

BIG DATA - UNA SOLUCIÓN PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA



Implementación de Big Data - Una solución para la gestión de proyectos de construcción en
Colombia

Edward Johany Cardona Sánchez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

noviembre de 2024

BIG DATA - UNA SOLUCIÓN PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

Implementación de Big Data - Una solución para la gestión de proyectos de construcción en
Colombia

Edward Johany Cardona Sánchez

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

Asesor(a)
Sergio Andres Zabala Vargas
Doctor en Tecnología Educativa

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

BIG DATA - UNA SOLUCIÓN PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

Contenido

Lista de tablas	5
Lista de gráficas	6
Lista de anexos	7
Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1 Descripción del problema	11
1.2 La pregunta de investigación	13
1.3 Los objetivos de investigación	13
1.3.1 Objetivo general	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 Justificación de la investigación	14
2. MARCO DE REFERENCIA	17
2.1 Marco Teórico	17
2.1.1 Integración tecnológica y desarrollo de capacidades	18
2.1.2 Factores impulsores y barreras de la adopción	18
2.1.3 Beneficios de utilizar Big Data en la gestión de proyectos	19
2.1.4 Implementación de estrategias	20
2.2 Estado del arte	21
2.2.1 Panorama general de la Industria 4.0 y Big Data en la construcción	21
2.2.2 Uso de Big Data en el sector de la construcción	23
2.3 Marco normativo	26
3. METODOLOGÍA	29
3.1 Enfoque y alcance de la investigación	29
3.2 Población y muestra	29
3.2.1 Definición de la población	29
3.2.2 Cálculo y selección de la muestra	29

BIG DATA - UNA SOLUCIÓN PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

3.3	Instrumento(s)	30
3.3.1	Encuesta	31
3.4	Descripción de procedimientos	31
3.5	Análisis de información	32
3.6	Consideraciones éticas	33
4.	HIPÓTESIS.....	34
4.1	Las variables.....	34
4.1.1.	Variable(s) independiente(s)	34
4.1.2.	Variable(s) dependiente(s)	34
5.	RESULTADOS.....	35
5.1.	Presentación de resultados.....	35
5.1.1	Nivel de madurez que presentan las empresas de construcción en Colombia	36
5.1.2	Desafíos que enfrentan las empresas para la adopción de tecnologías emergentes	40
5.1.3	Percepción de la Industria 4.0 y compromisos para la adopción de tecnologías emergentes	
	44	
5.2	Estrategias para el sector	47
5.3	Discusión	49
6.	CONCLUSIONES.....	51
7.	Referencias.....	53
Anexos	58

BIG DATA - UNA SOLUCIÓN PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

Lista de tablas

Tabla 1 36
Tabla 2 36
Tabla 3 38
Tabla 4 39
Tabla 5 39
Tabla 6 40
Tabla 7 42
Tabla 8 43
Tabla 9 44
Tabla 10 45
Tabla 11 46
Tabla 12 46
Tabla 13 47

BIG DATA - UNA SOLUCIÓN PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

Lista de gráficas

Gráfica 1 35
Gráfica 2 37
Gráfica 3 41
Gráfica 4 43
Gráfica 5 45

BIG DATA - UNA SOLUCIÓN PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

Lista de anexos

Encuesta de Madurez58

BIG DATA - UNA SOLUCIÓN PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

Resumen

La transformación digital está reconfigurando radicalmente diversos sectores, y la construcción no es la excepción. En este contexto, el Big Data se erige como una herramienta fundamental para optimizar procesos, mejorar la toma de decisiones y generar valor agregado. Sin embargo, su adopción en el sector de la construcción colombiano aún presenta desafíos particulares. La presente investigación, a través de un estudio cuantitativo basado en una encuesta a 30 empresas constructoras, busca profundizar en el grado de madurez digital de este sector, identificando los principales factores que impulsan o frenan la adopción de tecnologías de Big Data.

Para llevar a cabo esta investigación, se optó por un enfoque cuantitativo, dada la necesidad de obtener datos numéricos que permitieran realizar generalizaciones y análisis estadísticos. La muestra se conformó por empresas constructoras de diversos tamaños y especialidades, seleccionadas intencionalmente para garantizar la representatividad del sector. El instrumento de recolección de datos fue un cuestionario estructurado, diseñado para explorar cinco dimensiones clave relacionadas con la adopción de Big Data: modelo de negocio, relación con clientes y proveedores, procesos internos, infraestructura tecnológica y estrategia digital. Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva e inferencial, utilizando software especializado.

La investigación llevada a cabo ha desvelado una realidad heterogénea en cuanto al grado de madurez digital del sector de la construcción en Colombia. Si bien es cierto que existe una creciente consciencia sobre las posibilidades que ofrece el Big Data, su implementación se encuentra aún en una fase inicial, limitada por una serie de factores interrelacionados. Entre los principales obstáculos se identifican las barreras culturales y organizacionales que dificultan la adopción de nuevas tecnologías, además, la resistencia al cambio y la falta de una cultura de innovación se erigen como los principales impedimentos. Asimismo, la escasez de profesionales especializados en el manejo y análisis de datos limita la capacidad de las empresas para aprovechar al máximo el potencial del Big Data. También, la inversión insuficiente en herramientas y tecnologías necesarias para el tratamiento de grandes volúmenes de información constituye otro desafío relevante. Por último, la complejidad inherente a los datos del sector de la construcción, caracterizados por su heterogeneidad y dispersión, dificulta su integración y análisis.

No obstante, los resultados de la investigación también evidencian un panorama prometedor. Aquellas empresas que han logrado avanzar en la adopción de soluciones basadas en datos reportan mejoras significativas en su eficiencia operativa, la calidad de los proyectos y su capacidad de respuesta a las demandas del mercado. Estos hallazgos sugieren que el Big Data representa una oportunidad ineludible para impulsar el crecimiento y la transformación digital del sector de la construcción en Colombia.

Palabras clave: Big Data, gestión, proyectos, construcción, madurez tecnológica.

BIG DATA - UNA SOLUCIÓN PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

Abstract

Digital transformation is radically reshaping various sectors, and construction is no exception. In this context, Big Data is emerging as a fundamental tool for optimising processes, improving decision-making and generating added value. However, its adoption in the Colombian construction sector still presents particular challenges. This research, through a quantitative study based on a survey of 30 construction companies, seeks to delve into the degree of digital maturity of this sector, identifying the main factors that drive or hinder the adoption of Big Data technologies.

In order to carry out this research, a quantitative approach was chosen, given the need to obtain numerical data that would allow generalisations and statistical analyses to be made. The sample consisted of construction companies of various sizes and specialities, selected intentionally to ensure the representativeness of the sector. The data collection instrument was a structured questionnaire, designed to explore five key dimensions related to the adoption of Big Data: business model, relationship with customers and suppliers, internal processes, technological infrastructure and digital strategy. The data obtained were analysed by descriptive and inferential statistics, using specialised software.

The research carried out has revealed a heterogeneous reality in terms of the degree of digital maturity of the construction sector in Colombia. While it is true that there is a growing awareness of the possibilities offered by Big Data, its implementation is still at an early stage, limited by a number of interrelated factors. Among the main obstacles are cultural and organisational barriers that hinder the adoption of new technologies, as well as resistance to change and the lack of a culture of innovation. Likewise, the shortage of professionals specialised in data management and analysis limits the ability of companies to take full advantage of the potential of Big Data. Insufficient investment in the tools and technologies needed to process large volumes of information is another major challenge. Finally, the inherent complexity of construction sector data, characterised by its heterogeneity and dispersion, makes it difficult to integrate and analyse.

However, the research results also paint a promising picture. Those companies that have made progress in adopting data-driven solutions report significant improvements in their operational efficiency, project quality and responsiveness to market demands. These findings suggest that Big Data represents an unmissable opportunity to drive growth and digital transformation in Colombia's construction sector.

Keywords: Big Data, management, projects, construction, technological maturity.

Introducción

La transformación digital está reconfigurando radicalmente los sectores, y la construcción no es la excepción (Wahab, 2022). La creciente generación de datos en los proyectos de construcción ha dado origen a nuevas oportunidades para optimizar procesos, mejorar la toma de decisiones y aumentar la competitividad. El Big data, con su capacidad de analizar grandes volúmenes de información de manera eficiente, se presenta como una herramienta clave para impulsar esta transformación (Sepasgozar, 2022).

Esta investigación se propuso evaluar el nivel de madurez tecnológica de las empresas constructoras colombianas y determinar las principales barreras que obstaculizan la implementación del Big Data en la gestión de proyectos. Los resultados obtenidos revelan un panorama heterogéneo, con empresas en diferentes etapas de adopción tecnológica. Si bien existe un creciente interés en estas herramientas, se identificaron diversos obstáculos, como la falta de conocimiento especializado, la inversión inicial requerida y la resistencia al cambio.

