

**Optimización de la Gestión de Materiales en Obras Civiles en la Costa Atlántica  
Colombiana mediante Tecnologías Emergentes de Big Data e Inteligencia Artificial**

Ervin Enrique Barraza García

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

junio de 2024

**Optimización de la Gestión de Materiales en Obras Civiles en la Costa Atlántica  
Colombiana mediante Tecnologías Emergentes de Big Data e Inteligencia Artificial**

Ervin Enrique Barraza García

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

Asesor(a)  
Sergio Andrés Zabala Vargas  
Docente investigador  
Investigador Senior-Minciencias

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

## Contenido

Lista de tablas .....	5
Lista de figuras .....	6
Lista de anexos.....	7
RESUMEN .....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1 Descripción del problema.....	14
1.1.1 Panorama Internacional.....	14
1.1.2 Panorama Colombiano.....	15
1.2 La pregunta de investigación.....	18
1.3 Los objetivos de investigación.....	18
1.3.1 Objetivo general.....	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
1.4 Justificación de la investigación.....	19
2. MARCO DE REFERENCIA.....	21
2.1. Marco de Antecedentes / Estado del arte.....	21
2.2. Ecuación de Búsqueda.....	21
2.3. Estado del arte.....	21
2.4. Marco Teórico.....	25
2.3. Marco normativo.....	31
3. METODOLOGÍA.....	33
3.1. Enfoque y alcance de la investigación.....	33
3.2. Población y muestra.....	38
3.2.1. Definición de la población.....	38
3.2.2. Cálculo y selección de la muestra.....	38
3.3. Instrumento(s).....	38
3.4. Descripción de procedimientos.....	38

Optimización de la Gestión de Materiales en Obras Civiles en la Costa Atlántica  
Colombiana mediante Tecnologías Emergentes de Big Data e Inteligencia Artificial.

3.5. Análisis de información.....	39
3.6. Consideraciones éticas.....	39
3.6.1. Confidencialidad .....	39
3.6.2. Autonomía.....	39
4. HIPÓTESIS.....	40
4.1. Las variables .....	40
5. RESULTADOS .....	42
7. CONCLUSIONES.....	53
REFERENCIAS.....	57
Anexos.....	63

Optimización de la Gestión de Materiales en Obras Civiles en la Costa Atlántica  
Colombiana mediante Tecnologías Emergentes de Big Data e Inteligencia Artificial.

**Lista de tablas**

Tabla 1 *Marco Normativo Colombiano* ..... 32  
Tabla 2 *Clasificación de variables según sus características* ..... 33  
Tabla 3 *Clasificación de Variables de la investigación* ..... 40  
Tabla 4 *Matriz de correlación* ..... 42  
Tabla 5 *Medianas* ..... 42

## Lista de figuras

<i>Ilustración 1</i> Reconoce importancia que tiene el uso y análisis de información.....	43
<i>Ilustración 2</i> Nivel de adopción de tecnologías de automatización en la entrega de servicios.....	44
<i>Ilustración 3</i> La organización está utilizando la nube para almacenamiento de datos .....	44
<i>Ilustración 4</i> Dispone de alguna persona en la organización responsable de la transformación digital ..	45
<i>Ilustración 5</i> Nivel de integración de tecnologías digitales en la prestación de nuestros servicios .....	45
<i>Ilustración 6</i> Cómo está organizada su gestión en tecnologías de la información - TI .....	46
<i>Ilustración 7</i> Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital .....	47
<i>Ilustración 8</i> Nivel de Uso de herramientas digitales para mejorar la eficiencia en la prestación de servicios .....	47
<i>Ilustración 9</i> Grado de Digitalización de trabajo con proveedores .....	48
<i>Ilustración 10</i> Cuenta con indicadores para medir nivel de transformación digital.....	49
<i>Ilustración 11</i> Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección .....	50

Optimización de la Gestión de Materiales en Obras Civiles en la Costa Atlántica  
Colombiana mediante Tecnologías Emergentes de Big Data e Inteligencia Artificial.

**Lista de anexos**

Anexo 1 !G7-Encuesta identificación uso tecnologías emergentes en la gestión de proyectos ..... 63

## RESUMEN

**Introducción:** La industria de la construcción en la Costa Atlántica Colombiana enfrenta desafíos logísticos significativos. La adopción de tecnologías emergentes como Big Data e Inteligencia Artificial (IA) promete optimizar la gestión de materiales en obras civiles, mejorando la eficiencia y reduciendo costos. En Colombia, aún existe el desafío de la transición de los métodos clásicos de comunicación y análisis de la información, por lo que los costos, tiempos y accesibilidad de los materiales para las obras civiles se ven afectados.

**Objetivo:** En esta investigación se propuso identificar y analizar el impacto de Big Data e IA en la optimización de la cadena de suministro de materiales de construcción en la región, proponiendo estrategias basadas en estas tecnologías emergentes. Esto con el fin de brindar información a la comunidad de las ingenierías civiles y arquitectura sobre las nuevas herramientas como pilares de la evolución a la era digital.

**Metodología:** Se realizó una investigación tipo encuesta de 32 preguntas a 7 empresas del sector de construcción de la Costa Atlántica Colombiana. Se hizo análisis de estadística descriptiva el cual permitió identificar el nivel de uso, implementación y proyección del uso de estas tecnologías emergentes para optimizar la cadena logística en las obras civiles.

**Resultados:** La mayoría de las empresas del sector no están usando ni sacando provecho a las tecnologías emergentes y siguen con métodos clásicos de la gestión logística y de comunicación. Además de que no existe una gran inversión económica ni en talento humano para optimizar la cadena logística basada en la implementación de Big Data e IA, las cuales han demostrado mejorar la precisión en la predicción de necesidades de materiales, optimizando la cadena de suministro y reduciendo costos y tiempos de entrega.

**Conclusiones:** La integración de tecnologías emergentes en la gestión de materiales es crucial para la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos de construcción en la Costa Atlántica Colombiana, ofreciendo beneficios económicos y ambientales significativos, pero las empresas de esta investigación están lejos de aprovecharlas al máximo debido a su poco interés o inversión en el campo de las tecnologías.

**Palabras clave:** *Big Data, Inteligencia Artificial, gestión de materiales en obras civiles, Costa Atlántica Colombiana, optimización logística, tecnologías emergentes*

## ABSTRACT

**Introduction:** The construction industry in the Colombian Atlantic Coast faces significant logistical challenges. The adoption of emerging technologies such as Big Data and Artificial Intelligence (AI) promises to optimize material management in civil works, improving efficiency and reducing costs. In Colombia, the transition from classical methods of communication and information analysis remains a challenge, affecting the costs, times, and accessibility of materials for civil works.

**Objective:** This research aimed to identify and analyze the impact of Big Data and AI on the optimization of the construction materials supply chain in the region, proposing strategies based on these emerging technologies. The goal is to provide information to the civil engineering and architecture community about new tools as pillars of the evolution to the digital age.

**Methodology:** Survey-based research was conducted with 32 questions directed at 7 construction companies in the Colombian Atlantic Coast. Descriptive statistical analysis was performed to identify the level of use, implementation, and projection of these emerging technologies to optimize the logistics chain in civil works.

**Results:** Most companies in the sector are not using or taking advantage of emerging technologies and continue with classical methods of logistics and communication management. Additionally, there is a lack of significant economic investment and human talent to optimize the logistics chain based on the implementation of Big Data and AI, which have demonstrated improvements in the accuracy of material needs prediction, optimizing the supply chain, and reducing costs and delivery times.

**Conclusions:** The integration of emerging technologies in material management is crucial for the efficiency and sustainability of construction projects in the Colombian Atlantic Coast, offering significant economic and environmental benefits. However, the companies in this study are far from fully leveraging these technologies due to their limited interest or investment in the field.

**Keywords:** *Big Data, Artificial Intelligence, material management in civil works, Colombian Atlantic Coast, logistics optimization, emerging technologies.*

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la industria de la construcción en Colombia ha enfrentado desafíos significativos, marcados por fluctuaciones económicas y avances tecnológicos. La ejecución de obras civiles ha experimentado una contracción del 31% en 2020 y del 4,6% en 2021, reflejando un rendimiento por debajo de los niveles previos a la pandemia (Corficolombiana, 2022; Más Colombia, 2022). A pesar de estos contratiempos, el sector ha comenzado a recuperarse, evidenciado por el crecimiento del valor agregado de las obras civiles en un 7,6% en el primer trimestre de 2024 (DANE, 2024).

La economía colombiana, en su conjunto, ha mostrado una resiliencia notable, con un crecimiento del 10,6% en 2021 (Bancolombia, 2023). Sin embargo, la construcción, en particular, ha tenido un impacto mixto en las diferentes regiones del país. Mientras algunas áreas han visto un auge en la infraestructura, otras han luchado por mantener el ritmo debido a la desaceleración en la ejecución de proyectos públicos y privados.

En este contexto, la Costa Atlántica Colombiana no ha sido ajena a estos desafíos. La región, conocida por su diversidad geográfica y económica, ha experimentado tanto retrasos en la entrega de proyectos como éxitos notables en la implementación de nuevas tecnologías. La adopción de Big Data e Inteligencia Artificial ha comenzado a transformar el panorama de la construcción, ofreciendo oportunidades para optimizar la consecución de materiales y mejorar la eficiencia en la ejecución de obras civiles (Semana, 2022; Camacol, 2023).

La cadena logística en la construcción de obras civiles en la Costa Atlántica Colombiana enfrenta múltiples retos que son cruciales para el éxito de cualquier proyecto. En la última década, estos desafíos han cobrado especial relevancia debido a la creciente complejidad de las obras y la necesidad de eficiencia en los procesos.

Uno de los principales retos es la planificación y los calendarios. La logística de la construcción requiere una planificación meticulosa para garantizar que los materiales y recursos estén disponibles cuando se necesiten, evitando así retrasos costosos. La implementación de herramientas de apoyo al proceso y el control de las existencias son fundamentales para el buen funcionamiento de las operaciones logísticas (Construcción LatinoAmericana, 2024).

Otro desafío significativo es la gestión integrada de los procesos logísticos. Esto implica un gran volumen de datos y el control de la ejecución requiere una comunicación transparente y efectiva entre todos los actores involucrados. La adopción de tecnologías como el Big Data puede ser una solución para superar este obstáculo, permitiendo una mejor gestión de la cadena de suministro y evitando fallos operativos, desperdicio de material y ruptura de lazos comerciales (Experto Supermastick, 2024).

La gestión de los almacenes y la entrega y distribución de recursos son también aspectos críticos. Una mala logística puede incrementar el costo del proyecto hasta en un 10%, lo cual puede afectar de forma importante a los márgenes de las obras y a la economía de las compañías constructoras (Galyco, 2024).

Para abordar estos retos, es esencial contar con un servicio profesional personalizado que pueda adaptarse a las necesidades específicas de cada proyecto y región. La Costa Atlántica Colombiana, con su diversidad geográfica y climática, requiere una atención particular en este

sentido, para asegurar que los proyectos se entreguen a tiempo y dentro del presupuesto establecido.

La digitalización es una de las tendencias más importantes, con la adopción de tecnologías como la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático y la robótica, que están transformando la forma en que se realizan las operaciones logísticas. Estas tecnologías permiten a las empresas mejorar la eficiencia, la precisión y la sostenibilidad de sus operaciones logísticas (The Logistics World, 2024). La sostenibilidad es otra tendencia clave que está influyendo en la logística, ya que las empresas están cada vez más presionadas para reducir su impacto ambiental. Esto está dando lugar a la adopción de soluciones logísticas más sostenibles, como el transporte multimodal, la optimización de la cadena de suministro y la reducción del desperdicio (Kensa Logistics, 2024).

Además, la automatización y el uso de datos están permitiendo optimizar la eficiencia de las operaciones, reducir costos y ofrecer un mejor servicio a los clientes. Herramientas como drones, escáneres láser 3D y plataformas de gestión de proyectos están transformando la manera en que se desarrollan las obras (Constructivo, 2024).

En la actualidad, la industria de la construcción enfrenta desafíos significativos en la gestión de la cadena de suministro, especialmente en la adquisición de materiales. Las tecnologías emergentes como Big Data, Inteligencia Artificial (IA) y Ciencia de Datos presentan oportunidades únicas para abordar estos desafíos.

Esta investigación se propuso explorar en primera medida, todos los retos logísticos de la construcción de obras civiles y cuáles son las estrategias clásicas de la consecución de materiales. Además, del marco normativo actual colombiano para la planificación, ejecución y conclusión de

pequeñas y grandes obras a través de un análisis detallado de la situación de los últimos diez años. Es decir, este estudio buscó comprender el impacto económico y regional de las obras civiles, así como identificar las mejores prácticas y estrategias para integrar soluciones tecnológicas avanzadas en el proceso de construcción.

