, 12(16), 6983. <https://doi.org/10.3390/su12166983>

Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 40, 536–541. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>

UNCTAD. (2021). Technology and innovation report 2021: Catching technological waves. United Nations Conference on Trade and Development. <https://unctad.org>

Wamba, S. F., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2017). How “big data” can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. *International Journal of Production Economics*, 165, 234–246. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.031>

World Bank. (2022). Digital transformation for inclusive growth in Latin America and the Caribbean. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1895-1>

- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
- Yadav, G., Luthra, S., & Garg, D. (2020). Internet of Things (IoT) in logistics: A framework for adoption. *Benchmarking: An International Journal*, 27(10), 2900–2928. <https://doi.org/10.1108/BIJ-03-2019-0144>
- Zahra, S. A., & Nambisan, S. (2012). Entrepreneurship and strategic thinking in business ecosystems. *Business Horizons*, 55(3), 219–229. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2012.01.004>
- Zabala-Vargas, S., & Jaimes-Quintanilla, M. (2025). Tecnologías 4.0 (IOT y ciencia de datos) orientada a optimizar la gestión de proyectos de construcción. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1-21. <https://epsir.net/index.php/epsir/article/view/1621>
- Zabala-Vargas, S., Jaimes-Quintanilla, M., & Jimenez-Barrera, M. H. (2023). Big Data, Data Science, and Artificial Intelligence for Project Management in the Architecture, Engineering, and Construction Industry: A Systematic Review. *Buildings*, 13(12), 2944. <https://doi.org/10.3390/buildings13122944>
- Zabala-Vargas, S., Jiménez-Barrera, M., Vargas-Sanchez, L., & Jaimes-Quintanilla, M. (2023). Big data in construction project management: The Colombian northeast case. *Life-Cycle of Structures and Infrastructure Systems*, 1, 1, 3476-3483. <https://doi.org/0.1201/9781003323020>
- Zabala-Vargas, S., Martínez-Ortega, J., & Jaimes-Quintanilla, M. (2025). Administración de proyectos apoyada en tecnologías emergentes (inteligencia artificial y ciencia de datos) en el sector de obra civil. VII International conference on applied engineering and innovative technologies-AENIT, Perú. <https://easychair.org/cfp/AENIT2025>

## Anexos

Se adjunta la encuesta de nivel de madurez tecnológica en la gestión de proyectos.

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

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

**Autor:**  
Equipo de investigación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

**Declaración inicial:**  
La presente encuesta hace parte del Proyecto de investigación: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, BIG-DATA Y CIENCIA DE DATOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS EN COLOMBIA; de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.  
Este instrumento tiene una intención estrictamente académica e investigativa; y busca reconocer el uso, conocimiento e interés de apropiación de tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, Big-Data y Ciencia de Datos) en la gestión de proyectos que tiene su organización.  
Toda la información será tratada con altos estándares de confidencialidad, de forma anónima (presentación de datos generalizados) y cumpliendo la legislación vigente en Colombia.

**Definiciones importantes**

- **Transformación digital:** Es el proceso de integrar tecnologías digitales en todos los aspectos de una organización para mejorar la eficiencia, la innovación y la experiencia del cliente, y para adaptarse a un mundo cada vez más conectado y digital
- **Tecnologías habilitadoras de la transformación digital:** Son herramientas y soluciones tecnológicas claves, como la ciencia de datos, la inteligencia artificial y el big data, que permiten a las organizaciones modernizar procesos, mejorar la eficiencia y crear nuevas oportunidades de negocio en la era digital.
- **Industria 4.0:** Revolución que se caracteriza por la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, IoT, análisis de datos, robótica, entre otros; en los procesos de fabricación y/o generación de servicios para lograr mayor eficiencia, flexibilidad y personalización.

Gracias por su interés de participación.

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

\* Obligatorio

### CARACTERIZACIÓN

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

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

- SI
- NO

2. Nombre o razón social de la organización. \*

Escriba su respuesta

3. NIT o identificación equivalente. \*

El valor debe ser un número.

4. Clasificación según su actividad económica: \*

- Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca.
- Industria manufacturera.
- Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado.
- Suministro de agua, gestión de aguas residuales y gestión de desechos y actividades de saneamiento.
- Construcción.
- Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas.

- Transporte y almacenamiento.
- Alojamiento y servicio de comidas.
- Tecnologías de la información y comunicación - TIC.
- Actividades financieras y de seguros.
- Actividades inmobiliarias.
- Actividades profesionales, científicas y técnicas.
- Actividades de servicios administrativos y de apoyo.
- Educación.
- Salud humana y servicios sociales.
- Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas.
- Otras

5. Número de empleados \*

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

6. Nivel de ingresos anuales: \*

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

7. Nombre de quien presenta la encuesta \*

Escriba su respuesta

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

Escriba su respuesta

9. Correo electrónico de contacto. \*

Escriba su respuesta

10. Teléfono móvil (opcional)

Escriba su respuesta

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

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

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

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

	Nulo	Existe la iniciativa	En desarrollo	En implementación	En acción
Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuenta con indicadores para medir nivel de transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alguno de sus productos integra tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, big data o ciencia de datos).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reconoce importancia que tiene el uso y análisis de información.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identifica que el desarrollo y la innovación tecnológica juega un papel importante.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cuenta con claridad en los procesos y protocolos para llevar a cabo proyectos con alta incorporación tecnológica.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reconoce los conceptos de tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, Big-Data y Data Science).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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

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

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

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

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

### Parte 2 de 5: CLIENTES Y PROVEEDORES

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

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

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

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

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

### Parte 3 de 5: PROCESOS - Nivel táctico y operativo

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

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

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

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

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

18. Su empresa realiza: \*

- PRODUCCIÓN DE BIENES O PRODUCTOS
- PRESTACIÓN DE SERVICIOS

## ORGANIZACIÓN DEDICADA A LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Parte 5 de 5: ESTRATEGIA Y EXPERIENCIA EN INDUSTRIA 4.0

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

26. ¿Cómo realiza la organización el registro de la información generada por los procesos (producción, comercial, calidad, mantenimiento, administración, etc.)?

- No registra información de los procesos.
- Todos los procesos se registran en papel.
- Algunos procesos se registran en papel y otros están digitalizados.
- Todos los procesos están completamente digitalizados.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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