Al analizar los datos recopilados, se evidencia que la mayoría de las empresas constructoras colombianas aún no han integrado de manera sistemática el Big Data en sus operaciones. Estos hallazgos corroboran estudios previos (Maaz, 2018) y (Suresh, 2021) que señalan los altos costos de implementación, la falta de conocimiento y la resistencia al cambio como los principales desafíos en la adopción de estas tecnologías.

No obstante, el Big Data ofrece un potencial inmenso para la industria de la construcción. Al analizar grandes volúmenes de datos, es posible identificar patrones, tendencias y correlaciones que permiten tomar decisiones más informadas y optimizar los recursos. Por ejemplo, estudios como el realizado por (Maaz, 2018) han demostrado que el Big Data puede utilizarse para gestionar recursos, tomar decisiones, mejorar la seguridad y optimizar los procesos en la construcción.

Este estudio presenta un análisis detallado de las causas subyacentes de la baja adopción de Big Data en el sector de la construcción colombiano y propone un conjunto de estrategias y recomendaciones para superar estos desafíos. Los resultados obtenidos contribuyen a enriquecer el conocimiento sobre la transformación digital en la industria de la construcción y pueden servir como guía para empresas o instituciones que buscan impulsar la innovación y la competitividad en el sector.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En la actualidad, el creciente desarrollo tecnológico motivado por el mundo competitivo en el que vivimos que, en esencia, es cambiante y dinámico; ha generado en las diferentes industrias la necesidad de buscar herramientas que permitan interactuar en tiempo real con los diferentes actores de las cadenas de suministro o, en el caso de los proyectos, en su ciclo de vida. Para ello, existe varias tecnologías emergentes que se vinculan a la industria 4.0 también llamada la cuarta revolución o Internet de las cosas. El término “industria 4.0” ha sido adoptado en Alemania, para denotar el considerable progreso en la integración de los procesos productivos con las máquinas, es decir, la automatización de las cosas (Wesam Salah Alaloul, 2020). Estos cambios también están transformando el sector de la construcción a través de la integración de tecnología y el uso de datos que están reestructurando la forma en la que diseñamos, construimos y gestionamos nuestros proyectos; un ejemplo claro de ello es el empleo de Building Information Modeling (BIM), tecnología que se ha consolidado como el principal repositorio digital para el almacenamiento y gestión de la información asociada a los proyectos de construcción (Zulkiflee Abdul-Samad, 2024), algo que, en términos de esta nueva revolución, se conoce como Big Data.

El termino Big Data hace referencia a los macrodatos o bases de datos de gran volumen, que abarcan información de un tema específico. Por ejemplo, solo para la industria de la construcción, la generación de datos puede ser tan diversa y voluminosa que es posible obtener bases de datos para las distintas etapas de un proyecto como el diseño y la construcción, además de los componentes o actividades que intervienen en ellas como la cadena de suministro, la generación y disposición de los residuos sólidos (RCD), la gestión de cada una de las etapas y, en general, cualquier aspecto que involucre información.

Esta información al ser analizada permite la toma de decisiones para aumentar la productividad, evaluar riesgos, estimar costos, mejorar las medidas de seguridad, y en general; mejorar la gestión de los proyectos, facilitando la manera de planificar, ejecutar y optimizar los recursos, tan así, que en un análisis realizado BARC, empresa dedicada al asesoramiento independiente para negocios basado en datos, se encontró que el uso de Big Data potencia la toma de decisiones en un 69% (Bin Chen, 2014), gracias a las capacidades de automatización y aprendizaje automático que nos ofrece, haciendo que los procesos de construcción sean más rápidos, seguros y eficientes.

Bajo este contexto, se puede percibir que el uso de Big Data en la construcción aporta a los profesionales de las distintas disciplinas que se desarrollan en este campo, identificar patrones, tendencia y correlaciones que les permitan tomar decisiones informadas e impulsar la mejora continua del sector. Asimismo, las empresas pueden aprovechar el poder de los macrodatos para mejorar su competitividad, ofrecer proyectos de mayor calidad y mejorar la satisfacción del cliente, todo esto a través del aumento de eficiencia, productividad y sostenibilidad que, articulados de forma adecuada, agregan valor a los proyectos y, por supuesto, a las organizaciones.

Pese a los múltiples beneficios que existe en la implementación de Big Data para la gestión de proyectos, aún queda un largo camino por recorrer. Por ejemplo, en un estudio realizado por el FMI durante el año 2018, solo el 4.5% de los datos recopilados durante ese año fueron utilizados en proyectos de construcción (Snyder J. a., 2018), cifra realmente baja.

Ahora, revisando aspectos específicos en el territorio colombiano, encontramos que estos autores (Da Silva, 2021), llevaron a cabo una revisión bibliométrica exhaustiva de las últimas dos décadas para identificar la producción científica que existe en términos de Industria 4.0 y el nivel de madurez de las empresas. Los autores encontraron que existe una carencia de marcos conceptuales que aborden de manera integral y específica los desafíos y oportunidades asociados a esta nueva era industrial. Por ejemplo, solo hasta el año 2015, se publicó un documento relacionado con la industria 4.0 y el nivel de madurez; situación que fue cambiando con el paso de los años, ya que para 2019 hubo 88 publicaciones y en 2020 99. Sin embargo, en Colombia no se realizó ningún tipo de publicación.

Pese a lo anterior, durante el año 2023 se realizó una investigación por parte de (Jaimes-Quintanilla, 2023), documento que plasma un desafío significativo que enfrenta el sector de la construcción: la escasa adopción de tecnologías emergentes como el Big Data, ocasionando una brecha notable en la implementación de herramientas que optimizaran los ciclo de vida en un proyecto; sin embargo, esta situación representa una oportunidad única para impulsar la eficiencia, reducir costos y mejorar la calidad de las construcciones, siempre y cuando, se desarrollen metodologías adaptadas al contexto y articuladas con tecnologías emergentes.

Adicionalmente, en la investigación realizada por (Maestre Góngora, 2023), la cual pretendía evaluar el estado actual de la gobernanza de TI en las organizaciones colombiana para identificar tendencias, desafíos y oportunidades; se identificó que las empresas tienden, especialmente, a la adopción de soluciones basadas en la nube, el análisis de datos y la automatización de procesos. Sin embargo, existen desafíos particulares como la resistencia notable al cambio, escasez perceptible de personal calificado y, por último, altos costos asociados a la implementación de soluciones de gobernanza IT; todas ellas, especialmente en empresas pequeñas y medianas (PYME).

Finalmente, en un reciente estudio en el que se encuestaron 332 empresas del sector de la construcción, se identificó que, si bien existe gran adopción de tecnologías como Building Information Modeling (BIM), internet de las cosas (IoT) y análisis de grandes datos (Big Data) para incrementar el valor agregado y optimizar los procesos, aún persiste una notoria resistencia al cambio a nivel organizacional, siendo esta una de las principales barreras para la transformación digital; además, expone el capital humano como un pilar fundamental en este proceso, razón por la cual indica que la capacitación y el desarrollo de los empleados, así como la creación de oportunidades de crecimiento profesional son elementos esenciales para garantizar una adopción exitosa de las nuevas tecnologías (Osorio-Gómez, 2024).

1.2 La pregunta de investigación

¿Cómo puede implementarse de manera efectiva una estrategia de Big Data en proyectos de construcción colombianos para optimizar su gestión y superar las barreras actuales de adopción tecnológica?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar estrategias encaminadas a superar las barreras actuales que impiden la implementación de tecnologías Big Data en la gestión de proyectos de construcción en Colombia.

1.3.2 Objetivos específicos

Evaluar el nivel de madurez en la adopción de tecnologías Big Data en el sector de la construcción colombiano.

Detectar los principales inconvenientes que tienen las empresas para la implementación de tecnologías emergentes como lo es el Big Data.

Determinar el interés que tienen las empresas de construcción en Colombia, para implementar tecnologías emergentes como Big Data en la gestión de proyectos.

Elaborar estrategias para una implementación exitosa de tecnología Big Data en la gestión de proyectos en el sector de la construcción en Colombia.

1.4 Justificación de la investigación

El sector de la construcción es uno de los motores de la economía nacional, del mismo modo que otros sectores, la construcción genera una gran cantidad de información a lo largo de las diferentes etapas de un proyecto. Desde la apertura de la oferta hasta su liquidación, generando un flujo constante de datos que, si se analiza de forma adecuada, puede convertirse en una herramienta invaluable para la gestión eficiente de proyectos.