Por otro lado, en una segunda instancia, se abordó la utilidad y auge de las tecnologías emergentes, las cuales están revolucionando la cadena logística en la construcción de obras civiles, ofreciendo soluciones innovadoras que prometen transformar la eficiencia y la sostenibilidad de los proyectos. En la Costa Atlántica Colombiana, la implementación de estas tecnologías no solo es una alternativa, sino que se está convirtiendo en una herramienta principal para optimizar los procesos logísticos.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La adquisición de materiales es un aspecto crítico en la ejecución de obras civiles, y su eficiencia está directamente relacionada con la ubicación geográfica del proyecto. Factores como la disponibilidad local, los costos de transporte y las condiciones climáticas pueden afectar significativamente la cadena de suministro. La adquisición de materiales para obras civiles es un proceso complejo influenciado por múltiples factores asociados a la ubicación geográfica del proyecto. Estos factores incluyen la disponibilidad y costo de los materiales, la rapidez en la respuesta a los pedidos, la inversión inicial en terrenos y construcción, y la accesibilidad a recursos humanos y profesionales calificados (Pérez, 2020).

### **1.1 Descripción del problema**

#### **1.1.1 Panorama Internacional**

En los últimos diez años, la gestión de materiales en obras civiles a nivel internacional ha enfrentado múltiples desafíos y ha visto la implementación de diversas tecnologías emergentes para mejorar la eficiencia y reducir costos. Sin embargo, la adopción y efectividad de estas tecnologías varían significativamente entre regiones y proyectos.

Uno de los principales problemas a nivel global es la escasez de materiales. Factores como la pandemia de COVID-19 y conflictos geopolíticos, como la invasión rusa de Ucrania, han exacerbado la escasez de materiales y aumentado los costos de estos. Estos eventos han interrumpido las cadenas de suministro, incrementando los tiempos de entrega y los costos de materiales esenciales como el acero, el aluminio y el cobre (CoSMoS Engineering, 2022). Además,

la fluctuación en los precios del combustible ha afectado significativamente los costos de transporte, impactando negativamente en la gestión de materiales (CoSMoS Engineering, 2022).

Otro desafío importante es el uso ineficiente de materiales. La mala planificación y la falta de coordinación pueden llevar a la compra de materiales incorrectos o en cantidades inadecuadas, lo que provoca retrasos en los proyectos y costos adicionales. Estos problemas son comunes en proyectos de gran envergadura donde la complejidad y el volumen de materiales son mayores (Castillo Rodríguez, Domínguez Lepe, & Jiménez Torrez, 2022).

### **1.1.2 Panorama Colombiano**

En los últimos siete años, la gestión de materiales en obras civiles en Colombia ha enfrentado diversos desafíos que han afectado la eficiencia y los costos de los proyectos de construcción como por ejemplo los problemas de ineficiencia logística, el cual ha sido persistente en el país. La falta de infraestructura adecuada y la complejidad geográfica del país dificultan el transporte y la entrega oportuna de materiales. Esto se traduce en retrasos y costos adicionales en los proyectos de construcción (DANE, 2022). Además, la falta de coordinación entre los diferentes actores del sector de la construcción, como proveedores, contratistas y clientes, agrava estos problemas, resultando en una gestión ineficiente de los materiales (DANE, 2022).

En regiones con alto costo de terrenos y regulaciones ambientales estrictas, la construcción puede incrementar en costos y los tiempos de entrega de los pedidos pueden verse afectados (González, 2021). Además, la selección de materiales debe considerar el clima y la ubicación específica del proyecto, ya que los materiales deben ser adecuados para resistir las condiciones climáticas locales y proteger la edificación de daños externos (Ramírez & Sánchez, 2022).

También, la escasez de materiales ha sido exacerbada por eventos globales como la pandemia de COVID-19 y conflictos geopolíticos. Estos factores han interrumpido las cadenas de suministro, incrementando los tiempos de entrega y los costos de materiales esenciales como el acero, el aluminio y el cobre. Además, la fluctuación en los precios del combustible ha afectado significativamente los costos de transporte, impactando negativamente en la gestión de materiales (CoSMoS Engineering, 2022). También, la variabilidad en la calidad de los materiales es otro desafío significativo. La falta de estándares uniformes y la presencia de materiales de baja calidad en el mercado afectan la durabilidad y la seguridad de las obras civiles. Esto no solo incrementa los costos de mantenimiento y reparación, sino que también pone en riesgo la integridad estructural de las construcciones (Corficolombiana, 2023).

Otra problemática a nivel nacional y es el reflejo de muchos factores es el aumento de costos de los materiales de construcción. Factores como el alza del dólar han incrementado el costo de importación de algunos materiales, afectando el presupuesto de los proyectos (Morales Abuabara, 2022). Además, el aumento en el precio del acero, el aluminio y el vidrio ha elevado los costos de fabricación de componentes esenciales como ventanería, cerramientos y fachadas metálicas. Actualmente se presenta escasez de mano de obra calificada en algunas especialidades y esto ha sido otro obstáculo importante. La falta de personal capacitado retrasa los proyectos y aumenta los costos debido a la necesidad de contratar trabajadores menos experimentados o de capacitar al personal existente (Morales Abuabara, 2022).

### ***1.1.2.1 Panorama Regional (Costa Atlántica Colombiana)***

En la Costa Atlántica Colombiana, la gestión de materiales en obras civiles ha enfrentado desafíos específicos y compartidos a nivel nacional debido a factores geográficos, económicos y logísticos. Uno de los principales problemas en la región es la ineficiencia en la gestión de despacho y suministro oportuno de materiales. La falta de infraestructura adecuada y la complejidad geográfica dificultan el transporte y la entrega de materiales a los sitios de construcción. Esto ha resultado en costos más altos y retrasos en la ejecución de proyectos, afectando la competitividad de las empresas locales (Escorcia Sánchez, 2020).

Sumado a eso, la variabilidad en la calidad de los materiales sigue siendo un desafío significativo. La presencia de materiales de baja calidad en el mercado afecta la durabilidad y la seguridad de las obras civiles, incrementando los costos de mantenimiento y reparación (Mosquera & Aguirre, 2023). Todos estos factores son compartidos con la situación del país, pues en esencia la nación quien posee problemas raíces que impactan todas las regiones.

En los últimos años, se han lanzado varias iniciativas para mejorar la gestión de materiales en la región. Por ejemplo, el proyecto ReSíclamos Caribe, liderado por Tetra Pak en colaboración con Eko Red, ha impulsado el reciclaje y la economía circular en la Costa Atlántica. Este proyecto busca dinamizar la recolección y gestión de residuos de construcción, promoviendo prácticas más sostenibles y eficientes (Pacto Global Colombia, 2023).

La optimización de recursos es crucial en proyectos de construcción o planificación urbana, donde el análisis espacial permite planificar la ubicación de nuevas infraestructuras o servicios de manera eficiente, ahorrando tiempo y dinero (López, 2019). Sin embargo, la falta de integración

entre los Sistemas de Información Geográfica (GIS) y la gestión de la cadena de suministro en la construcción puede llevar a ineficiencias y aumentar los costos (Torres, 2020).

## **1.2 La pregunta de investigación**

*“¿Pueden las tecnologías emergentes como Big Data e Inteligencia Artificial Optimizar la Gestión de Materiales en Obras Civiles en la Costa Atlántica Colombiana?”*

## **1.3 Los objetivos de investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Identificar las Tecnologías Emergentes Big Data, Inteligencia Artificial para optimizar la consecución de Materiales en Obras Civiles en la Costa Atlántica Colombiana.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Analizar el impacto de la ubicación geográfica en la cadena de suministro de materiales de construcción.
2. Identificar los principales enfoques tecnológicos de empresas del sector de la construcción encaminadas a la optimización en la construcción de obras civiles
3. Proponer una estrategia de optimización de la gestión de materiales en obras civiles basadas en las tecnologías emergentes

## 1.4 Justificación de la investigación

La gestión de materiales en obras civiles es un componente crítico que influye directamente en la eficiencia, costos y tiempos de entrega de los proyectos. En la Costa Atlántica Colombiana, donde las condiciones climáticas y logísticas pueden presentar desafíos adicionales, la optimización de esta gestión se vuelve aún más crucial. Esta investigación propone la utilización de tecnologías emergentes de Big Data e Inteligencia Artificial (IA) para mejorar la gestión de materiales en obras civiles, con el objetivo de incrementar la eficiencia y reducir los costos y tiempos de entrega.

Desde una perspectiva académica, este proyecto se enmarca en la intersección de la Ingeniería Civil, Arquitectura y áreas afines, y las ciencias de la computación. La integración de Big Data e IA en la gestión de materiales representa una innovación significativa que puede transformar los métodos tradicionales de planificación y ejecución de obras civiles. Estudios previos han demostrado que la aplicación de estas tecnologías puede mejorar la precisión en la predicción de necesidades de materiales y optimizar la cadena de suministro (Rane et al., 2024). Desde el punto de vista científico, la investigación se basa en la premisa de que la gestión de materiales puede ser significativamente mejorada mediante el análisis de grandes volúmenes de datos y la aplicación de algoritmos de IA. La capacidad de Big Data para procesar y analizar datos en tiempo real permite una gestión más dinámica y adaptativa de los materiales, lo cual es esencial en un entorno de construcción donde las condiciones pueden cambiar rápidamente (Zheng et al., 2019). La IA, por su parte, puede ser utilizada para desarrollar modelos predictivos que anticipen las necesidades de materiales y optimicen su uso, reduciendo así el desperdicio y los costos asociados (Li et al., 2021).

En términos sociales, la optimización de la gestión de materiales tiene el potencial de generar beneficios significativos para las comunidades locales. Una gestión más eficiente de los materiales puede reducir los tiempos de construcción y los costos, lo que a su vez puede traducirse en proyectos más accesibles y asequibles para la población. Además, la reducción del desperdicio de materiales contribuye a la sostenibilidad ambiental, un aspecto cada vez más importante en la construcción moderna (Meng al., 2022).

Esta investigación tiene el potencial de aportar significativamente al sector de la construcción en la Costa Atlántica Colombiana. Al demostrar la viabilidad y los beneficios de la integración de Big Data e IA en la gestión de materiales. También puede servir como modelo para futuras iniciativas en la región y más allá. Los resultados esperados incluyen una mayor eficiencia en la gestión de materiales, reducción de costos y tiempos de entrega, y una menor huella ambiental. Además, el proyecto puede fomentar la adopción de tecnologías emergentes en la industria de la construcción, impulsando la innovación y mejorando la competitividad del sector.

Esta investigación es esencial para comprender y maximizar el potencial de las tecnologías emergentes en la logística de materiales para la construcción en la Costa Atlántica Colombiana. Los resultados no solo beneficiarán a la industria de la construcción, sino que, también tendrán un impacto positivo en el desarrollo económico y social de la región. La implementación de estas tecnologías debe ser bastión empresarial para asegurar un futuro sostenible y próspero en el ámbito de la construcción.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1.Marco de Antecedentes / Estado del arte**

### **2.2.Ecuación de Búsqueda**

Para realizar la búsqueda de información relevante, se utilizó la siguiente ecuación de búsqueda: **“Optimización de la gestión de materiales en obras civiles” AND “Big Data” AND “Inteligencia Artificial” AND “Costa Atlántica Colombiana”**. Las bases de datos consideradas fueron Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect, y Scopus, abarcando un periodo de los últimos 7 años (2017-2024).

### **2.3.Estado del arte**

El artículo titulado *“BIM-based Applications of Metaheuristic Algorithms to Support the Decision-making Process: Uses in the Planning of Construction Site Layout”* tuvo como objetivo explorar el valor de los algoritmos metaheurísticos en la toma de decisiones optimizadas en proyectos de construcción utilizando BIM. La metodología incluyó una revisión general de las aplicaciones de estos algoritmos en la planificación de la disposición del sitio de construcción. Los resultados destacan la capacidad de BIM para proporcionar un marco adecuado que apoya la toma de decisiones al agregar la información necesaria en el momento adecuado y clarificar detalles y condiciones existentes. Las conclusiones identifican brechas de investigación en esta área y sugieren futuras investigaciones para abordarlas (Amiri, et. Al., 2017)

El artículo titulado *“Optimization modeling of multi-skilled resources in prefabrication: Theorizing cost analysis of process integration in off-site construction”* tuvo como objetivo analizar la rentabilidad del uso de recursos multi habilidosos en la construcción fuera del sitio mediante modelos de optimización enteros y probabilísticos. La metodología empleó datos de producción de dos redes de prefabricación en Brisbane y Melbourne para validar los modelos desarrollados. Los resultados indican que la planificación óptima de recursos multi habilidosos supera los períodos de producción reales, mejorando la flexibilidad y productividad de la

producción. Las conclusiones destacan la efectividad de la integración de procesos y el uso de recursos multi habilidosos en la construcción fuera del sitio, aunque se reconocen limitaciones en la planificación de recursos debido a la complejidad del entorno de producción (Arashpour, et. Al., 2018).