En este contexto, Big Data emerge como una solución innovadora que permite aprovechar al máximo el potencial de la información. A través de técnicas como la minería de datos, el aprendizaje automático y el análisis predictivo, Big Data ofrece la capacidad de anticipar riesgos, optimizar recursos y mejorar la toma de decisiones. Sin embargo, es importante precisar que Big Data no siempre hace referencia a una cantidad inconmensurable de datos, pues no solo está direccionado al volumen, sino a la variedad, velocidad de acceso y procesamiento (Mohanty, 2015). Asimismo, Big Data es un conjunto de tecnologías, técnicas y enfoques que permiten almacenar, procesar, analizar y visualizar información (Hernandez-Leal, 2017).

Como contexto general, Según informan (Camargo-Vega, 2015), en una encuesta realizada por LogLogic, el 38% de las organizaciones desconoce el término Big Data, mientras que el 27% tiene una comprensión parcial del concepto.

En lo concerniente al campo de la construcción, según una publicación de la revista Forbes, el 35% de los costos en la construcción corresponde al desperdicio de materiales y actividades de mantenimiento y reparación, por lo que John Jacobs, CIO de JE DUNN y responsable de importantes proyectos de construcción en Estados Unidos, indica que espera reducir los costos de un proyecto de construcción a través del uso BIM, impulsado por Big Data (Marr, 2016).

Ahora, si se evalúa el sector de la construcción en Colombia, se percibe diversos desafíos y oportunidades dado el entorno urbano dinámico y de constante evolución. A su vez, la implementación de tecnologías emergentes como el Big Data, presenta un potencial significativo para mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad de los proyectos de construcción que se desarrollan actualmente. Esto, considerando que el uso de Big Data permite la recopilación, procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos que pueden proporcionar información clave para mejorar la toma de decisiones, la planificación de recursos y la mitigación de riesgos, además, la adopción de este tipo de tecnologías proporciona una ventaja competitiva significativa que es importante, sobre todo si se considera el entorno competitivo en el que se mueven las empresas de construcción. Por ejemplo, según los resultados del estudio realizado por (Khan, 2019), se identificó que las empresas que armonizan el uso de tecnologías con la implementación de Big Data para la gestión de proyecto han percibido una ventaja competitiva significativa sobre aquellas empresas que aún no utilizan este tipo de herramientas. Además, se demostró que la adopción de esta tecnología no solo optimizó los procesos de diseño y ejecución de proyectos, sino que, a nivel mundial, existe una creciente demanda de digital enfocada específicamente en lo que respecta a la sostenibilidad y el medio ambiente.

A pesar de los múltiples beneficios que tiene la aplicación de tecnología en la gestión de proyectos, aún persiste una resistencia significativa en diversos sectores de la industria, en muchos casos, debido a la inversión inicial que se requiere para su implementación, la curva de aprendizaje o, simplemente, la desconfianza en las nuevas tecnologías (Karakhan, 2020). Por ejemplo, tal como lo indica (Suresh, 2021) en su estudio, uno de los principales obstáculos para el uso de Big Data es el elevado costo de implementación. La adquisición de hardware y software especializados, el desarrollo de plataformas personalizadas y la contratación de expertos en análisis de datos representan una inversión inicial considerable que muchas pequeñas y medianas empresas constructoras no pueden afrontar. Esta barrera económica limita drásticamente el acceso a tecnologías que podrían optimizar sus operaciones, reducir costos y mejorar la calidad de los proyectos. Además de los costos, la falta de conocimiento y la desconfianza hacia el Big Data constituyen otro desafío fundamental. La incertidumbre sobre los beneficios reales de esta tecnología y la resistencia al cambio dificultan su adopción.

No obstante, como lo menciona (Jimenez-Barrera, 2023) en su investigación, una de las principales ventajas del análisis de datos radica en la optimización de costos. Al examinar patrones de gasto y detectar desviaciones en tiempo real, las organizaciones pueden tomar decisiones estratégicas para asignar recursos de manera más eficiente. Esta capacidad de identificar áreas de mejora y reducir costos innecesarios es fundamental para garantizar la rentabilidad de los proyectos. Asimismo, el análisis de datos permite mejorar significativamente la calidad de los productos y servicios entregados. Al monitorear continuamente los indicadores de calidad, es posible identificar y abordar proactivamente cualquier problema que pueda surgir durante el desarrollo del proyecto. De esta manera, se asegura que los resultados finales cumplan con los más altos estándares y satisfagan las expectativas de los clientes.

Otra ventaja crucial es la capacidad de definir con mayor precisión el alcance de los proyectos. Al analizar los datos históricos y actuales, las organizaciones pueden establecer objetivos claros y realistas, lo que se traduce en una mejor planificación y ejecución. Esta precisión en la definición del alcance reduce el riesgo de desviaciones y garantiza que los proyectos se completen dentro del plazo y presupuesto establecidos. Además, el análisis de datos desempeña un papel fundamental en la gestión de riesgos. Al identificar de manera temprana los posibles riesgos que podrían afectar el desarrollo del proyecto, las organizaciones pueden implementar medidas preventivas para minimizar su impacto. Esta capacidad de anticiparse a los problemas permite tomar decisiones más informadas y reducir la incertidumbre.

Finalmente, el análisis de datos proporciona una agilidad inigualable en la toma de decisiones. Al aprovechar las herramientas de análisis predictivo, las organizaciones pueden optimizar los cronogramas, prever posibles retrasos y ajustar los planes de trabajo de manera rápida y eficiente. Esta capacidad de respuesta es esencial para adaptarse a los cambios del entorno y garantizar el éxito de los proyectos en un mundo cada vez más dinámico.

Por lo descrito anteriormente, es importante presentar estrategias que permitan a las empresas optar por el uso de Big Data en la gestión de proyectos de construcción, tal como lo menciona (Hasani,

2019), quien indica que para superar estos desafíos y aprovechar al máximo el potencial del Big Data los líderes empresariales deben comprender el valor estratégico del Big Data y proporcionar los recursos necesarios para su implementación. Esto implica no solo inversiones en tecnología, sino también en el desarrollo de talento humano y en la creación de una cultura de datos que fomente la innovación y la toma de decisiones basadas en evidencias. Por ello, las estrategias exitosas de Big Data son integrales y abarcan múltiples dimensiones. Además de la tecnología, es fundamental contar con una arquitectura de datos sólida, procesos de gobernanza de datos bien definidos y una fuerza laboral capacitada en herramientas de análisis y visualización. Asimismo, es necesario establecer colaboraciones entre los equipos de IT, negocio y analítica de datos para garantizar la alineación de los esfuerzos y la generación de valor real.

En conclusión, se espera que con la creciente digitalización de la industria y la disponibilidad de tecnologías más accesibles, las empresas de construcción distingan los beneficios de utilizar herramientas que permitan adoptar soluciones basadas en datos para responder de una manera más efectiva a las demandas de los clientes y contribuir a la instauración de un sector más innovador y sostenible; todo esto, basados en el panorama promisorio que se tiene para la incorporación de Big Data en la gestión de proyectos.

Así las cosas, el objetivo de esta investigación es comprender las razones detrás de esta brecha y proponer estrategias para fomentar la adopción del Big Data en la construcción colombiana. Al identificar los principales desafíos y barreras, se podrán diseñar intervenciones específicas para superar estas limitaciones. Además, los hallazgos podrán ser utilizados por futuras investigaciones para desarrollar guías y herramientas prácticas que faciliten la implementación del Big Data en proyectos de construcción, mejorando así la eficiencia, la sostenibilidad y la competitividad del sector, incluso, para optimizar el uso de recursos naturales y reducir el impacto ambiental de la construcción.

2. MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia de esta investigación se sustenta en la convergencia de dos tendencias globales: la transformación digital y la compleja gestión de los proyectos de construcción. La adopción de tecnologías como el Big Data se presenta como una respuesta a esta nueva realidad, ofreciendo herramientas para gestionar la gran cantidad de datos generados en los proyectos y extraer conocimiento valioso para optimar procesos, reducir costos, y mejorar la toma de decisiones. Sin embargo, la implementación de estas tecnologías en el sector de la construcción colombiano enfrenta desafíos particulares relacionados con la madurez tecnológica, la disponibilidad de datos estructurados y la resistencia al cambio. En este contexto, el presente estudio se propone analizar las experiencias internacionales en la aplicación del Big Data en la construcción, identificar las mejores prácticas y desarrollar estrategias de implementación adaptadas a las características del sector en Colombia. Para ello, se revisarán estudios previos normativas, casos de estudio y las principales teorías relacionadas con la gestión de proyectos, las barreras que impiden la adopción de Big Data, los beneficios de este tipo de tecnologías y algunos casos de estudio donde se realizaron estrategias para abordar su uso y adopción.

2.1 Marco Teórico

La industria de la construcción, tradicionalmente arraigada en prácticas establecidas, está experimentando una profunda transformación impulsada por la irrupción del Big Data. Este conjunto masivo de datos, cuando se analiza de manera inteligente, se convierte en un poderoso motor de innovación, capaz de optimizar procesos, mejorar la toma de decisiones y, en últimas, aumentar la eficiencia y la rentabilidad de los proyectos.

En un estudio realizado por (Gajendran, 2022), quienes realizaron una extensa revisión bibliográfica y posteriores entrevistas a profesionales vinculados al sector de la construcción, revelaron un panorama detallado de las capacidades necesarias para aprovechar al máximo el potencial del Big Data en los proyectos de construcción. Estas capacidades, agrupadas en cinco dimensiones (personas, conocimiento, tecnología, datos y medio ambientes), conforman un marco integral que guía a las empresas en su camino hacia la transformación digital. Adicionalmente, los autores concluyen que la aplicación de Big Data en la construcción ofrece una amplia gama de beneficios que cubren todas las fases del ciclo de vida de este tipos de proyectos, toda vez que, es posible analizar datos históricos para realizar estimaciones más precisas de costos y tiempos que inciden en la etapa de planificación, así como el monitoreo en tiempo real de los avances, la identificación temprana de riesgos o problemas y la toma de decisiones ágiles durante la etapa de construcción. Finalmente, en la etapa de cierre, los datos recopilados pueden utilizarse para evaluar el desempeño del proyecto e identificar las oportunidades de mejora.

Bajo el panorama descrito, a continuación, se relacionan algunas investigaciones que implican el uso de Big Data en proyectos de construcción:

2.1.1 Integración tecnológica y desarrollo de capacidades

La adopción de Big Data en las empresas colombianas de construcción no solo promete una revolución en la gestión de datos, sino que también se posiciona como un catalizador para el desarrollo de capacidades tecnológicas. En un estudio realizado por (Jin, 2020) a empresas constructoras de China, se reveló que la implementación exitosa de Big Data va más allá de la simple acumulación de información; su adopción, fomenta la adquisición de habilidades técnicas y la creación de equipos altamente calificados.

Por otro lado, (Yin, 2023), explora la sinergia entre el Building Information Modeling (BIM) y el Big Data como una estrategia innovadora para digitalizar y optimizar los procesos de construcción, por lo cual se centró en la identificación de los beneficios de integrar plataformas BIM con herramientas Big Data, mediante el empleo de estándares de datos reconocidos en la industria como IFC, IDM y MVD, mismos que garantizan la operabilidad y la capacidad para el análisis de datos, resultando en la mejora de eficiencia, la seguridad y la toma de decisiones.

2.1.2 Factores impulsores y barreras de la adopción

La industria de la construcción en Colombia se encuentra en un punto de inflexión. El creciente volumen de datos generados en los proyectos representa una oportunidad sin precedentes para mejorar la eficiencia, reducir costos y tomar decisiones más informadas. Sin embargo, muchas empresas luchan por aprovechar este potencial debido a la falta de una infraestructura de datos sólida y unificada.

Un reciente estudio ha identificado que una de las principales barreras para la adopción de tecnologías de la información en el sector es la dificultad de integrar diversos sistemas y datos utilizados en los proyectos. Además, en la mayoría de los casos, la calidad de los datos a menudo son dispersos y heterogéneos, representando también un desafío significativo (Wu, 2019).

A su vez, el estudio realizado por (Charnwasununth, 2021) en Tailandia, se centró en analizar los factores que influyen en la adopción de tecnologías Big Data en ese país, para lo cual, a través de entrevistas realizadas a funcionarios del gobierno, se demostró que, si bien el país ha invertido en infraestructura necesaria para soportar el uso Big Data, hace falta conocimientos y habilidades técnicas para aprovechar al máximo estas herramientas; además, existe obstáculos culturales arraigados en el sector de la construcción que, aunque existan políticas de gobierno para impulsar la adopción de tecnologías digitales, se deberá trabajar de manera articulada con todos los entes del gobierno para su adecuado funcionamiento.

Por otro lado, en un estudio realizado en República Dominicana por (Suresh, 2021), se identificaron algunos desafíos principales que impiden el uso de Big Data en la construcción de ese país. En primer lugar, se encontró el alto costo de inversión, debido a que se requiere una inversión inicial considerable en hardware, software y personal capacitado; que, para el caso de pequeñas y medianas empresas, esto es un gran desafío. En segundo lugar, se tiene la falta de conocimiento, dado que muchos de los profesionales y empresas desconocen que es el Big Data, lo que genera incertidumbre y

desconfianza en la adopción de nuevas tecnologías. Seguidamente encontramos que la cultura organizacional tradicional se basa en procesos y experiencias, y, al ser el Big Data algo relativamente nuevo en el entorno, no es fácil adoptarlo. Además, existe falta de apoyo y regulación gubernamental, dificultando un entorno propicio para la innovación y la adopción de nuevas tecnologías.

Por su parte, (Shahzad, Big Data in Construction: Current Applications and Future Opportunities, 2022), identificaron con claridad las principales barreras que limitan la adopción de Big Data en la construcción, entre las que destacan la velocidad vertiginosa a la que se generan los datos y la complejidad de integrarlos en los procesos de construcción existentes. No obstante, a pesar de los desafíos, los autores resaltan el potencial del Big Data para la mejora significativa de la eficiencia, productividad y tomo de decisiones en todas las fases de un proyecto de construcción.

Finalmente, se observó que muchas empresas carecen de personal capacitado y con experiencia para gestionar y analizar grandes volúmenes de datos, ocasionando una dependencia de proveedores externos y aumento en los costos, hecho que no lleva al último desafío, la seguridad de la información; un factor que inhibe la adopción de Big Data.

2.1.3 Beneficios de utilizar Big Data en la gestión de proyectos

En la investigación realizada por (Xu, 2021), se desarrolló un método innovador para detectar datos anómalos en los precios unitarios de los proyectos de construcción, para lo cual se utilizó información obtenida de listas de precios que fueron sometidas al análisis y comparación con diversos métodos estadísticos, como el bayesiano polinomial. Como resultado del ejercicio, se mejoró la precisión en la estimación de costos, contribuyendo a una planificación más realista y a la reducción de riesgos financieros asociados a los proyectos de construcción, además, permitió la detección temprana de problemas que pueden ocasionar atrasos innecesarios.

Además, en un estudio realizado por (Jimenez-Barrera, 2023), se identificó que el análisis de datos históricos e información en tiempo real permite identificar patrones de gasto, detectar posibles desviaciones y optimizar la asignación de recursos, contribuyendo así a una gestión más eficiente de los costos del proyecto. Además, al monitorear continuamente los datos de calidad, las empresas pueden identificar y abordar proactivamente los problemas potenciales, garantizando la entrega de productos y servicios de alta calidad que cumplan con las expectativas del cliente.

Asimismo, los datos permiten definir con mayor precisión el alcance de los proyectos, identificar riesgos potenciales y realizar cambios de manera más eficiente, minimizando el impacto en el costo y tiempo de ejecución. Esto, gracias a que, a través de un análisis predictivo, es posible optimizar los cronogramas, prever posibles atrasos y ajustar los planes de trabajo.

2.1.4 Implementación de estrategias

(Hasani, 2019) determino en su estudio que el análisis de Big Data no es un proceso lineal, sino un ciclo iterativo que involucra la recopilación, el almacenamiento, procesamiento y visualización de datos. Sin embargo, muchas empresas enfrentan desafíos significativos en cada etapa del proceso. Por esta razón, esgrime que los líderes empresariales deben reconocer el valor estratégico del Big Data y proporcionar los recursos necesarios para implementar iniciativas éxitos. Por ello, recomienda que, para obtener el máximo valor del Big Data, las organizaciones deben desarrollar estrategias integrales que abarquen desde la tecnología hasta los aspectos culturales de la empresa, siendo el talento humano un factor clave en el éxito de cualquier iniciativa de Big Data, toda vez que los equipos involucrados en el manejo de datos deben estar compuestos por profesionales altamente capacitados y motivados que puedan trabajar de manera articulada con otros departamentos

Por otro lado, en la revisión sistemática de literatura científica realizada por (Chen Y. H.-M., 2021), cuyo objetivo fue “mapear” el estado del arte de la aplicación de tecnologías Big Data en proyectos de construcción, se presentaron acciones concretas para avanzar en la implementación de Big Data en la gestión de proyectos de construcción; esta acciones están enfocadas en la necesidad de una integración holística entre la tecnología, procesos y organización. Asimismo, se destaca el papel fundamental de herramientas como el Building Information Modeling (BIM) y el Machine Learning (ML) para la visualización y análisis de datos, permitiendo así, gestionar de manera eficiente y precisa los proyectos y optimizando la toma de decisiones.

Asimismo, en el estudio realizado por (Shamsuddin, 2021), se identificó que el sector de la construcción se encuentra rezagado por la adopción de nuevas tecnologías digitales en comparación con otras industrias. Sin embargo, el potencial de la integración de datos es innegable, por lo que plantearon la necesidad de investigar alternativas para el desarrollo de aplicaciones móviles que se conecten a sistemas de Big Data permitiendo a los trabajadores en campo, recopilar y visualizar datos en tiempo real, además, concluyeron que es fundamental invertir en la capacitación de los profesionales dedicados a la construcción para que puedan aprovechar las nuevas tecnologías y extraer el máximo valor de los datos.