El artículo “*Application of Artificial Intelligence in Construction Waste Management: A conceptual frame-work for effective waste management system*”, tuvo como objetivo desarrollar un marco conceptual para un sistema de gestión de residuos de construcción utilizando inteligencia artificial (IA) para seleccionar la técnica más adecuada y económica. La metodología incluye una revisión exhaustiva de la literatura sobre generación de residuos, técnicas de gestión y su adaptabilidad, seguida del desarrollo de una interfaz gráfica para ingresar datos del sitio y analizar técnicas de gestión de residuos. Los resultados proponen un sistema de gestión de residuos que permite a los profesionales de la construcción aplicar la técnica más viable y económica basada en las condiciones específicas del sitio. Las conclusiones destacan que la aplicación de IA en la gestión de residuos puede optimizar la reducción de residuos y minimizar los costos asociados, promoviendo un entorno más sostenible (Ali et. Al., 2019)

El artículo “*Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends*” de Pan y Zhang (2021), tuvo como objetivo presentar una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial (IA) en la ingeniería y gestión de la construcción (CEM). La metodología incluyó un análisis cuantitativo y cualitativo de 4,473 artículos publicados entre 1997 y 2020, destacando la evolución de palabras clave y aplicaciones de IA en CEM. Los resultados muestran que la IA ha mejorado la automatización, mitigación de riesgos y eficiencia en CEM, con aplicaciones destacadas en representación del conocimiento, fusión de información, visión por computadora, procesamiento de lenguaje natural, optimización inteligente y minería de procesos. Las conclusiones subrayan la necesidad de futuras investigaciones en robótica inteligente, realidad aumentada y virtual en la nube, inteligencia artificial de las cosas (AIoT), gemelos digitales, impresión 4D y blockchain para continuar impulsando la digitalización y automatización en CEM.

El artículo “*Una revisión sobre el rol de la inteligencia artificial en la industria de la construcción*” de Muñoz Pérez (2021), tuvo como objetivo investigar y comprender la importancia, desafíos y soluciones que ofrece la inteligencia artificial (IA) en las distintas fases de la construcción. La metodología utilizada fue una revisión de literatura de 86 artículos indexados entre 2015 y 2021, provenientes de ScienceDirect, Scopus y EBSCO, utilizando palabras clave relacionadas con la IA en la construcción y la ingeniería civil. Los resultados muestran que la IA mejora el tiempo, costos y esfuerzos en la construcción, proporcionando avances en seguridad, calidad y rendimiento, aunque existen desafíos como el costo y la necesidad de capacitación adecuada para manejar la tecnología. Tuvieron como conclusión que, la implementación de IA en la construcción es una alternativa viable que puede optimizar procesos y mejorar resultados, aunque requiere superar barreras como la educación y la aceptación social.

El artículo “*Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges*” de Abioye et. Al. (2021), tuvo como objetivo analizar las aplicaciones actuales de la inteligencia artificial (IA) en la industria de la construcción, identificar oportunidades futuras y los desafíos para su adopción. La metodología incluyó una revisión crítica de la literatura existente desde 1960 hasta 2020, utilizando bases de datos como SCOPUS, IEEE, ACM y Science Direct. Los resultados muestran que, aunque la IA ha sido aplicada en áreas como la gestión de riesgos, optimización de recursos y monitoreo de actividades, la adopción en la construcción sigue siendo limitada debido a barreras culturales, costos iniciales altos y falta de talento especializado. Las conclusiones destacan la necesidad de superar estos desafíos para aprovechar plenamente los beneficios de la IA en la construcción, sugiriendo un enfoque en la educación y la colaboración interdisciplinaria.

El artículo “*Gestión de Adquisiciones de Materiales en el Sector Construcción (el Reto de los Gerentes de Proyectos)*” de Moreno-Ramírez, B. (2022), tuvo como objetivo analizar los desafíos que enfrentan los gerentes de proyectos en la adquisición de materiales en el sector de la construcción. La metodología utilizada incluyó una revisión exhaustiva de la literatura existente y estudios de caso específicos. Los resultados destacan las principales dificultades en la gestión de adquisiciones, como la falta de planificación y la variabilidad en la calidad de los materiales. Las conclusiones sugieren la necesidad de implementar estrategias más efectivas y la adopción de tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia en el proceso de adquisición.

Otro artículo “*Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications*” revisa el estado del arte de las aplicaciones de Inteligencia Artificial (IA), Aprendizaje Automático (ML) y Aprendizaje Profundo (DL) en la industria de la construcción 4.0. Objetivos: Examinar cómo estas tecnologías transforman el diseño arquitectónico, la optimización de materiales, el análisis estructural, la fabricación fuera del sitio, la gestión de la construcción, la operación inteligente de edificios y la sostenibilidad. Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura utilizando bases de datos como Scopus y Google Scholar, seleccionando 200 artículos relevantes. Dentro de los resultados, se identificaron aplicaciones clave de IA/ML/DL en todo el ciclo de vida de los edificios, desde el diseño conceptual hasta el mantenimiento, destacando el uso de sensores y sistemas de visión para la adquisición de datos. Conclusiones: La IA tiene un potencial significativo para mejorar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad en la construcción, aunque enfrenta desafíos como la necesidad de conjuntos de datos de alta calidad y la complejidad en el procesamiento de datos (Kristombu Baduge et. Al., 2022).

Un artículo reciente “*Scope of machine learning in materials research—A review*”, tiene como objetivo explorar las aplicaciones multifacéticas del aprendizaje automático en la investigación de materiales, destacando su potencial para revolucionar el descubrimiento, diseño y predicción de propiedades de materiales. La metodología incluye una revisión exhaustiva de técnicas de aprendizaje supervisado, no supervisado, por refuerzo y profundo, aplicadas en la síntesis de materiales, procesamiento de imágenes y descubrimiento de materiales. Los resultados muestran que el aprendizaje automático acelera el descubrimiento de materiales, mejora la precisión de las predicciones de propiedades y optimiza los procesos de fabricación, aunque enfrenta desafíos como la calidad de los datos y la complejidad de los algoritmos. En conclusión, el aprendizaje automático promete transformar la investigación de materiales, impulsando la innovación y el rendimiento, a pesar de los obstáculos actuales (Mobarak et. Al., 2023).

El artículo “*Advances in Intellectualization of Transportation Infrastructures*” de Du, Y.-L., et al. (2023) revisa el estado del arte de la intelectualización de infraestructuras de transporte, abarcando diseño, construcción, operación y mantenimiento, y eliminación. En la metodología, se analizan tecnologías avanzadas como BIM, IoT, 5G, big data, cloud computing, inteligencia artificial y blockchain a lo largo del ciclo de vida completo de las infraestructuras.

Los Resultados relevantes fueron que, se presentan logros recientes, destacando el Ferrocarril de Alta Velocidad Beijing-Zhangjiakou como ejemplo de construcción inteligente. Por último, en las conclusiones, se discuten las perspectivas futuras, enfatizando la necesidad de sistemas estandarizados, métodos teóricos y formación de talento para avanzar en la intelectualización de infraestructuras de transporte.

## **2.4.Marco Teórico**

### **Gestión Logística de Insumos**

La gestión logística de insumos es una parte crucial de la cadena de suministro que se enfoca en la planificación, implementación y control del flujo y almacenamiento eficiente de materiales desde el punto de origen hasta el punto de consumo. Este proceso es esencial para satisfacer las necesidades de los consumidores y mantener la eficiencia operativa de las organizaciones (Chopra & Meindl, 2008).

La logística se define como el proceso de planear, implementar y controlar el flujo y almacenamiento eficiente de materias primas, productos en proceso, bienes terminados y la información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo (*Council of Supply Chain Management Professionals*, 2020). Este proceso incluye varias actividades como la gestión de inventarios, el transporte, el almacenamiento y la distribución (CSCMP, 2020). Dentro de los componentes de la gestión logística se encuentran bien diferenciados:

1. **Gestión de Inventarios:** La gestión de inventarios implica la planificación y control de los niveles de stock para asegurar que los materiales necesarios estén disponibles cuando se necesiten, minimizando los costos de almacenamiento (Rozo, 2014).
2. **Almacenamiento:** El almacenamiento eficiente es crucial para la gestión logística, ya que permite la organización y el control de los insumos dentro de un almacén, facilitando su acceso y distribución (Escudero, 2019).

3. **Transporte y Distribución:** La gestión del transporte y la distribución física de los insumos es vital para asegurar que los productos lleguen a su destino final en el tiempo y condiciones adecuadas (Escudero, 2019).

La gestión logística eficiente contribuye significativamente a la competitividad de una empresa al reducir costos, mejorar la satisfacción del cliente y aumentar la eficiencia operativa (Chopra & Meindl, 2008). Además, permite una mejor coordinación entre los diferentes actores de la cadena de suministro, lo que resulta en una mayor visibilidad y control sobre el flujo de materiales (CSCMP, 2020).

Algunos de los principales desafíos en la gestión logística incluyen la variabilidad de la demanda, la complejidad de la cadena de suministro y la necesidad de integrar tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y la visibilidad (Chopra & Meindl, 2008).

### **Obra Civil**

La obra civil se refiere a la construcción, modificación, demolición y/o reparación de infraestructuras públicas o privadas que son esenciales para el desarrollo y funcionamiento de una sociedad. Estas infraestructuras incluyen carreteras, puentes, túneles, presas, aeropuertos, sistemas de alcantarillado, y otras estructuras que tienen una finalidad de interés colectivo (GECOPRE, 2022). La obra civil ha sido una parte integral del desarrollo humano desde la antigüedad. Las primeras civilizaciones, como los egipcios y los romanos, construyeron impresionantes obras de ingeniería que aún hoy son admiradas. Con el avance de la tecnología y la ingeniería, la obra civil ha evolucionado para incluir técnicas y materiales modernos que permiten la construcción de infraestructuras más seguras y duraderas (Melian, 2024).

Las obras civiles se pueden clasificar en dos grandes categorías: obras horizontales y obras verticales.

1. **Obras Horizontales:** Incluyen infraestructuras que se extienden sobre la superficie terrestre, como carreteras, puentes, sistemas de alcantarillado y acueductos. Estas obras son esenciales para la conectividad y el transporte, así como para la gestión de recursos hídricos (Postgrado Ingeniería, 2020).

2. Obras Verticales: Comprenden construcciones que se elevan desde la superficie, como edificios residenciales, comerciales e industriales, así como infraestructuras sociales como hospitales, escuelas y centros deportivos. Estas obras son fundamentales para el desarrollo urbano y el bienestar social (Postgrado Ingeniería, 2020).

Un proyecto de obra civil se caracteriza por varias etapas clave:

1. Planificación: Incluye la identificación de necesidades, la evaluación de viabilidad y la elaboración de un plan detallado.
2. Diseño: Implica la creación de planos y especificaciones técnicas.
3. Construcción: La fase de ejecución donde se llevan a cabo las actividades de construcción.
4. Mantenimiento: Asegura la durabilidad y funcionalidad de la infraestructura a lo largo del tiempo (Melian, 2024).

La obra civil es fundamental para el desarrollo económico y social de una región. Permite la creación de infraestructuras modernas y eficientes que mejoran la calidad de vida de las personas, fomentan el desarrollo industrial y turístico, y generan empleo. Además, contribuye al bienestar de la comunidad al proporcionar servicios esenciales como el transporte, el abastecimiento de agua potable, la generación de energía y el saneamiento ambiental (Melian, 2024). La construcción de obras civiles enfrenta varios desafíos, incluyendo la necesidad de grandes inversiones de capital, altos costos de mantenimiento y la necesidad de cumplir con normativas y regulaciones específicas para garantizar la calidad, seguridad y durabilidad de las construcciones (GECOPRE, 2022). El futuro de la obra civil promete avances significativos con la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IoT) y la construcción sostenible. Estas innovaciones permitirán la creación de infraestructuras más inteligentes, eficientes y respetuosas con el medio ambiente (Postgrado Ingeniería, 2020).

## **Tecnologías Emergentes**

Las tecnologías emergentes son innovaciones tecnológicas que están en las primeras etapas de desarrollo y tienen el potencial de transformar industrias y sociedades. Estas tecnologías incluyen inteligencia artificial (IA), blockchain, realidad aumentada (RA), realidad virtual (RV), y el Internet de las cosas (IoT), entre otras. Las tecnologías emergentes se caracterizan por su novedad, impacto potencial y capacidad para provocar cambios significativos en diversos sectores. Según NVIDIA (2024), la IA generativa está revolucionando múltiples industrias, desde la sanidad hasta los servicios financieros, al permitir la creación de soluciones personalizadas y eficientes.

### **Inteligencia Artificial (IA)**

La inteligencia artificial (IA) es una rama de la informática que se dedica al desarrollo de sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Estas tareas incluyen el reconocimiento de voz, la toma de decisiones, la traducción de idiomas y el procesamiento de imágenes. La IA se basa en algoritmos y modelos matemáticos que permiten a las máquinas aprender de los datos y mejorar su rendimiento con el tiempo (IBM, 2023).

La IA ha evolucionado significativamente desde sus inicios en la década de 1950. Alan Turing, uno de los pioneros en el campo, propuso la idea de que las máquinas podrían simular cualquier aspecto de la inteligencia humana. Su trabajo sentó las bases para el desarrollo de algoritmos y modelos que hoy en día son fundamentales para la IA (IBM, 2023).

Existen varios tipos de IA, cada uno con diferentes niveles de complejidad y capacidades:

1. **IA Débil o Estrecha (ANI):** Diseñada para realizar tareas específicas, como los asistentes virtuales (por ejemplo, Siri de Apple o Alexa de Amazon). Esta IA no tiene conciencia ni comprensión general del mundo.
2. **IA Fuerte o General (AGI):** Una forma teórica de IA que tendría la capacidad de entender, aprender y aplicar conocimientos de manera similar a los humanos. Aún no se ha logrado desarrollar una AGI.