Por su parte, (Hazir, 2021), llevó a cabo un estudio para entender a profundidad como las organizaciones francesas están integrando las herramientas y tecnologías de macrodatos en sus procesos de gestión de proyectos. Como resultado de esta investigación, se encontró, como en muchas otras investigaciones relacionadas con este tema, que existe escasez de recursos humanos y tecnológicos para hacer uso de macrodatos, sin embargo, pese a la barrera casi que universal que se ha logrado identificar hasta el momento, propusieron un modelo que explica el proceso de adopción de macrodatos en la gestión de proyectos. Este modelo integra factores tecnológicos, organizacionales y ambientales, que permite planificar de manera más precisa, la concepción, definición y ejecución de un proyecto.

A su vez, (Chaitongrat, 2023) realizó un estudio donde utilizó diferentes técnicas de clasificación de datos (red neuronal artificial, árbol de decisiones, algoritmo k de vecinos más cercanos) y encontró que el uso de la técnica red neuronal artificial o ANN, por sus siglas en inglés, presento una tasa de precisión del 78.9% en la predicción del comportamiento presupuestario de un proyecto en Tailandia. Este resultado indica que los modelos de aprendizaje automático pueden ser una herramienta valiosa para anticipar posibles desviaciones del presupuesto y tomar decisiones eficaces en las etapas de planificación y ejecución de proyectos. Igualmente, el estudio permitió establecer que los datos recopilados a través de sistemas tradicionales pueden ser utilizados como base para construir modelos de aprendizaje automático más complejos, comprobando que no es necesario reemplazar los sistemas existentes sino complementarlos con nuevas tecnologías.

Por último, en un estudio realizado en Sri Lanka, país ubicado al sur de Asia, se revelo que existe una serie de obstáculos que impiden la adopción de nuevas tecnologías en la gestión de proyectos de construcción; siendo algunos de estos aspectos: la alta inversión inicial, la resistencia al cambio y la falta de conciencia. Ante este panorama, el autor propone una serie de estrategias para superar las barreras y fomentar la adopción del Big Data; resaltando la importancia de llevar a cabo campañas de concientización y educación dirigidas a los profesionales del sector, además, sugiere la implementación de proyectos piloto a pequeña escala para demostrar de manera tangible los beneficios del Big Data, sirviendo como casos de éxito y estímulo en la adopción de nuevas tecnologías (Dilakshan, 2023).

2.2 Estado del arte

El rápido crecimiento de las ciudades, la modernización de los procesos constructivos, la sistematización de las cadenas de suministro y, en general, la dinámica de vida en la que actualmente se encuentra el mundo, han impulsado el nacimiento e implementación de tecnologías emergentes que permiten articular el medio físico y digital en un ecosistema novedoso que facilita el análisis de información dentro de un entorno colaborativo de fácil acceso para los diferentes actores que intervienen dentro de un proceso; a esta corriente se le conoce como la Industria 4.0. Por lo tanto, para llevar a cabo la búsqueda de información relacionada con el presente documento, se utilizó la siguiente ecuación de búsqueda en bases de datos como Scopus, Web of Science, IEEE Xplore Digital Library, ScienceDirect y Google Scholar (“Big Data” OR “Industry 4.0” OR “IoT” OR “BIM”) AND (“construction” OR “building project”) AND (“Project management” OR “Data análisis” OR “optimization” OR “efficiency”).

2.2.1 Panorama general de la Industria 4.0 y Big Data en la construcción

A nivel general, la Industria 4.0 se caracteriza en gran medida por la interconectividad, el Big Data y los sistemas ciberfísicos (CPS), representando una transformación significativa en los procesos productivos. Los CPS, según (Torngren, 2017), integran tecnologías, dominios industriales y ciclos de vida, permitiendo una optimización de procesos antes inimaginables, como señala (Fink, 2017). Esta

optimización se logra gracias a la comunicación rápida y el control preciso facilitados por la interconexión a través de internet (Li D. y., 2015).

Ahora bien, revisando la aplicación de la Industria 4.0 en el sector de la construcción, está ha experimentado una transformación significativa, tal como señala (Chen C. P.-Y., 2014); quienes mencionan que la generación de grandes volúmenes de datos en los proyectos de construcción representa una oportunidad invaluable para impulsar la productividad en las empresas. Esto, gracias a tecnologías como el IoT, la robótica y los servicios en la nube, que ofrecen nuevas posibilidades para gestionar de manera flexibles materiales e información como indica (Bechtsis, 2017). Sin embargo, a pesar de este potencial, (Snyder J. a., 2018) reveló que, en un estudio realizado por el FMI en 2018, solo el 4.5% de los datos recopilados durante ese año fueron utilizados en proyectos de construcción, pasando por alto que estos pueden generar avances significativos en la búsqueda de oportunidades que pueden impulsar la productividad de las empresas.

Esta situación contrasta con las ventajas que, según (Bilal, 2019), ofrece el aprovechamiento de Big Data en la construcción. Al recopilar y analizar datos provenientes de todas las etapas de un proyecto, es posible tomar decisiones más informadas y realizar un seguimiento más preciso de los objetivos. Esta práctica es especialmente relevante en países como Australia, Reino Unido y Malasia, que se encuentran a la vanguardia de la investigación y desarrollo de la Industria 4.0 en megaproyectos, como destaca (Talbi, 2022).

Como es evidente, estas tecnologías, en línea con las tendencias más recientes de la industria 4.0 descritas por (Rahman et al., 2023), permiten una mayor eficiencia y adaptabilidad en los procesos constructivos. Por ejemplo, según (Li F. a., 2023), los macrodatos pueden ayudar en la industria de la construcción durante la planificación y diseños de los proyectos, el monitoreo del avance de obra y las actividades de operación y mantenimiento. Además, con la recopilación y análisis de información asociada a proyectos pasados, se puede llegar a identificar riesgos y oportunidades de mejora que impulsen los resultados de los proyectos, al tiempo que se reducen costos y se aumenta la eficiencia.

Por último, en el estudio realizado por (Omar Sánchez, 2024), en el cual se aplicaron cuestionarios a expertos en el sector de la construcción, se identificaron 37 tecnologías 4.0 con un alto potencial de aplicación en proyectos lineales. Entre estas, destacan el análisis y gestión de datos, los sistemas inteligentes de control de tráfico y la inteligencia artificial, que demostraron tener un impacto significativo en la sostenibilidad urbana. Los resultados de esta investigación revelaron que la integración de tecnologías 4.0 en los proyectos de construcción lineales pueden generar múltiples beneficios. Por un lado, contribuye a la reducción de emisiones contaminantes a través de la optimización de rutas, la gestión eficiente del tráfico y la promoción del uso de energías renovables. Por otro lado, mejora la eficiencia de los sistemas de transporte mediante la automatización de procesos, monitoreo en tiempo real y el mantenimiento predictivo. Finalmente, contribuye a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos al incrementar la seguridad vial y facilitar el acceso a servicios públicos más eficientes.

2.2.2 Uso de Big Data en el sector de la construcción

Según (Maaz, 2018) la industria de la construcción, tradicionalmente asociada con métodos y procesos arraigados, está experimentando una transformación digital sin precedentes, razón por la cual realizaron una investigación relacionada con el uso de Big Data y su aplicación en el sector de la construcción, identificando que este sector genera gran cantidad de datos provenientes de sensores, drones y software de gestión cuyo desarrollo se concentra en la gestión de proyectos, seguridad, gestión de energía y marcos de diseño para la toma de decisiones y gestión de recursos. Sin embargo, la abundancia de este tipo de información sigue careciendo de métodos o herramientas para aprovecharla y mejorar los procesos de construcción, lo que significa que las empresas del sector se enfrentan a la incertidumbre de cómo integrar estas tecnologías en sus procesos para obtener un retorno de inversión.

Asimismo (Zhijia You, 2019), la industria de la construcción se enfrenta a un desafío recurrente: la fragmentación de los datos. La proliferación de sistemas de información especializados como Building Information Modeling (BIM) y Enterprise Resource Planning (ERP), ha generado una dispersión de la información que dificulta una visión general de los proyectos. Esta fragmentación impide una toma de decisiones ágil y precisa, limitando la eficiencia operativa y la competitividad de las empresas del sector. Por lo tanto, para superar esta problemática, los autores propusieron la implementación de una plataforma de datos integrados empresariales (EIDO), lo que traduce en uso de Big Data. Esta solución actuaría como un repositorio centralizado que unifica los datos procedentes de diversas fuentes, facilitando la interoperabilidad entre los diferentes sistemas y permitiendo el análisis de grandes volúmenes de datos, garantizando una mayor eficiencia operativa, reducción de costos, mejora en la toma de decisiones y aumento en la competitividad de las empresas en un mercado cada vez más exigente.

Asimismo, en la investigación realizada por (Egbu, 2019) cuyo objetivo fue realizar una revisión sistemática de literatura publicada entre 2007 y 2017 para identificar las principales tendencias, desafíos y oportunidades en el ámbito del Big Data, se destaca la necesidad de comprender como el Big Data puede contribuir a la sostenibilidad en la construcción, tanto en términos de eficiencia en el uso de recursos como reducción del impacto ambiental. Además, identificaron diversas oportunidades para investigaciones futuras, como el desarrollo de modelos predictivos para optimizar la planificación de proyectos, la implementación de sistemas de gestión de la información mas eficientes y la exploración de las implicaciones técnicas del uso de grandes volúmenes de datos.

Además, en un estudio realizado por (Didier Grimaldi, 2019) para explorar la relación entre las capacidades de tecnología de la información (TI), la estructura organizacional y el desempeño de las empresas colombianas en un contexto de creciente adopción tecnológica. Los hallazgos del estudio revelan que la calidad de los datos, más allá de la simple cantidad, son un factor determinante para mejorar tanto la experiencia del cliente como la eficiencia operativa. Si bien la orientación hacia los datos es fundamental, no garantiza por si sola el éxito. Es necesario complementar esa orientación con una gestión rigurosa de la calidad de la información, asegurando consistencia, integridad y protección. Adicionalmente, los autores identificaron que, en Colombia, uno de los principales desafíos que enfrenta

el uso de grandes volúmenes de información es la protección de los datos, dado que se debe mantener un sutil equilibrio entre la seguridad y accesibilidad.

Por otro lado, (Perdomo-Charry, 2019) presentaron un estudio en el cual se revela el impacto transformador del análisis de Big Data en los procesos de co-innovación de las empresas colombianas. Los hallazgos de esta investigación evidencian una correlación directa entre la capacidad de las organizaciones para procesar grandes volúmenes de datos y su habilidad para desarrollar productos y servicios de manera más ágil y efectiva. Además, una de las conclusiones más relevantes del estudio es el papel fundamental que juega el Big Data en la construcción de redes de colaboración más sólidas. Al compartir datos de manera transparente y oportuna, las empresas fortalecen sus vínculos con clientes, proveedores y socios estratégicos, lo que a su vez facilita la co-creación y la identificación de nuevas oportunidades de negocio. Asimismo, el estudio demuestra que el análisis de Big Data contribuye significativamente a reducir riesgos asociados a la innovación.

A su vez (Ren, 2020) indican en su investigación que el uso de Big Data y la minería de datos tienen una amplia gama de aplicaciones en la industria de la construcción. Desde la gestión de la energía y la seguridad hasta el análisis del comportamiento de los ocupantes o el rendimiento de los materiales. No obstante, también resaltan el inconveniente que existe en cuanto a la integración de los datos provenientes de diversas fuentes, toda vez que son heterogéneos y no permiten una adecuada tabulación. En todo caso, enfatizan los beneficios de adoptar este tipo de herramientas en la construcción, dado que se pueden reducir riesgos, optimizar recursos y mejorar la calidad de los proyectos.

Por otro lado, (Zhang J. N., 2020) presentaron una herramienta llamada BDPA-CAT que permite la integración del Big Data y la analítica predictiva (BDPA) para optimizar procesos y mejorar la toma de decisiones para alcanzar una mayor eficiencia en las empresas. En su investigación, concluyeron que el desarrollo de esta herramienta representa una contribución significativa al campo de la investigación en la gestión de proyectos de construcción, ya que amplía el conocimiento sobre los factores que influyen en la adopción del BDPA en este sector. Asimismo, esta herramienta proporciona a las empresas un marco de referencia práctico para evaluar su nivel de madurez en el uso de estas tecnologías y definir estrategias de mejora. Sin embargo, es importante destacar que la implementación de BDPA en la construcción es un proceso complejo que requiere una evaluación cuidadosa de las capacidades organizacionales.

Por su parte, (Zhang, 2021) indica en su estudio que el sector de la construcción ha experimentado una transformación digital sin precedentes en los últimos años, impulsada en gran medida por la adopción del Big Data. Por ello, los resultados de su investigación permiten observar que el uso de grandes volúmenes de datos se centran principalmente en la gestión de la seguridad para identificar patrones y tendencias que ayudan a prevenir accidentes y mejorar las condiciones de trabajo en las obras; la optimización energética, para reducir el consumo energético en los procesos constructivos y promover la sostenibilidad y, por último, la predicción de costos, dado que facilita la realización de estimaciones más precisas de los costos asociados a los proyectos, permitiendo una mejor planificación financiera.

Asimismo, en un estudio realizado por (Wang, 2022), se identificó que los temas centrales de investigación en las universidades de Estados Unidos y China son la integración de Building Information Modeling (BIM) y el Big Data. Además, los hallazgos sugieren que el uso de Big Data se ha convertido en una herramienta fundamental para mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la seguridad en los proyectos de construcción, así como optimización de procesos, la reducción de costos y la toma de decisiones. En todo caso, es estudio concluye indicando que la integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, el internet de las cosas y la realidad virtual con el Big Data y el BIM ofrecen un gran potencial para transformar la industria de la construcción.

Además, (Mesa, 2022) en su documento expone la importancia de transformar el sector de la construcción colombiano hacia un modelo más sostenible. Por lo tanto, propone la creación de un portafolio de productos a partir de residuos de construcción y demolición, dado que estos productos, como áridos reciclados, ecohormigones y ecoprefabricados, no solo reducen la demanda de materiales vírgenes, sino que también incorporan tecnologías inteligentes que optimizan el desempeño de las edificaciones. Lo importante de este estudio, es que, para garantizar el éxito de la iniciativa es fundamental contar con un sistema de gestión eficiente de los RCD. En ese sentido, el uso de Big Data ayudara en el análisis de información requerida por el Parque Tecnológico y Ambiental (PTA) para promover la valorización de los residuos y la adopción de tecnologías limpias en el sector.

Por otro lado, en la investigación realizada por (Hu, 2022) mencionaban que la industria de la construcción se enfrenta a un desafío constante para garantizar la seguridad de sus trabajadores, dado que los accidentes laborales son un problema recurrente que impacta negativamente la productividad y el bienestar de los empleados. Por esta razón, los autores propusieron realizar una revisión exhaustiva de literatura científica existente para analizar como se esta aplicando el Big Data en el sector de la construcción con el fin de mejorar la seguridad. Como resultado, evidenciaron un creciente interés en el potencial del Big Data para transformar la gestión de la seguridad en la construcción. Al analizar grandes volúmenes de datos provenientes de diversas fuentes, se puede realizar una identificación temprana de riesgos para anticipar posibles accidentes y tomar medidas preventivas. Además, observaron que es fundamental comprender en profundidad el comportamiento de los trabajadores en el entorno laboral para identificar los factores que influyen en la ocurrencia de accidentes y desarrollar programas de capacitación efectivos.

En un estudio de caso, realizado a profesionales de la construcción en una empresa australiana, se obtuvo información relacionada con los beneficios que el Big Data puede aportar a este sector. Según los autores del estudio (Gajendran B. T., 2022), algunos de los beneficios de utilizar Big Data radican en la facilidad de la comunicación en tiempo real entre las partes involucradas de un proyecto, reduciendo el riesgo de litigios y mejorando la eficiencia en la ejecución. Además, al analizar grandes cantidades de datos, las empresas constructoras pueden seleccionar de manera más eficaz a sus subcontratistas, optimizar la gestión de contratos y mejorar la adquisición de proyectos. Finalmente, el acceso a la información en tiempo real permite una mejor gestión de los proyectos, identificando potenciales problemas y tomando medidas correctivas de manera proactiva.

En un estudio realizado por (Apeesada Sompolgrunk, 2024), se identificó que la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) está experimentando una transformación digital sin precedentes impulsada por la convergencia del Building Information Modeling (BIM) y el Big Data. Por lo tanto, su investigación se adentró en la exploración del potencial que tiene el “Big BIM Data” para revolucionar los procesos, mejorar la toma de decisiones y fomentar la innovación en el sector. A través de una exhaustiva revisión de literatura, identificaron una serie de ventajas significativas para las empresas, algunas de estas son: Mejora la toma de decisiones, aumenta la eficiencia, reduce los costos y permite identificar soluciones más sostenibles en términos de materiales, energía y gestión de residuos. Sin embargo, según los autores, la implementación de Big BIM Data también plantea desafíos importantes, como la calidad de los datos, la interoperabilidad de los sistemas y la necesidad de contar con profesionales capacitados.