3. **Superinteligencia Artificial (ASI):** Una forma hipotética de IA que superaría la inteligencia humana en todos los aspectos. Este concepto es objeto de debate y especulación en la comunidad científica (IBM, 2023).

En cuanto a las aplicaciones de la IA, esta tiene una amplia gama de aplicaciones en diversos sectores:

- **Salud:** Utilizada para el diagnóstico de enfermedades, la personalización de tratamientos y la gestión de datos médicos.
- **Finanzas:** Empleada en la detección de fraudes, la gestión de riesgos y la automatización de procesos financieros.
- **Educación:** Facilita el aprendizaje personalizado y la evaluación automática de estudiantes.
- **Transporte:** Desarrolla vehículos autónomos y sistemas de gestión del tráfico.
- **Entretenimiento:** Mejora la experiencia del usuario en videojuegos y plataformas de *streaming* mediante recomendaciones personalizadas (Microsoft, 2022).

A medida que la IA avanza, surgen desafíos y consideraciones éticas importantes. Estos incluyen la privacidad de los datos, la transparencia de los algoritmos, el sesgo en los modelos de IA y el impacto en el empleo. Es crucial desarrollar marcos de gobernanza y regulaciones que aseguren el uso responsable y ético de la IA (Microsoft, 2022).

## **Blockchain**

El blockchain es una tecnología de registro distribuido que permite transacciones seguras y transparentes sin necesidad de intermediarios. Microsoft (2022) destaca cómo esta tecnología está siendo utilizada para mejorar la seguridad y la transparencia en las transacciones digitales, especialmente en el sector financiero.

## **Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV)**

La RA y la RV están transformando la manera en que interactuamos con el mundo digital. La RA superpone información digital en el mundo real, mientras que la RV crea entornos completamente inmersivos. Microsoft (2022) ha implementado estas tecnologías en sus productos para mejorar la colaboración y la productividad en entornos de trabajo híbridos.

## **Internet de las Cosas (IoT)**

El Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) se refiere a la interconexión de dispositivos físicos a través de internet, permitiendo que estos dispositivos recopilen, compartan y actúen sobre datos sin necesidad de intervención humana. Estos dispositivos pueden incluir desde electrodomésticos y vehículos hasta sensores industriales y dispositivos médicos (Kaspersky, 2023).

El concepto de IoT fue propuesto por primera vez por Kevin Ashton en 1999, quien visualizó un mundo donde los objetos físicos estarían conectados a internet y podrían comunicarse entre sí. Desde entonces, la tecnología ha avanzado significativamente, permitiendo la creación de redes complejas de dispositivos interconectados que mejoran la eficiencia y la toma de decisiones en diversos sectores (Red Hat, 2023).

Un sistema completo de IoT consta de varios componentes clave, entre los cuales están:

1. **Sensores o Dispositivos:** Recopilan datos del entorno. Un dispositivo puede tener múltiples sensores, como un teléfono inteligente que incluye GPS, cámara y acelerómetro.
2. **Conectividad:** Los datos recopilados por los dispositivos deben ser enviados a la nube a través de diversas formas de conectividad, como Wi-Fi, Bluetooth, satélite o redes de baja potencia.
3. **Procesamiento de Datos:** Una vez que los datos llegan a la nube, el software los procesa y determina si es necesario realizar alguna acción.
4. **Interfaz de Usuario:** Permite a los usuarios interactuar con el sistema IoT, ya sea para recibir alertas o para controlar los dispositivos (Kaspersky, 2023).

Dentro de las aplicaciones del IoT tiene una amplia gama en diversos sectores tales como:

- **Hogar Inteligente:** Dispositivos como termostatos inteligentes, luces y electrodomésticos que pueden ser controlados de forma remota para mejorar la eficiencia energética y la comodidad.
- **Salud:** Dispositivos médicos conectados que monitorean la salud del paciente en tiempo real y envían datos a los profesionales de la salud para un seguimiento continuo.
- **Industria:** Sensores en fábricas y plantas de producción que monitorean el rendimiento de las máquinas y optimizan los procesos de manufactura.
- **Transporte:** Vehículos conectados que recopilan datos sobre el tráfico y las condiciones de la carretera para mejorar la seguridad y la eficiencia del transporte (Red Hat, 2023).

A pesar de sus beneficios, el IoT enfrenta varios desafíos, incluyendo la seguridad y la privacidad de los datos, la interoperabilidad entre diferentes dispositivos y estándares, y la gestión de grandes volúmenes de datos. Es crucial desarrollar soluciones que aborden estos desafíos para asegurar la adopción y el éxito del IoT (Universitat Carlemany, 2023).

### 2.3. Marco normativo

El marco legal que regula las obras civiles y la construcción en Colombia está compuesto por una serie de leyes, decretos y normas técnicas que buscan garantizar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad en el desarrollo de proyectos de infraestructura. Estas regulaciones abarcan desde el ordenamiento territorial y la planificación urbana hasta los requisitos técnicos específicos para la construcción de edificaciones y la inclusión de personas con discapacidad. Además, se establecen mecanismos de control y supervisión, como la interventoría, para asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes. Este conjunto de normas y regulaciones es fundamental para promover un desarrollo urbano ordenado y seguro en el país, la tabla 1, las detalla según su objeto y ente emisor de estas.

**Tabla 1**  
*Marco Normativo Colombiano*

<b>Norma</b>	<b>Objeto</b>	<b>Emisor de la norma</b>
<b>Ley 9 de 1989</b>	Normas sobre desarrollo urbano y vivienda.	Congreso de Colombia.
<b>Ley 388 de 1997</b>	Regula el ordenamiento territorial y establece mecanismos para la planificación y gestión del desarrollo urbano.	Congreso de Colombia.
<b>Ley 400 de 1997</b>	Define los requisitos técnicos para la construcción de edificaciones.	Congreso de Colombia.
<b>Ley 52 de 1993</b>	Aprueba el Convenio No. 167 de la OIT sobre seguridad y salud en la construcción.	Congreso de Colombia.
<b>Ley 1680 de 2013</b>	Obliga a que los proyectos arquitectónicos consideren a las personas en condición de discapacidad.	Congreso de Colombia.
<b>Decreto 1077 de 2015</b>	Compila las disposiciones reglamentarias del sector vivienda, ciudad y territorio.	Presidencia de la República de Colombia.
<b>Decreto 1783 de 2021</b>	Modifica el Decreto 1077 de 2015 en aspectos relacionados con las licencias urbanísticas.	Presidencia de la República de Colombia.
<b>Normas Técnicas Colombianas (NTC)</b>	Regulan todos los aspectos de la construcción, desde el diseño hasta la ejecución.	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2023). Normas Técnicas Colombianas.
<b>Ley 80 de 1993</b>	Establece la obligatoriedad de la interventoría para proyectos contratados con el Estado.	Congreso de Colombia. (1993).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Enfoque y alcance de la investigación

La identificación del nivel de uso de Tecnologías Emergentes en empresas de la Costa Atlántica Colombiana se llevó a cabo mediante un enfoque Mixto, ya que integra variables cualitativas y cuantitativas que facilitan el entendimiento del estudio, además de que la problemática es un poco compleja y multidisciplinar y se hace insuficiente lidiarla con un solo enfoque. Todo se llevó a cabo a través de recolección de datos haciendo uso de una herramienta diagnóstica (“!G7-Encuesta identificación uso tecnologías emergentes en la gestión de proyectos”). Por último, se procedió al análisis estadístico, el cual, permitió identificar el nivel de uso, implementación y proyección del uso de estas tecnologías emergentes para optimizar la cadena logística en las obras civiles. La clasificación general de las variables cuantitativas y cualitativas utilizadas para esta investigación.

**Tabla 2**  
*Clasificación de variables según sus características*

Variables Cualitativas	Variables Cuantitativas
Nombre o razón social de la organización	Número de empleados
Clasificación según su actividad económica	Nivel de ingresos anuales
Posición dentro de la organización de quien presenta la encuesta	Inversión en Investigación y desarrollo en los dos últimos años
Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección	Inversión en Producción de productos o servicios en los dos últimos años
Cuenta con indicadores para medir nivel de la transformación digital	Inversión en Procesos administrativos internos (Contabilidad, talento humano) en los dos últimos años
Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital	Inversión en Logística de recepción y distribución en los dos últimos años

---

<p>Alguno de sus productos integra tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, big data o ciencia de datos)</p>	<p>Inversión en Comercial y ventas en los dos últimos años</p>
<p>Reconoce importancia que tiene el uso y análisis de información</p>	<p>Inversión en Sistemas de información (herramientas software) en los dos últimos años</p>
<p>Identifica que el desarrollo y la innovación tecnológica juega un papel importante</p>	<p>Proyección de inversión en Investigación y desarrollo en los próximos 5 años</p>
<p>Cuenta con claridad en los procesos y protocolos para llevar a cabo proyectos con alta incorporación tecnológica</p>	<p>Proyección de inversión en Producción de productos o servicios en los próximos 5 años</p>
<p>Reconoce los conceptos de tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, Big-Data y Data Science)</p>	<p>Proyección de inversión en Procesos administrativos internos (Contabilidad, talento humano) en los próximos 5 años</p>
<p>¿Cuál de las siguientes tecnologías utiliza en su organización?</p>	<p>Proyección de inversión en Logística de recepción y distribución en los próximos 5 años</p>
<p>¿Cómo está organizada su gestión en tecnologías de la información - TI?</p>	<p>Proyección de inversión en Comercial y ventas en los próximos 5 años</p>
<p>¿Dispone de alguna persona en la organización responsable de la transformación digital?</p>	<p>Proyección de inversión en Sistemas de información (herramientas software) en los próximos 5 años</p>
<p>Evaluación de las capacidades de sus empleados en relación con los requisitos futuros de la Industria 4.0 en</p>	<p>Nivel de Implementación de sistemas de información (herramientas software) para la gestión de proveedores</p>

---

---

diversas áreas (infraestructura, tecnología de automatización, análisis de datos, etc.)

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

Nivel de Implementación de sistemas de información (herramientas software) para la gestión de clientes

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

Nivel de Implementación de análisis de información de sus clientes para generar o mejorar productos o servicios

Nivel de acuerdo o desacuerdo sobre diversos aspectos de la seguridad de la información en el contexto de la transformación digital

Nivel de Implementación de integración de múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus clientes

Nivel de Implementación de integración de múltiples canales de comunicación en las interacciones con sus proveedores

Nivel de planificación y dirección de la cadena de suministros desde los clientes hasta los proveedores

Grado de digitalización de trabajo con clientes

Grado de digitalización de trabajo con proveedores

Grado de intercambio de información digitalmente con socios, proveedores y clientes

---

---

Grado de uso de múltiples canales de venta integrados para comercializar sus productos a sus clientes

Grado de uso de sistema de precios dinámico y adaptado al cliente

Grado de análisis de datos de los clientes para aumentar su conocimiento (situación personal, preferencias, ubicación, puntuación crediticia)

Grado de diseño de soluciones considerando los datos de los clientes

Grado de implementación de máquinas y sistemas que se pueden controlar a través de tecnologías

Grado de implementación de comunicación entre máquinas/sistemas - M2M

Grado de implementación de capacidad de integración y colaboración con otras máquinas/sistemas -

#### INTEROPERABILIDAD

Nivel de integración de tecnologías digitales en la prestación de servicios

---

---

Nivel de uso de herramientas digitales para mejorar la eficiencia en la prestación de servicios

Nivel de registro de datos o información del proceso de prestación de servicios

Nivel de aprovechamiento de los datos y análisis digitales para tomar decisiones en la prestación de servicios

Nivel de adopción de tecnologías de automatización en la entrega de servicios

Nivel de digitalización de la gestión de datos y registros en la empresa de servicios

---

## **3.2. Población y muestra**

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

Fueron seleccionadas empresas del sector de la construcción y obras civiles en la Costa Atlántica colombiana con las cuales los investigadores tenían conexión o contactos a las cuales se les fue enviada la encuesta.

### **3.2.2. Cálculo y selección de la muestra**

Este estudio fue ejecutado a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia, es decir, basando la selección de esta en criterios de accesibilidad hacia las empresas y no por medio de parámetros estadísticos. A partir de esto se seleccionaron 10 empresas del sector.

## **3.3. Instrumento(s)**

Se aplicó un instrumento tipo encuesta de 32 preguntas centradas en el uso de tecnologías emergentes en la gestión de proyectos, específicamente en el sector de la construcción y obra civil. Su objetivo es conocer el nivel de adopción de tecnologías como Big Data, Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial en las organizaciones. La encuesta tiene un propósito académico e investigativo. Además, se asegura que toda la información recopilada será tratada con confidencialidad y de forma anónima.

## **3.4. Descripción de procedimientos**

Se seleccionaron las empresas que cumplían con los criterios para la investigación y se contactó a cada una explicando el propósito de la encuesta y solicitando su participación. Después de la aceptación inicial, la encuesta fue enviada la encuesta en línea por canales de información oficiales de las empresas tales como: WhatsApp Corporativo y correos electrónicos.

Después de enviada la herramienta se procedió a esperar siete (7) días para su retorno como fecha límite. Se realiza seguimiento a las empresas para garantizar que todas las seleccionadas puedan participar en la investigación.

### **3.5. Análisis de información**

La técnica que se utilizó para el análisis de los datos fue por medio de la estadística descriptiva, que se fundamenta en recolectar y analizar un grupo de datos de la muestra con el objetivo de describir el comportamiento. Para agrupar y tabular los datos obtenidos después de la realización del cuestionario, se utilizó Microsoft Office Excel dando un análisis porcentual sobre la veracidad de las respuestas suministradas por la población encuestada y para el análisis de los datos.

### **3.6. Consideraciones éticas**

#### **3.6.1. Confidencialidad**

Al inicio de la encuesta se dejó una nota aclaratoria donde se comunicaba que la información suministrada era de interés académico para el presente estudio y los datos se mantendrían en completa reserva. Además, los datos fueron recolectados y tratados basado en la Ley 1266 de 2008 y el Decreto 1377 de 2013.

#### **3.6.2. Autonomía**

Los encuestados respondieron sin presión de ninguna otra persona. La presente encuesta solicitó aceptación de participación en su primer ítem, válido como consentimiento de aceptación.

## 4. HIPÓTESIS

Las empresas de construcción y obras civiles en la Costa Atlántica Colombiana tienen implementadas tecnologías emergente como herramientas para optimizar la gestión de materiales para las obras civiles.

### 4.1.Las variables

Las variables y sus tipos en la encuesta se relacionan en la tabla 2. Cabe resaltar que, dichas variables pueden tomar carácter dependiente o independiente según sean los tipos de análisis de interés, en el contexto de esta investigación, las variables relacionadas con la adopción de Big Data e Inteligencia Artificial, así como su uso en la consecución de materiales, serían de particular interés como variables dependientes. Las características de la empresa y sus estrategias generales de transformación digital podrían considerarse como variables independientes que potencialmente influyen en esta adopción.

**Tabla 3**  
*Clasificación de Variables de la investigación*

<b>Variables Categóricas Ordinales</b>	<b>Variables Categóricas Nominales</b>	<b>Variables Categóricas Binarias</b>
Número de empleados	Nombre o razón social de la organización	¿Está de acuerdo con la declaración inicial y desea continuar con la encuesta?
Nivel de ingresos anuales	NIT o identificación equivalente	- Implementación de diversos sistemas y prácticas
Nivel de adopción de diversas tecnologías y prácticas	Clasificación según actividad económica	-
Nivel de inversión en diferentes áreas	Nombre de quien presenta la encuesta	-

---

Frecuencia de realización de ciertas actividades	Posición dentro de la organización de quien presenta la encuesta	-
Nivel de digitalización	Correo electrónico de contacto	-
Nivel de acuerdo con afirmaciones sobre seguridad de la información	Teléfono móvil (opcional)	-
Nivel de capacitación en diferentes áreas		-
Importancia de diferentes tecnologías		-

---

## 5. RESULTADOS

Los resultados obtenidos, aun cuando la muestra no fue grande en comparación a otro volumen de datos, se hizo tratamiento estadístico y de datos teniendo la siguiente información. La tabla 4 muestra la matriz de correlación entre variables principales.

*Tabla 4 Matriz de correlación*

<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>	<b>Correlación</b>
Inversión en I+D	Uso de Tecnologías Emergentes	0,75
Capacitación en Transformación Digital	Digitalización de Procesos	0,68

En cuanto a Inversión en Investigación y Desarrollo y Uso de Tecnologías Emergentes, existe una correlación positiva, lo que indica que a mayor inversión en I+D, mayor es el uso de tecnologías emergentes. Por otro lado, en cuanto a la correlación entre Capacitación en Transformación Digital y Digitalización de Procesos, también se observa una correlación positiva, sugiriendo que las organizaciones que invierten en capacitación tienden a tener procesos más digitalizados.

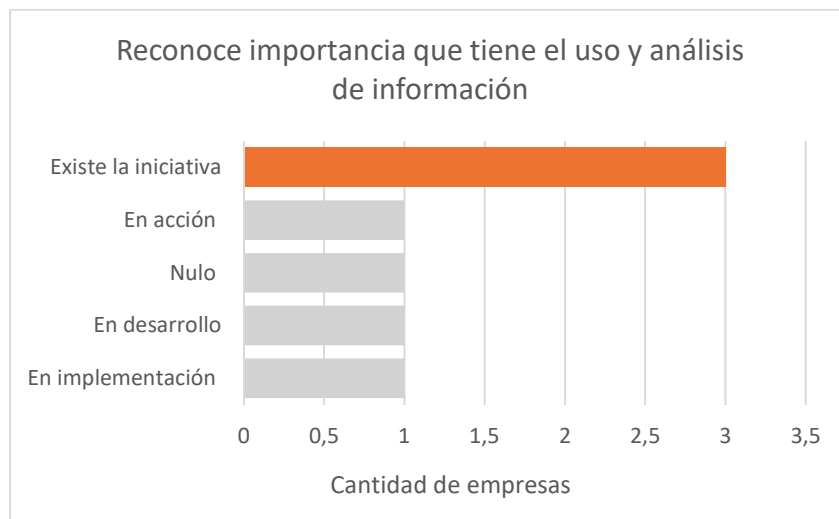
*Tabla 5 Medianas*

<b>Variable</b>	<b>Mediana</b>
Inversión en Tecnologías	Pequeña inversión
Digitalización de Procesos	Medio

Por otro lado, la tabla 5. Muestra que la mediana de inversión en tecnologías emergentes es “Pequeña inversión” y la mediana de Digitalización de Procesos indica que la digitalización de procesos está en un nivel medio, cumpliendo con la tendencia nacional descrita por el DANE en 2023, pero que demuestra que aún hay margen para mejorar. La mediana de “Medio” en la región

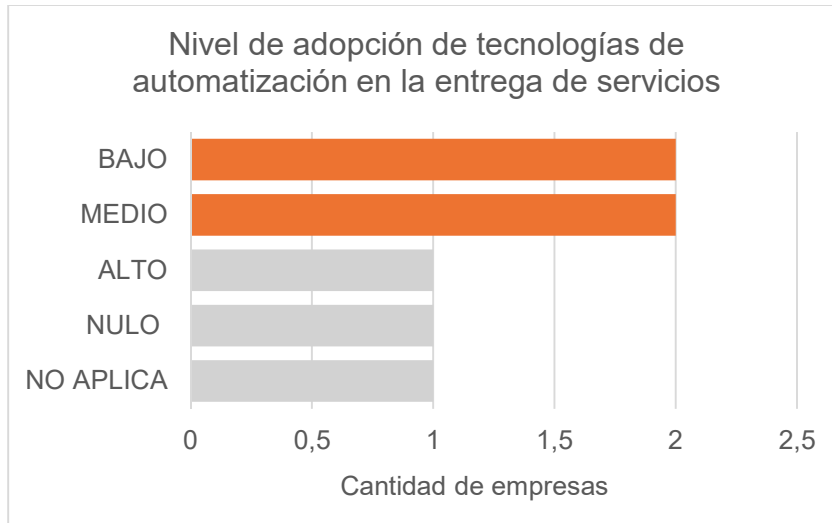
Atlántica indica un nivel similar de digitalización en comparativa a nivel nacional, pero con obstáculos adicionales que deben ser abordados para mejorar la eficiencia operativa (Universidad del Norte, 2023).

La ilustración 1, demuestra que, de las empresas encuestadas, 3 (42,85%) respondieron que “existe la iniciativa” en cuanto a reconocer la importancia que tiene el uso y análisis de información.



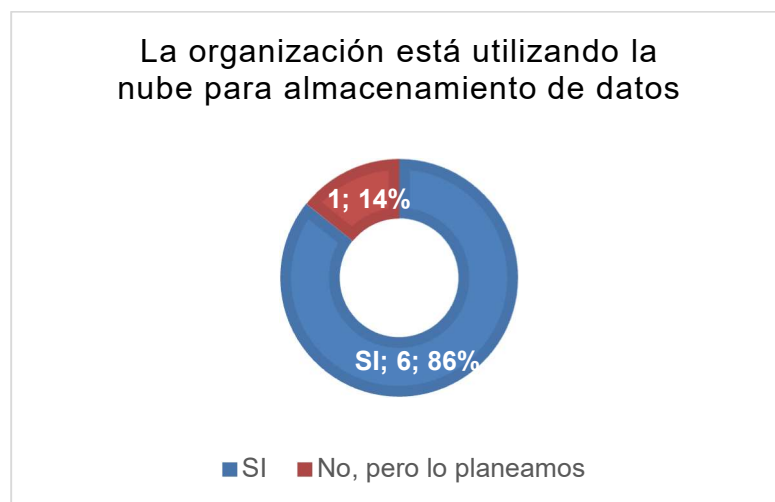
*Ilustración 1* Reconoce importancia que tiene el uso y análisis de información

La ilustración 2, muestra que el 28,57% de las empresas tiene un nivel bajo de adopción de tecnologías de automatización en la entrega de los servicios. También, que el 28,57 de las empresas encuestadas tiene un nivel medio de adopción, y solo el 14,28% tiene un nivel alto de adopción de estas herramientas para optimizar la entrega de servicios. De acuerdo con esto, se ve poca adopción de tecnologías a nivel empresarial, reflejando que se tendría una gran oportunidad de mejora en este aspecto, para así aumentar el rendimiento y optimización de las entregas.



*Ilustración 2 Nivel de adopción de tecnologías de automatización en la entrega de servicios*

La ilustración 3, muestra que el 86% de las empresas están utilizando los servicios de la nube para almacenar datos, demostrando que la transición a la seguridad de la información basado en servicios en línea es lo que está en auge actualmente y futuro. Solo una empresa no tiene implementado el servicio, pero planea hacerlo, entendiendo las ventajas del servicio basado en la nube.



*Ilustración 3 La organización está utilizando la nube para almacenamiento de datos*

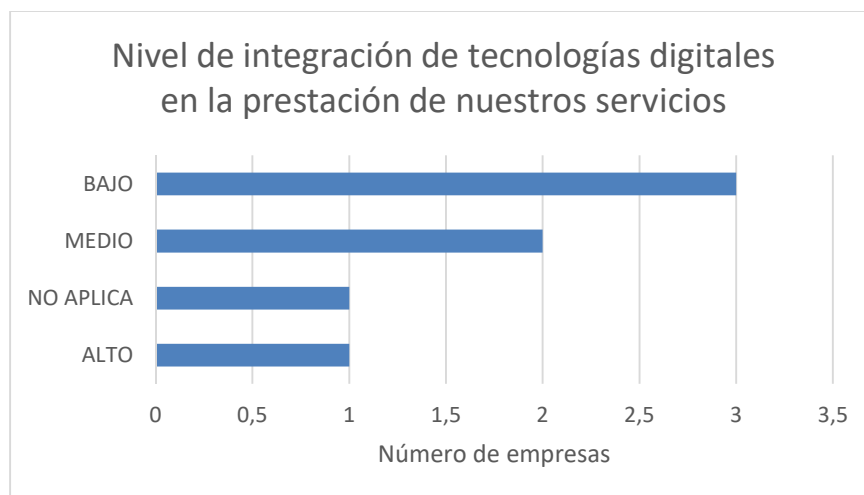
Con respecto al talento humano responsable en las empresas de la transformación digital, el 72% de las empresas respondieron no tener roles especializados, el 14% dispone de varios roles especializados y otro 14% se dispone de un rol especializado con respecto a la transformación

digital, dando como indicio de que al no tener una persona especializada encargada la empresa tiende a no aprovechar al máximo las tecnologías emergentes. Esto lo refleja la ilustración 4.



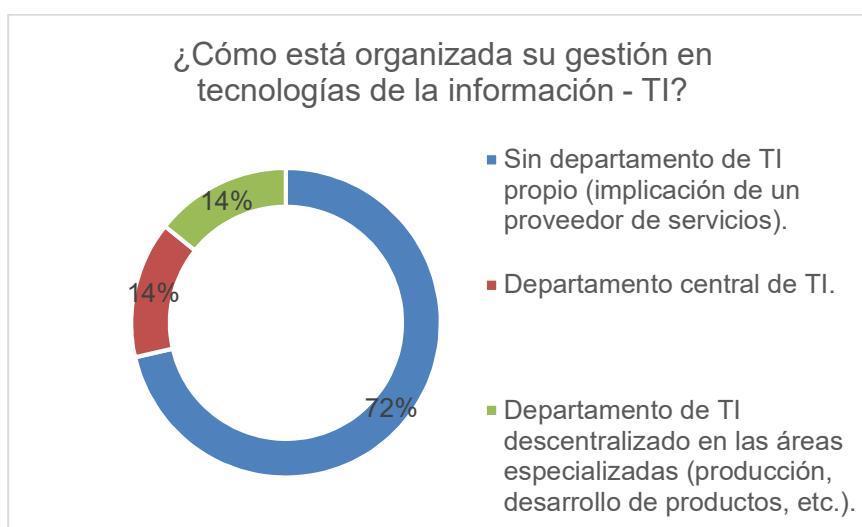
*Ilustración 4 Dispone de alguna persona en la organización responsable de la transformación digital*

La ilustración 5, muestra que el 42,8% tiene un nivel bajo en la integración de tecnologías digitales en la prestación de sus servicios, y un 28,5% tiene un nivel medio, relegado a un 14,28% de una sola empresa que tiene integración alta de estas tecnologías, mostrando esto, que la mayoría de las empresas aún tienen muchas oportunidades de mejora con respecto a este apartado.