Por último, así como existe ventajas en la implementación de tecnologías emergentes también se presentan retos. Por ejemplo, en la investigación realizada por (Anchal Patil, 2023), se destaca la importancia de una sólida infraestructura tecnológica como base para el manejo eficiente de grandes volúmenes de datos y la conectividad entre los distintos eslabones de una cadena de suministro. Sin embargo, esta transformación no es solo tecnológica, sino también cultural. La adopción de nuevas tecnologías requiere una mentalidad abierta a la innovación, un compromiso con la sostenibilidad y una alta dirección que impulse el cambio. Asimismo, un marco regulatorio favorable y políticas de gobierno que incentiven el financiamiento, son factores que pueden acelerar la adopción de prácticas relacionadas con la gestión efectiva de grandes volúmenes de datos.

Por su parte, (Cristian C. Osorio-Gómez, 2024) realizaron una investigación en la que se adentraron en la dinámica entre la estructura organizacional de las empresas y la adopción de tecnologías digitales en el sector de la construcción colombiano. Los hallazgos del estudio revelaron un panorama complejo, donde la resistencia al cambio se erige como un obstáculo persistente, a pesar de los beneficios evidentes que estas tecnologías ofrecen. Además, identificaron algunos factores que influyen significativamente en la transformación digital exitosa como lo es el capital humano, el liderazgo visionario, una estrategia empresarial clara, una cultura de innovación y tecnologías facilitadoras, esta última hace referencia a la adopción de soluciones en la nube para facilitar la colaboración de y el acceso a información en tiempo real, agilizando los procesos.

2.3 Marco normativo

En Colombia, la Ley 152 de 1994 establece las disposiciones generales para la contratación estatal, definiendo los procesos de contratación para proyectos de construcción, incluyendo aquellos que involucran el uso de tecnologías como Big Data (Congreso de la República de Colombia, 1994, 15 de julio).

Por su parte, la Ley 1266 de 2008, también conocida como la Ley de Habeas Data, establece un marco normativo integral para garantizar el derecho a la privacidad y el adecuado manejo de la información personal. Esta legislación sancionada por el Congreso de la República resulta de particular

relevancia para los proyectos de IA que involucran procesamiento de grandes volúmenes de datos personales, dado que estos sistemas pueden potencialmente afectar derechos fundamentales como la intimidad, la honra y el buen nombre (Congreso de la República de Colombia, 2008, 31 de diciembre).

Por otro lado, la Ley 1581 de 2012, establece un marco regulatorio para garantizar el derecho a la privacidad en el tratamiento de datos personales. Esta normativa es esencial para las organizaciones que implementan soluciones de Big Data, ya que regula aspectos como la recolección, el almacenamiento, el uso y la circulación de información (Congreso de la República de Colombia, 2012, 17 de octubre).

El Decreto 1377 de 2013, que no es más que un complemento a la Ley 1581 de 2012, es una pieza fundamental en materia de protección de datos personales y establece las disposiciones generales para garantizar la protección de datos personales de todos los ciudadanos. Por ejemplo, establece que la información personal de cada individuo debe ser manejada de manera confidencial y segura, además, previene el uso indebido de esta información. Asimismo, permite a las personas conocer, actualizar y corregir la información que se tiene sobre ellas. (Ministerio del Interior, 2013, 27 de junio)

La Ley 1712 de 2014, define los conceptos de datos abiertos y la gestión de estos. Además, establece las bases para el uso de datos abiertos en proyectos de construcción, lo que puede ser relevante para la obtención y análisis de información (Congreso de la República de Colombia, 2014, 06 de marzo).

El Decreto 1076 de 2015, regula la gestión de proyectos de inversión pública, estableciendo los lineamientos para la planeación, ejecución y seguimiento de proyectos, incluyendo la incorporación de herramientas tecnológicas (Ministerio del Interior, 2015, 26 de mayo).

Ahora bien, en el marco de la transformación digital del país, existe un documento centrado en la explotación de datos masivos, el cual busca aprovechar el potencial de esta información para impulsar el desarrollo económico y social; se trata del CONPES 3920 de 2018, una política de explotación de datos (Big Data), el cual establece un marco integral que abarca desde la generación y disponibilidad de datos de calidad hasta la formación de capital humano especializado y la creación de un ecosistema propicio para la innovación, buscando que las organizaciones públicas y privadas reconozcan el valor estratégico de los datos y los integren en sus procesos de toma de decisiones (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

La Ley 1955 de 2019, que no es más que el Plan Nacional de Desarrollo de Colombia para el periodo 2018-2022. Establece las directrices y estrategias que el gobierno nacional debe seguir para alcanzar los objetivos de desarrollo del país durante este periodo de tiempo. Está normativa incluye disposiciones sobre la transformación digital del Estado y la importancia de los datos en la toma de decisiones (Congreso de la República de Colombia, 2019, 25 de mayo).

El Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), a través de la Resolución 3975 de 2019, trazó una hoja de ruta estratégica para la transformación digital en Colombia. Este documento, de carácter nacional, sienta las bases para la incorporación y adopción de tecnologías digitales emergentes

para potenciar la generación de valor social y económico a través de la innovación digital (Departamento Nacional de Planeación, 2019).

La resolución 460 de 2022, emanada del Ministerio De Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, traza una hoja de ruta clara para transformar la gestión pública y estimular la innovación. El eje central de la resolución es la construcción de una infraestructura de datos sólida y segura que permita la interoperabilidad entre los sistemas de información del estado (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2022, 15 de febrero).

Finalmente, existen diversas normas técnicas del Icontec, normas técnicas específicas para la construcción, que pueden ser aplicables a la gestión de proyectos y al uso de tecnologías de la información.

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

El presente estudio se centra en analizar cuantitativamente el grado de madurez tecnológica de las empresas de construcción en Colombia. A través de esta investigación, se busca identificar no solo el nivel actual de adopción de herramientas tecnológicas emergentes en el sector, sino también distinguir los principales obstáculos que impiden una implementación amplia y efectiva.

Finalmente, se pretende desarrollar un conjunto de estrategias y recomendaciones que permitan a las empresas involucradas en el sector de la construcción colombiano, integrar tecnologías emergentes, como el Big Data, en sus procesos de gestión. Al hacerlo, se puede llegar a optimizar la toma de decisiones, mejorar el control de costos y fortalecer la capacidad de identificar y mitigar riesgos de manera proactiva. En última instancia, se espera que estas acciones permitan a las empresas posicionarse como líderes en el mercado, ofreciendo servicios innovadores que correspondan a las demandas de un entorno cada vez más competitivo y exigente.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Definición de la población

Para el desarrollo de esta investigación, se ha definido como población de estudio aquellas empresas constructoras privadas de diversos tamaños (grandes, medianas o pequeñas) que ejercen sus actividades en el territorio colombiano. Esta población abarca tanto a empresas de origen nacional como aquellas de capital extranjero que se encuentren operando activamente en el país, ya sea a través de proyectos de ingeniería, consultoría o construcción.

Es importante destacar que, para ser consideradas parte de esta población y participar en el estudio, las empresas deben tener la voluntad de colaborar y compartir la información solicitada por los investigadores. Esta disposición es fundamental para garantizar la obtención de datos precisos y confiables que permitan alcanzar los objetivos planteados en este trabajo.

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

El presente estudio se enmarca en una exploración exhaustiva del grado de madurez tecnológica alcanzado por las empresas colombianas que operan en el sector de la construcción. Con el objetivo de obtener una visión precisa y representativa de este sector en constante evolución, se ha diseñado una muestra intencional compuesta por 30 compañías que cumplen con criterios rigurosos de selección.

La decisión de seleccionar una muestra intencional de 30 empresas se basa en la consideración de que este tamaño es suficiente para obtener resultados significativos y representativos del sector. Además, al centrarse en empresa con interés activo en la tecnología, se espera obtener información de alta calidad y relevancia que permitan comprender en profundidad los avances y desafíos en materia de madurez tecnológica en la construcción colombiana.

Por otro lado, para garantizar la pertinencia de la muestra, se ha establecido que las empresas incluidas deben estar directamente involucradas en actividades constructivas, ya sea como empresas diseñadoras, consultoras o constructoras; además, deben haber manifestado un interés genuino para la adopción de tecnologías emergentes. Ahora bien, al restringir el estudio a empresas con operaciones exclusivamente en Colombia, se busca obtener una visión focalizada del contexto local y de los factores específicos que influyen en la adopción de tecnologías en el país. Asimismo, se ha establecido como requisito indispensable la disposición de las empresas a colaborar activamente en la investigación, proporcionando información veraz y completa.

Finalmente, con el fin de evitar sesgos y garantizar la representatividad de la muestra, se han definido criterios de exclusión claros. Se han descartado aquellas cuyo objeto social no esté directamente relacionado con la construcción. Igualmente, se ha decidido no incluir empresas que, por cualquier motivo, no estén dispuestas a participar en la investigación o que no proporcionen información confiable.