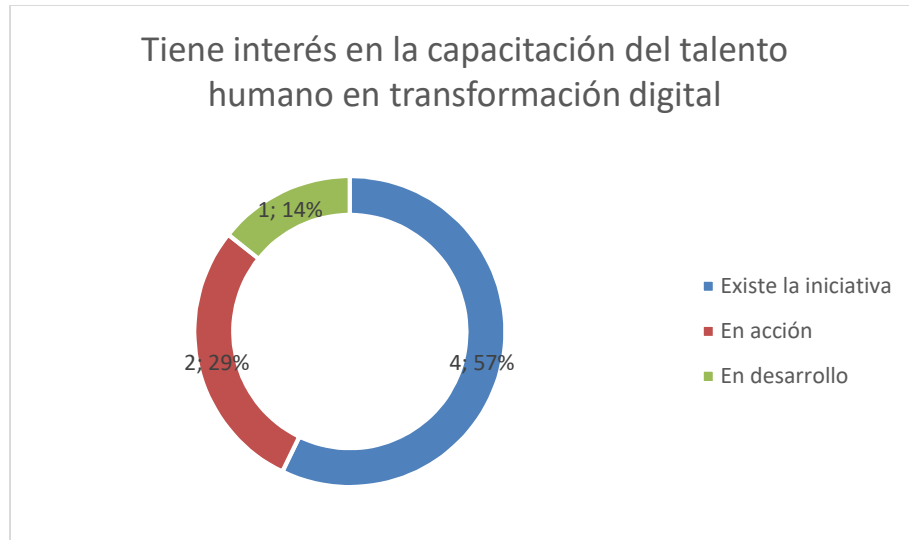
*Ilustración 5 Nivel de integración de tecnologías digitales en la prestación de nuestros servicios*

La ilustración 6, refleja que el 72% de las empresas no está organizada su gestión con base a tecnologías de la información (TI), por lo tanto, no tienen un departamento propio de TI. Por otro lado, el 14% de las empresas sí tienen un departamento central de TI y otro 14% tiene el departamento de TI descentralizado en áreas especializadas, lo que hace que la comunicación no sea basada en tecnologías emergentes, sino en mecanismos clásicos de comunicación entre áreas.



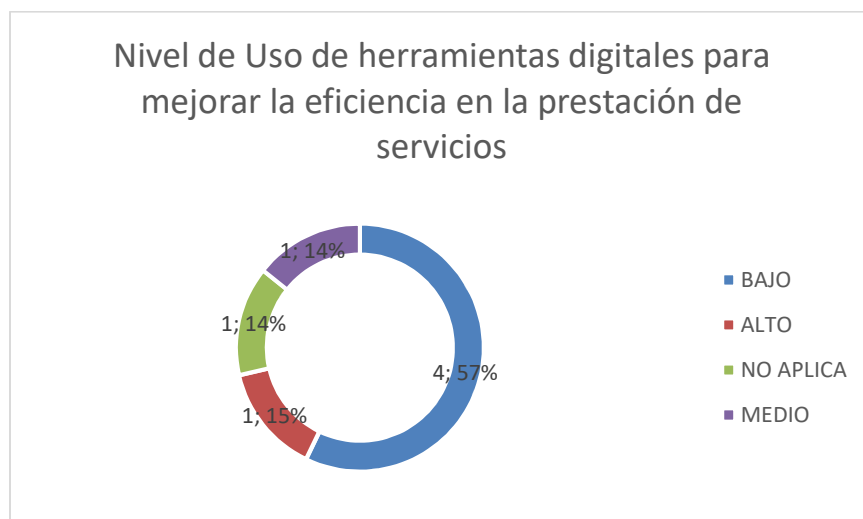
*Ilustración 6 Cómo está organizada su gestión en tecnologías de la información - TI*

Con respecto al interés de capacitar al talento humano de las empresas en transformación digital, la ilustración 7, refleja que el 57% de las empresas respondieron que existe la iniciativa, pero que no se está ejecutando. Mientras que el 29% tiene en ejecución la capacitación de su personal en temas de transformación digital y el 14% refiere tenerlo en desarrollo para el futuro próximo, reflejando esto que en general todas las empresas entienden que la operatividad y desarrollo de estas, debe inclinarse hacia lo digital para garantizar el sostenimiento en el tiempo.



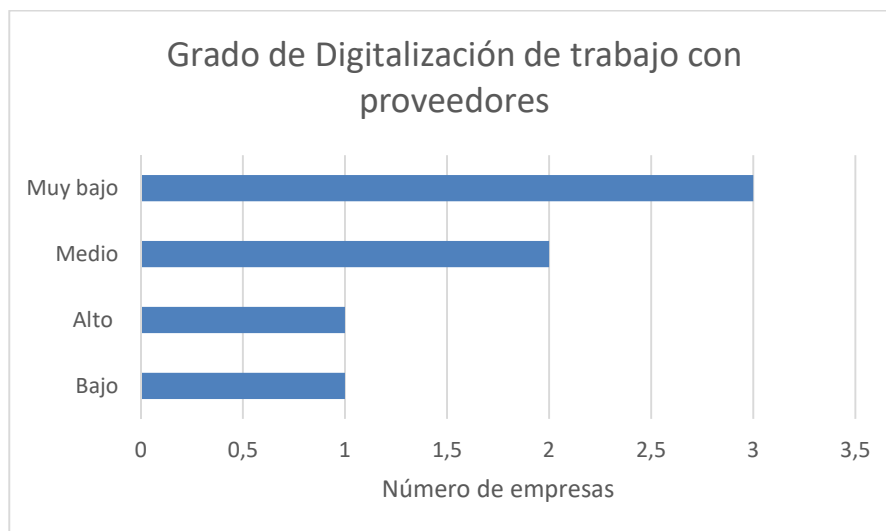
*Ilustración 7 Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital*

La mayoría de las organizaciones (57%) tienen un nivel bajo o medio de uso de herramientas digitales, lo que sugiere un amplio margen de mejora. Además, existe una brecha significativa en cuanto al uso de estas herramientas solo el 14% en un nivel alto de uso. El hecho de que para el 14% no aplique el uso de herramientas digitales podría indicar sectores tradicionales o resistentes a la digitalización. Por lo que, hay una clara oportunidad para aumentar la eficiencia en la prestación de servicios mediante una mayor adopción de herramientas digitales, todo esto reflejado en la ilustración 8.



*Ilustración 8 Nivel de Uso de herramientas digitales para mejorar la eficiencia en la prestación de servicios*

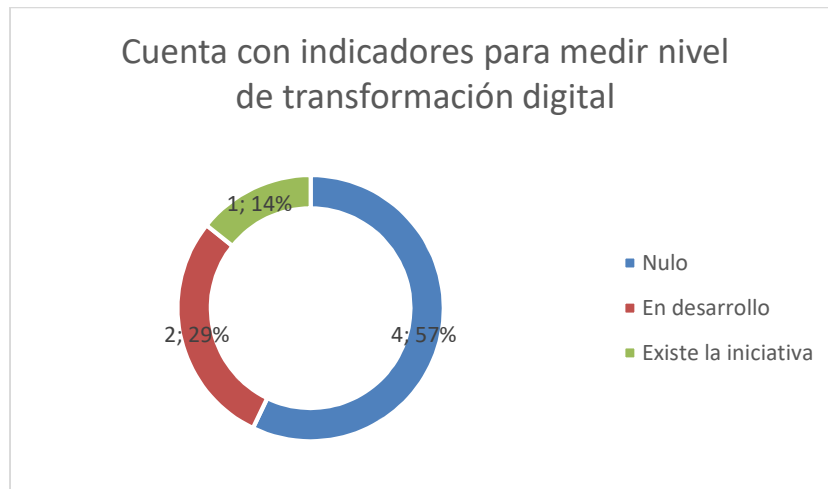
De acuerdo con la ilustración 9, se tiene que la mayoría de las empresas (42,8%) tienen un grado de digitalización "Muy bajo" en su trabajo con proveedores. El segundo nivel más común es "Medio", con 2 empresas (28,5%) en esta categoría y hay igual número de empresas (1 cada una) en las categorías "Alto" y "Bajo", representando ambas el 14,28% cada una. Estos resultados demuestran que existe una brecha digital significativa en el trabajo con proveedores, con la mayoría de las empresas aún en etapas muy tempranas de digitalización. Dejando como evidencia que hay oportunidades considerables para mejorar y optimizar los procesos digitales en la cadena de suministro, pero que pocas empresas han alcanzado un alto grado de digitalización en este aspecto, lo que podría darles una ventaja competitiva. Por lo tanto, es posible que muchas empresas enfrenten desafíos o barreras para implementar soluciones digitales en su trabajo con proveedores.



*Ilustración 9 Grado de Digitalización de trabajo con proveedores*

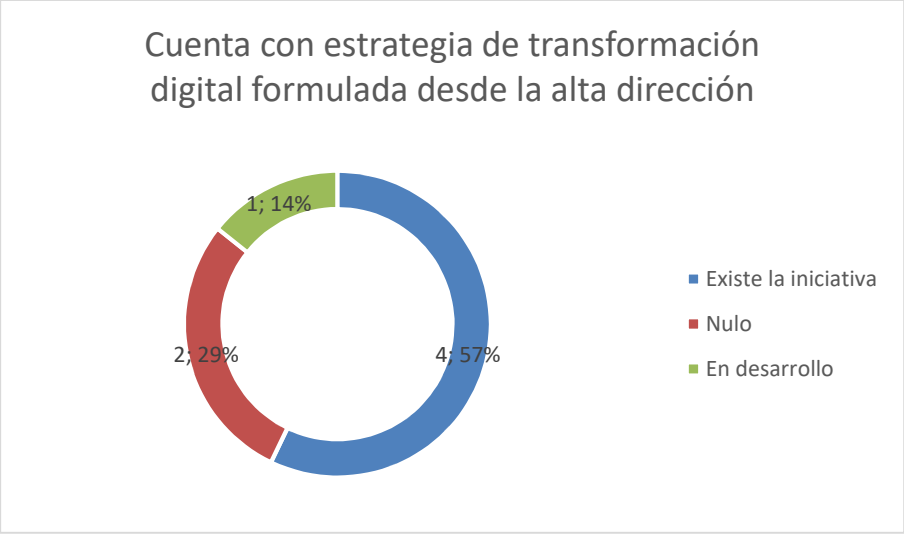
La ilustración 10, tiene resultados interesantes con respecto a los indicadores de transformación digital. El 57% (4 empresas) no cuenta con indicadores para medir el nivel de transformación digital. Este es el grupo más grande, etiquetado como "Nulo". El 29% (2 empresas) está "En desarrollo" de estos indicadores y el 14% (1 empresa) tiene la iniciativa de implementar estos indicadores, etiquetado como "Existe la iniciativa". La mayoría de las entidades representadas aún no han implementado indicadores para medir su transformación digital, lo que sugiere una baja madurez en este aspecto. Es decir, existe una oportunidad significativa para mejorar la medición y seguimiento de la transformación digital en la mayoría de las organizaciones. Además, la falta de indicadores podría dificultar la evaluación del progreso y el

éxito de las iniciativas de transformación digital. Siendo así que, las organizaciones que ya están desarrollando o han iniciado la implementación de indicadores podrían tener una ventaja competitiva en términos de gestión y optimización de sus esfuerzos de transformación digital.



*Ilustración 10 Cuenta con indicadores para medir nivel de transformación digital*

Por último, la ilustración 11 refleja que en el 57% (4 empresas) "Existe la iniciativa" de formular una estrategia de transformación digital desde la alta dirección. Teniendo por otro lado que el 29% (2 empresas) se clasifica como "Nulo", lo que sugiere que no tienen ninguna estrategia de transformación digital y solo el 14% (1 empresa) está "En desarrollo" de su estrategia de transformación digital. De acuerdo con esto, se analiza que la mayoría de las organizaciones (57%) están en alguna etapa de formulación de una estrategia de transformación digital, lo que indica un reconocimiento generalizado de su importancia. Además, más de la mitad de las organizaciones han iniciado el proceso, lo que sugiere un compromiso significativo de la alta dirección con la transformación digital. Existe una minoría considerable (29%) que aún no ha comenzado a formular una estrategia, lo que podría ponerlas en desventaja competitiva. Aunque el hecho de que solo el 14% esté "En desarrollo" sugiere que muchas organizaciones pueden estar en las etapas iniciales de planificación.



*Ilustración 11 Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección*

## 6. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran una correlación positiva entre la inversión en investigación y desarrollo (I+D) y el uso de tecnologías emergentes, con un coeficiente de correlación de 0.75. Esto sugiere que a mayor inversión en I+D, mayor es la adopción de tecnologías emergentes. Este hallazgo es consistente con estudios previos que indican que la inversión en I+D es un factor clave para la innovación tecnológica (Universidad del Norte, 2023). En comparación, Colombia ha mostrado avances significativos en la adopción de tecnologías emergentes, especialmente en sectores como la inteligencia artificial y la nube. Según un informe de EY, Colombia se sitúa en el cuarto lugar en madurez digital en América Latina, lo que refleja un compromiso creciente con la transformación digital (Suárez Bernal, 2023). Sin embargo, aún existen desafíos en términos de inversión en I+D, especialmente en comparación con países líderes en la región.

En cuanto a la correlación positiva entre la capacitación en transformación digital y la digitalización de procesos (0.68) indica que las organizaciones que invierten en capacitación tienden a tener procesos más digitalizados. Este resultado subraya la importancia de la formación continua para la adopción efectiva de tecnologías digitales. En Colombia, el 60% de las empresas han avanzado en la adopción de tecnologías digitales, incluyendo el Internet de las Cosas y redes 5G (ANDI, 2023). Sin embargo, la falta de roles especializados en transformación digital sigue siendo un obstáculo significativo. El 72% de las empresas colombianas no dispone de roles especializados, lo que limita su capacidad para aprovechar al máximo las tecnologías emergentes (Beetrack, 2023).

Con respecto al nivel de adopción de tecnologías de automatización en la entrega de servicios es bajo, con solo el 14.28% de las empresas alcanzando un nivel alto de adopción. Esto refleja una oportunidad significativa para mejorar la eficiencia operativa mediante una mayor adopción de herramientas de automatización. En Colombia, la adopción de tecnologías de automatización también ha sido lenta. Aunque la pandemia de COVID-19 impulsó la digitalización, muchas empresas aún enfrentan desafíos para integrar completamente estas tecnologías en sus operaciones diarias (Cintel, 2023). También, el 86% de las empresas encuestadas utilizan servicios en la nube para el almacenamiento de datos, lo que indica una transición hacia soluciones basadas en la nube. Este hallazgo es consistente con las tendencias

globales, donde la nube se ha convertido en una solución preferida para la gestión de datos. En Colombia, el uso de servicios en la nube ha crecido significativamente, con muchas empresas adoptando estas soluciones para mejorar la seguridad y la eficiencia operativa (MINTIC, 2020). Sin embargo, la ciberseguridad sigue siendo una preocupación importante, y se necesitan esfuerzos adicionales para garantizar la protección de los datos en la nube.

Los resultados muestran que el 57% de las empresas tienen la iniciativa de formular una estrategia de transformación digital desde la alta dirección, pero solo el 14% está en desarrollo. Esto sugiere que, aunque existe un reconocimiento de la importancia de la transformación digital, muchas organizaciones aún están en las etapas iniciales de planificación. Para Colombia, la Estrategia Nacional Digital 2023-2026 busca posicionar al país como líder en digitalización en América Latina, con un enfoque en la modernización de infraestructuras tecnológicas y la promoción de la innovación (Colombia Inteligente, 2024). Sin embargo, la implementación efectiva de estas estrategias sigue siendo un desafío, especialmente en áreas rurales donde la conectividad es limitada.

En general, los resultados están encaminado a lo que está pasando en Colombia, en cuanto al uso de tecnologías emergentes en la gestión de obras civiles el cual ha mostrado un crecimiento significativo en los últimos años. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), las empresas de construcción han incrementado su inversión en tecnologías de la información y la comunicación (TIC), incluyendo herramientas como el *Building Information Modeling* (BIM) y drones para la supervisión de obras (DANE, 2023). Estas tecnologías permiten una mejor planificación, ejecución y monitoreo de proyectos, lo que resulta en una mayor eficiencia y reducción de costos.

A nivel general en la región de la Costa Atlántica, el panorama es similar al país, aunque con algunas particularidades. Las empresas de construcción en esta región también están adoptando tecnologías emergentes, pero a un ritmo más lento en comparación con el promedio nacional, lo cual se refleja en los resultados obtenidos en esta investigación. Un estudio realizado por la Universidad del Norte en Barranquilla destaca que, aunque hay un interés creciente en tecnologías como BIM y la impresión 3D, la implementación efectiva aún enfrenta desafíos debido a la falta de capacitación y recursos financieros (Universidad del Norte, 2023).

## 7. CONCLUSIONES

Aun cuando la muestra no fue alta, los resultados sugieren y marcan muchos factores de importancia para la consecución de métodos y estrategias que permitan identificar retos logísticos de materiales para la construcción de obras civiles. Las empresas encuestadas pertenecen a la Costa Atlántica Colombiana, y estas en general no están usando a gran escala las tecnologías emergentes lo que les quita competitividad en el mercado futuro, pues muchas empresas del sector trabajan modelos predictivos de rutas logísticas y de adquisición de insumos para la construcción.

En cuanto a las estrategias de transformación digital en general, se logró identificar que muchas empresas han iniciado estrategias de transformación digital, aunque el grado de implementación varía significativamente. Además de que existe un interés considerable en la capacitación en transformación digital, lo que indica una conciencia sobre la importancia de estas habilidades. Por otro lado, se observan correlaciones significativas entre la inversión en tecnologías emergentes y el grado de digitalización.

Las empresas que invierten más en tecnologías emergentes tienden a tener un mayor grado de digitalización. Es decir, comparando empresas con y sin estrategia de transformación digital, se observa que las empresas con una estrategia formulada desde la alta dirección tienen un mayor grado de implementación de tecnologías emergentes. Según Microsoft 2023, la inversión en sistemas de información (herramientas software) es un predictor significativo del grado de digitalización de las empresas. Esto sugiere que las empresas que invierten en software tienden a estar más avanzadas en su transformación digital.

## **8. RECOMENDACIONES**

Para mejorar la gestión de materiales en el sector de la construcción mediante la implementación de tecnologías emergentes, es fundamental desarrollar una estrategia integral que abarque diversos aspectos clave. A continuación, se presentan las estrategias y lineamientos propuestos:

### **Estrategia de Inversión en I+D**

La inversión en investigación y desarrollo (I+D) es crucial para fomentar la adopción de tecnologías emergentes. Se recomienda asignar un porcentaje fijo del presupuesto anual a proyectos de I+D, lo cual permitirá a las empresas mantenerse a la vanguardia en innovación tecnológica. Además, establecer alianzas con instituciones académicas puede facilitar el desarrollo de proyectos conjuntos que impulsen la investigación aplicada. Aprovechar los incentivos fiscales disponibles para empresas que invierten en I+D también puede ser una estrategia efectiva para aumentar los recursos destinados a este fin.

### **Capacitación en Transformación Digital**

La capacitación del personal en transformación digital es esencial para la digitalización de procesos. Implementar programas de formación continua en tecnologías emergentes y transformación digital permitirá a los empleados adquirir las competencias necesarias para adaptarse a los cambios tecnológicos. Fomentar la obtención de certificaciones profesionales en áreas clave como BIM (Building Information Modeling) y gestión de proyectos puede mejorar significativamente la capacidad de la empresa para implementar nuevas tecnologías. Realizar evaluaciones periódicas de competencias ayudará a identificar necesidades de formación adicionales y asegurar que el personal esté siempre actualizado.

### **Adopción de Tecnologías de Automatización**

La adopción de tecnologías de automatización puede incrementar la eficiencia operativa en la gestión de materiales. Es importante realizar una evaluación detallada de los procesos para identificar aquellos susceptibles de automatización. La implementación de software de gestión de materiales y automatización de inventarios puede optimizar la cadena de suministro y reducir

errores humanos. Establecer indicadores de rendimiento permitirá monitorear y evaluar el impacto de la automatización, asegurando que se alcancen los objetivos de eficiencia.

### **Uso de Servicios en la Nube**

El uso de servicios en la nube para el almacenamiento de datos y la colaboración puede mejorar significativamente la gestión de materiales. Planificar y ejecutar la migración de datos y aplicaciones a plataformas en la nube es un paso crucial para modernizar la infraestructura tecnológica. Implementar medidas de ciberseguridad robustas es esencial para proteger los datos almacenados en la nube. Además, capacitar al personal en el uso y gestión de servicios en la nube garantizará una transición fluida y eficiente.

### **Estrategia de Transformación Digital**

Desarrollar una estrategia integral de transformación digital desde la alta dirección es fundamental para el éxito de la implementación de tecnologías emergentes. Involucrar a la alta dirección en la formulación de esta estrategia asegurará el compromiso y la alineación con los objetivos organizacionales. Establecer indicadores claros para medir el progreso de la transformación digital permitirá evaluar el impacto y realizar ajustes necesarios. Fomentar una cultura organizacional que apoye la transformación digital mediante campañas de comunicación interna puede facilitar la adopción de nuevas tecnologías.

### **Gestión de Talento Humano**

Asegurar que la organización cuente con el talento humano necesario para llevar a cabo la transformación digital es crucial. Crear roles especializados en transformación digital y tecnologías emergentes permitirá a la empresa contar con expertos que lideren estos procesos. Implementar estrategias de reclutamiento para atraer talento con competencias digitales y desarrollar programas de retención de talento que incluyan oportunidades de desarrollo profesional y beneficios competitivos ayudará a mantener un equipo capacitado y motivado.

### **Integración de Tecnologías Digitales en la Cadena de Suministro**

Mejorar la eficiencia y la transparencia en la gestión de materiales mediante la digitalización de la cadena de suministro es una estrategia clave. Fomentar la digitalización de

procesos con proveedores mediante el uso de plataformas colaborativas puede mejorar la coordinación y reducir tiempos de entrega. Implementar sistemas de trazabilidad permitirá una mayor transparencia en la gestión de materiales, y utilizar tecnologías de IoT para el monitoreo en tiempo real de inventarios y materiales optimizará la gestión de recursos.

## REFERENCIAS

- ANDI. (2023). Transformación Digital en Colombia: Implicaciones y perspectivas. Impacto TIC. Consultado en julio de 2024 de <https://impactotic.co/innovacion/transformacion-digital/transformacion-digital-en-colombia-implicaciones-y-perspectivas/>
- Bancolombia. (2023). Este es el panorama del sector de la construcción en Colombia. Consultado junio de 2024 de <https://www.grupobancolombia.com>
- Beetrack. (2023). Transformación digital en Colombia: logros y retos. Consultado en julio 2024 de <https://www.beetrack.com/es/blog/transformaci%C3%B3n-digital-en-colombia>
- Boletín técnico (2023 agosto 11). Indicador de Producción de Obras Civiles (IPOC). II trimestre de 2023. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indicador-de-produccion-de-obras-civiles-ipoc>
- Camacol. (2023). Colombia también construye con inteligencia artificial (IA). Consultado junio de 2024 de <https://www.camacol.co>
- Castillo Rodríguez, R., Domínguez Lepe, J. A., & Jiménez Torrez, L. F. (2022). Situación actual de la gestión de materiales de construcción en el ámbito internacional. *Revista Ingeniería de Construcción*, 37(1). <https://doi.org/10.7764/ric.00020.21>
- Castillo Rodríguez, R., Domínguez Lepe, J. A., & Jiménez Torrez, L. F. (2022). Situación actual de la gestión de materiales de construcción en el ámbito internacional. *Revista Ingeniería de Construcción*, 37(1). <https://doi.org/10.7764/ric.00020.21>
- CEGESTI. (2010). Cambio climático y sus repercusiones en el diseño y vida útil de las infraestructuras civiles. Consultado junio de 2024 de la base de datos institucional de CEGESTI.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Pearson.
- Cintel. (2023). La Transformación Digital se desacelera en Colombia al cierre del 2023. Centro Nacional de Consultoría. Consultado en julio 2024 de <https://www.centronacionaldeconsultoria.com/post/la-transformacion-digital-se-desacelera-en-colombia-al-cierre-del-2023>
- Colombia Inteligente. (2024). Estrategia Nacional Digital de Colombia 2023-2026. Consultado en julio 2024 de [https://colombiainteligente.org/es\\_co/tendencias/estrategia-nacional-digital-de-colombia-2023-2026/](https://colombiainteligente.org/es_co/tendencias/estrategia-nacional-digital-de-colombia-2023-2026/)
- Congreso de Colombia. (1997). Ley 400 de 1997. Establece normas sobre construcciones sismo resistentes.

Congreso de Colombia. (2014). Ley 1682 de 2014. Regula la infraestructura de transporte y establece normas para su desarrollo.

Construcción LatinoAmericana. (2024). Tres retos para la logística de la construcción. Consultado junio de 2024 de <https://www.construccionlatinoamericana.com>.

Constructivo. (2024). Innovadoras técnicas y herramientas: optimización de procesos en la construcción. Consultado junio de 2024 de <https://constructivo.com>.

Corficolombiana. (2022). Dinámica reciente y perspectiva de mediano plazo de la infraestructura en Colombia. Consultado junio de 2024 de <https://www.corficolombiana.com>

Corficolombiana. (2023). Informe Perspectiva Sectorial - Infraestructura. Consultado en julio 2024 de <https://investigaciones.corficolombiana.com/documents/38211/0/VF%20%282%29.pdf/cfbb692-ec2b-c080-9a10-d6f78221c7f9>

CoSMoS Engineering. (2022). Escasez de materiales en la construcción. Consultado en julio 2024 de <https://www.cosmosengineering.es/blog/escasez-de-materiales-en-la-construccion>

Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP). (2020). Supply Chain Management Definitions and Glossary. Retrieved from CSCMP.

DANE. (2022). Indicador de Producción de Obras Civiles (IPOC) - Tercer trimestre de 2022. Consultado en julio 2024 de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipoc/boletin-tecnico-ipoc-III-2022.pdf>

DANE. (2024). Indicadores económicos alrededor de la construcción. Consultado junio de 2024 de <https://www.dane.gov.co>

Datta, S. D., Islam, M., Rahman Sobuz, M. H., Ahmed, S., & Kar, M. (2024). Artificial intelligence and machine learning applications in the project lifecycle of the construction industry: A comprehensive review. *Heliyon*, 10(5), e26888. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26888>

Escorcía Sánchez, J. J. (2020). Gestión de despacho de materiales para la competitividad en una empresa de obras civiles: estudio de caso. Universidad Simón Bolívar. Consultado en julio 2024 de [https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/6129/Gesti%C3%B3n\\_De\\_despacho\\_Materiales\\_Competitividad\\_Empresa\\_ObrasCiviles\\_Resumen.pdf?sequence=1](https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/6129/Gesti%C3%B3n_De_despacho_Materiales_Competitividad_Empresa_ObrasCiviles_Resumen.pdf?sequence=1)

Escudero, J. (2019). La administración de almacenes y la gestión logística. América Retail.

Experto Supermastick. (2024). Operación logística en construcción. Consultado junio de 2024 de <https://www.expertosupermastick.com>.

Feng, N. (2022). The Influence Mechanism of BIM on Green Building Engineering Project Management under the Background of Big Data. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2022, 8227930. <https://doi.org/10.1155/2022/8227930>

Galyco. (2024). Las claves de los servicios logísticos para construcción. Consultado junio de 2024 de <https://www.galyco.com>.

GECOPRE. (2022). Obra civil: qué es, características y tipos. Consultado junio de 2024 de <https://gecopre.es/que-es-obra-civil/>

Glosario de obras civiles (2018) Departamento administrativo nacional de estadísticas DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indicador-de-inversion-en-obras-civiles/glosario-obras-civiles>

Gobierno Nacional. (2018). Ley 1882 de 2018. Fortalece la contratación pública en materia de infraestructura.

Hurtado Castillo, S. J., Pérez Rodríguez, X. A., Díaz Vargas, L. E., Orduz Hurtado, N., & Lizarazo Nossa, W. T. (2020). Desarrollo logístico en Colombia, cambios y retos. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Consultado junio de 2024 de UNAD.

IBM. (2023). ¿Qué es la Inteligencia Artificial (IA)?. Consultado junio de 2024 de <https://www.ibm.com/mx-es/topics/artificial-intelligence>

IFC. (2023). Edificios verdes: Construcción sostenible en los mercados emergentes. Consultado junio de 2024 de IFC.

Kaspersky. (2023). ¿Qué es la Internet de las cosas? Definición y explicación. Consultado junio de 2024 de <https://www.kaspersky.es/resource-center/definitions/what-is-iiot>

Kensa Logistics. (2024). Tendencias y tecnologías emergentes en la cadena de suministro 2024. Consultado junio de 2024 de <https://www.kensalogistics.com>.

La República. (2021). Las obras civiles que dinamizarán la economía en las regiones de Colombia. Consultado junio de 2024 de La República.

Más Colombia. (2022). La construcción de obras civiles se contrajo 4,6% en 2021. Consultado junio de 2024 de <https://www.mascolombia.com>

Melian, V. (2024). Aprende qué es la obra civil en construcción y su importancia. Consultado junio de 2024 de <https://simontec.es/construccion/que-es-obra-civil-en-construccion/>

Meng, Q.; Peng, Q.; Li, Z.; Hu, X. Big Data Technology in Construction Safety Management: Application Status, Trend and Challenge. *Buildings* 2022, 12, 533. <https://doi.org/10.3390/buildings12050533>

Microsoft. (2022). 3 tecnologías emergentes que revolucionarán la vida de las personas. Consultado junio de 2024 de <https://news.microsoft.com/es-xl/3-tecnologias-emergentes-que-revolucionaran-la-vida-de-las-personas/>

Microsoft. (2022). Construyan aplicaciones colaborativas con Microsoft Teams. Consultado junio de 2024 de <https://news.microsoft.com/es-xl/construyan-aplicaciones-colaborativas-con-microsoft-teams/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). Decreto 1076 de 2020. Regula la gestión ambiental de proyectos de infraestructura.

Ministerio de Transporte. (2016). Resolución 000415 de 2016. Establece normas técnicas para la construcción y mantenimiento de carreteras.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2012). Decreto 1469 de 2012. Reglamenta la expedición de licencias urbanísticas.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). Decreto 1077 de 2015. Compila disposiciones reglamentarias relacionadas con instrumentos de financiación y mecanismos de gestión del desarrollo territorial.

MINTIC. (2020). Marco de la Transformación Digital para el Estado Colombiano. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Consultado en julio 2024 de [https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-149178\\_recurso\\_1.pdf](https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles-149178_recurso_1.pdf)

Mocerino, C. (2018). Digital revolution in efficient self-organization of buildings: towards intelligent robotics. 2018 Energy and Sustainability for Small Developing Economies (ES2DE), 1–6. <https://doi.org/10.1109/ES2DE.2018.8494237>

Morales Abuabara, J. (2022). Retos de la construcción en Colombia. *Revista Activa*. Consultado en julio 2024 de <https://revistactiva.com/2022/10/31/retos-de-la-construccion-en-colombia/>

Mosquera, D., & Aguirre, D. A. (2023). Propuesta de un Sistema Integrado de Gestión en la construcción de obras civiles- empresa CSA- Consultores y Servicios Asociados S.A.S, bajo los lineamientos de las normas ISO 9001: 2015, ISO 14001: 2015, ISO 45001: 2018. Universidad Católica de Oriente. Consultado en julio 2024 de <https://repositorio.uco.edu.co/jspui/bitstream/20.500.13064/1085/1/ARTICULO%20%20DANY%20MOSQUERA%20SIG-CSA.pdf>

Nekouvaght Tak, A., Taghaddos, H., Mousaei, A., & Hermann, U. (Rick). (2020). Evaluating industrial modularization strategies: Local vs. overseas fabrication. *Automation in Construction*, 114(February), 103175. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103175>.

NVIDIA. (2024). Herramientas de IA generativa para empresas. Consultado junio de 2024 de <https://www.nvidia.com/es-es/executive-insights/generative-ai-tools/>

NVIDIA. (2024). La IA generativa se ejecuta en NVIDIA. Consultado junio de 2024 de <https://www.nvidia.com/es-es/ai-data-science/generative-ai/>

Oliveira, B. A. S., Neto, A. P. D. F., Fernandino, R. M. A., Carvalho, R. F., Fernandes, A. L., & Guimarães, F. G. (2021). Automated Monitoring of Construction Sites of Electric Power Substations Using Deep Learning. *IEEE Access*, 9, 19195–19207. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3054468>

OpenAI. (2024). Qué es OpenAI: GPT-4, DALL-E 2 whisper, codex. Consultado junio de 2024 de <https://dirigentesdigital.com/tecnologia/openai-que-es-y-que-puedes-hacer-inteligencia-artificial/>

Pacto Global Colombia. (2023). Nace ReSíclamos Caribe, un proyecto que impulsará el reciclaje y la economía circular en la Costa Atlántica. Consultado en julio 2024 de <https://www.pactoglobal-colombia.org/news/nace-resiclamos-caribe-un-proyecto-que-impulsara-el-reciclaje-y-la-economia-circular-en-la-costa-atlantica.html>

PlanRadar. (2024). Inteligencia artificial en el sector de la construcción. Pros y contras. Consultado junio de 2024 de PlanRadar.

PMIdeas. (2020). El Big Data en la gestión de proyectos. Consultado junio de 2024 de PMIdeas.

Postgrado Ingeniería. (2020). Obra Civil: Tipos, Características y Fases de un proyecto. Consultado junio de 2024 de <https://postgradoingenieria.com/obra-civil-que-necesitas-saber/>

Presidente de la República de Colombia. (2021). Decreto 1783 de 2021. Modifica parcialmente el Decreto 1077 de 2015 en lo relacionado con el estudio, trámite y expedición de las licencias urbanísticas.

Rane, N., Choudhary, S., & Rane, J. (2024). Enhancing Sustainable Construction Materials Through the Integration of Generative Artificial Intelligence, such as ChatGPT or Bard. Available at SSRN 4681678. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4681678>

Rozo, P. (2014). Las Cinco Dimensiones de la Gerencia Logística

Sánchez Vázquez, M. (2023). La transformación digital del sector de la construcción en España. Universidad Politécnica de Madrid. Consultado junio de 2024 de UPM.

Semana. (2022). Transformación digital en sector de la construcción y sus innovaciones. Consultado junio de 2024 de <https://www.semana.com>

Suárez Bernal, L. (2023). Transformación Digital en Colombia. Situación actual. Impacto TIC. Consultado en julio 2024 de <https://impactotic.co/innovacion/transformacion-digital/transformacion-digital-en-colombia-implicaciones-y-perspectivas/>

The Logistics World. (2024). Cambio climático y cadena de suministro: ¿Cuáles son los riesgos?. Consultado junio de 2024 de la base de datos institucional de The Logistics World.

The Logistics World. (2024). Tendencias emergentes en logística para 2024: Lo que todo profesional debe saber. Consultado junio de 2024 de <https://thelogisticsworld.com>.

Trujillo Rojas, L. R. (2022). Incidencia de la gestión logística en la construcción de edificaciones. Universidad Cooperativa de Colombia. Consultado junio de 2024 de UCC.

Universidad del Norte. (2023). Informe sobre la digitalización en la región Atlántica.

Universitat Carlemany. (2023). Internet de las cosas: definición y ejemplos. Consultado junio de 2024 de <https://www.universitatcarlemany.com/actualidad/blog/internet-de-las-cosas-definicion-y-ejemplos/>

Wang, L., Chen, J., & Liu, S. (2019). Real-Time Data Processing in Construction Management. *Journal of Big Data Applications in Construction*, 12(1), 45-58.

Zhang, T., Li, M., & Zhao, Q. (2020). Optimizing Supply Chains in Construction with Big Data Analytics. *International Journal of Construction Management*, 28(4), 301-315.

Zheng, T., Chen, G., Wang, X. *et al.* Real-time intelligent big data processing: technology, platform, and applications. *Sci. China Inf. Sci.* **62**, 82101 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11432-018-9834-8>

Zixin, H., & Yaowu, W. (2017). The Applied Exploration of Big Data Technology in Prefabricated Construction Project Management. En ICCREM 2017 (pp. 71–78). <https://doi.org/doi:10.1061/9780784481059.007>

## Anexos

**Anexo 1. !G7-Encuesta identificación uso tecnologías emergentes en la gestión de proyectos**

(<https://forms.office.com/pages/responsepage.aspx?id=64W6sVOiZ0Se6NT47U3zANCI8j0rTmVLI2Q-oH9eO5dUME1YQIRaTU5CQ01ZR0I1MldYQjVPNINMTi4u>)

# !G7-Encuesta identificación uso tecnologías emergentes en la gestión de proyectos

### Objetivo:

Conocer el nivel de apropiación de tecnologías emergentes (Big-Data y Data Science) en la gestión de proyectos de las organizaciones del sector Construcción y Obra Civil.

### Autor:

Equipo de investigación Especialización en Gerencia de Proyectos 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.

**Anexo 1 !G7-Encuesta identificación uso tecnologías emergentes en la gestión de proyectos**

\* Obligatoria

## 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. \*

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 \*

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

9. Correo electrónico de contacto. \*

10. Teléfono móvil (opcional)

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

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

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

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

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

2. 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"/>

## 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"/>

5 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: PROC SOS - 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"/>

8 Su empresa realiza: \*

PRODUCCIÓN DE BIENES O PRODUCTOS

PRESTACIÓN DE SERVICIOS

## ORGANIZACIÓN DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE BIENES PRODUCTOS

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

	NULO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Tiene una visión en tiempo real de su producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Su producción es lo suficientemente flexible para reaccionar a cambio en la demanda	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Registra datos de maquinas o equipos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Registra datos de sus procesos de producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aprovecha los datos para tomar decisiones en el proceso de producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integración de tecnologías digitales en el proceso de producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usa herramientas digitales para mejorar la eficiencia en la producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Digitalización de la gestión de inventarios y recursos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. 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
------	------	-------	------	----------

I	E				
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"/>

#### Parte 4 de 5: NFRA STRUCTURA Y SEGURIDAD

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

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

\*

I	E			
	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 siguiente área, para comunicarse con clientes y proveedores, utiliza sistemas de información:

\*

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

23. ¿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"/>

24. ¿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.

25. 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"/>

26. 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.

27. ¿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.

28. ¿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.

29. ¿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"/>

30. ¿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.

31. ¿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.



32. ¿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	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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"/>