La presente investigación se basará únicamente en 30 empresas involucradas en el sector de la construcción, para lo cual se realizará el diligenciamiento de la encuesta que permitirá conocer el nivel de madurez tecnológico al interior de cada una de ellas.

Se incluirán las empresas dedicadas exclusivamente al sector de la construcción y que presten servicios de ingeniero, consultoría o construcción; siempre y cuando, tengan un interés activo en la implementación de tecnologías emergentes para la gestión de sus proyectos.

Por otra parte, se excluirán las empresas que no tengan relación directa con el sector de la construcción, aquellas sin operaciones en Colombia y aquellas cuyos representantes no deseen proporcionar la información real y verídica frente a las preguntas realizadas.

3.3 Instrumento(s)

La presente investigación, se realizó con base en la encuesta elaborada por el equipo de investigación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, la cual tiene un enfoque estrictamente académico y educativo pero que, para efectos de la presente investigación, se utilizó con el objetivo principal de analizar el grado de adopción y utilización de tecnologías emergentes, tales como Big Data, en la gestión de proyectos dentro del sector de la construcción en Colombia.

Este estudio se enmarca en el proyecto nodo titulado “Inteligencia Artificial, Big Data y Ciencia de Datos para la optimización de la gestión de proyectos en Colombia”, y busca aportar valiosos conocimientos sobre la transformación digital que está experimentando este sector.

3.3.1 Encuesta

A través de una encuesta conformada por 32 preguntas y que, a su vez, está diseñada bajo una escala Likert, se recopiló información de 30 empresas que se encuentran vinculadas al sector de la construcción. Este instrumento permitió evaluar el nivel de madurez digital de las organizaciones encuestadas, enmarcas en cinco dimensiones clave que se indican a continuación:

1. **Modelo de negocio:** En este apartado se busca explorar como las empresas han integrado las tecnologías digitales en sus modelos de negocio, buscando identificar nuevas oportunidades y mejorar la eficiencia en la prestación de servicios.
2. **Relación con clientes y proveedores:** Aquí se evalúa el impacto de las tecnologías digitales en las interacciones con clientes y proveedores, analizando como estas herramientas han transformado las relaciones comerciales.
3. **Procesos a nivel táctico y operativo:** En esta sección se busca medir el grado de integración de las tecnologías emergentes con los procesos internos de las empresas, desde su planificación hasta la ejecución de los proyectos.
4. **Infraestructura y seguridad:** En esta parte se pretende evaluar el nivel de inversión en infraestructura tecnológica y las medidas de seguridad que existen para proteger la información.
5. **Estrategia y experiencia en la industria 4.0:** Esta corresponde a la última sección de la encuesta y busca explorar el conocimiento y la preparación de las empresas para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que plantea la Industria 4.0.

En todo caso, las preguntas que hacen parte de la encuesta utilizada para el desarrollo de la presente investigación se adjuntan en el Anexo 1 del presente documento.

3.4 Descripción de procedimientos

Con el fin de evaluar el grado de adopción de tecnologías digitales en el sector de la construcción, se llevó a cabo una exhaustiva investigación que involucró a diversas empresas del sector. Para ello, se estableció un contacto directo con representantes clave, a quienes se les explicó de manera clara y transparente el propósito académico del estudio. Se enfatizó la importancia de su colaboración para obtener una visión integral y actualizada del sector.

Gracias a la valiosa disposición de los participantes, se entregó una encuesta en línea para recopilar datos relevantes sobre las tecnologías digitales implementadas en sus organizaciones. Esta encuesta, difundida a través de los canales de comunicación más utilizados actualmente (correo electrónico y plataformas de mensajería instantánea), permitió una amplia participación y facilitó la recolección de información de manera ágil y eficiente.

Para garantizar la máxima participación, se realizó un seguimiento personalizado a cada empresa a través de llamadas telefónicas y mensajes de WhatsApp. En estas comunicaciones, se reiteró el objetivo del estudio y se brindó asistencia técnica para cualquier duda relacionada con la encuesta. Además, se optó por utilizar un formulario de Google Forms, el cual, gracias a su interfaz intuitiva e instrucciones claras, facilitó la comprensión y cumplimentación de la encuesta por parte de los participantes.

Este proceso de recolección de datos, caracterizado por su minuciosidad y personalización, permitió obtener una muestra representativa del sector y garantizar la confiabilidad de los resultados. La información recopilada servirá como base para un análisis detallado de la madurez digital del sector de la construcción y permitirá identificar las principales tendencias y desafíos en este ámbito.

3.5 Análisis de información

La calidad de la información es fundamental para obtener resultados confiables en cualquier análisis de datos. En este sentido, el primer paso crucial consiste en llevar a cabo una limpieza exhaustiva de los datos recolectados. Este proceso meticuloso implica una revisión detallada para identificar y corregir cualquier error, inconsistencia o valor atípico que pueda comprometer la validez de los resultados.

Uno de los desafíos más comunes en la limpieza de datos es la presencia de valores faltantes. Estos pueden deberse a diversas razones, como preguntas sin respuesta, errores de registro o simplemente la falta de información disponible. Otro aspecto importante a considerar son los valores atípicos. Estos datos se desvían significativamente de la tendencia general y pueden distorsionar los análisis estadísticos.

Además de los valores faltantes y atípicos, es necesario verificar la consistencia lógica de los datos. Esto implica asegurar que las respuestas proporcionadas sean coherentes entre sí y tengan sentido dentro del contexto de las preguntas. Para ello, se realizarán análisis de coherencia lógica, identificando y corrigiendo cualquier inconsistencia detectada.

Una vez que los datos hayan sido limpiados y verificados, se procederá a su codificación. En el caso de las respuestas de escala Likert, se asignará un valor numérico a cada categoría para facilitar su análisis estadístico. Posteriormente, se llevará a cabo un análisis descriptivo de los datos con el objetivo de obtener una visión general de los resultados. Se calcularán medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y de dispersión (desviación estándar, rango) para cada variable. Además, se analizarán

las frecuencias de respuesta para cada categoría de las variables categóricas, lo que permitirá identificar patrones y tendencias generales en los datos.

Para facilitar la interpretación de los resultados, se presentarán tablas y gráficos claros y concisos. Se utilizarán diagramas de barras, circulares y otros tipos de gráficos adecuados para visualizar la distribución de las variables y las relaciones entre ellas.

Finalmente, se realizará un análisis inferencial para extraer conclusiones más sólidas y generalizables a partir de los datos. Se emplearán pruebas estadísticas para evaluar hipótesis y determinar si las diferencias observadas entre los grupos son estadísticamente significativas.

A través de este proceso de análisis exhaustivo, se espera obtener un conocimiento profundo de los datos recopilados, lo que permitirá identificar las fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora en relación con la madurez tecnológica de las empresas encuestadas. Los resultados de este análisis servirán como base sólida para la toma de decisiones informadas y la elaboración de estrategias de mejora e implementación de tecnologías emergentes.

3.6 Consideraciones éticas

La presente investigación se compromete a salvaguardar los principios éticos fundamentales en todas las etapas del estudio, desde la recolección de datos hasta la difusión de los resultados. Con este propósito se han establecido una serie de medidas que garantizan la protección de la privacidad, la integridad científica, el bienestar de los participantes y el cumplimiento de los estándares éticos de la comunidad investigadora.

En primer lugar, se prioriza la protección de la privacidad y confidencialidad de los datos. A través de la anonimización completa, se resguardará la identidad de los participantes, evitando cualquier tipo de divulgación no autorizada. Además, se obtendrá en consentimiento informado de todas las empresas involucradas, detallando los objetivos del estudio y los procedimientos a seguir. El acceso a los datos se restringirá a los miembros del equipo de investigación de manera estrictamente controlada, asegurando su confidencialidad.

En cuanto a la integridad científica, se promoverá la transparencia en todas las fases del proceso investigativo. Se documentará de manera detallada cada etapa del estudio, desde la planificación hasta la interpretación de los resultados, facilitando la replicabilidad y la evaluación por parte de la comunidad científica. Asimismo, se evitarán conflictos de interés y se garantizará la publicación de los resultados, contribuyendo al avance del conocimiento en el área.

Finalmente, se respetarán los derechos de propiedad intelectual de las empresas participantes y se protegerá la confidencialidad de la información empresarial sensible.

4. HIPÓTESIS

Las empresas de construcción en Colombia se encuentran en una etapa temprana de adopción de tecnologías emergentes como Big Data, principalmente debido a la escasez de conocimiento especializado en el sector, la falta de una cultura organizacional orientada hacia la innovación tecnológica, y las altas inversiones iniciales requeridas para implementar estas soluciones. Esta limitada adopción inhibe significativamente la capacidad de las empresas para optimizar procesos, reducir costos, mejorar la toma de decisiones basadas en datos y, en última instancia, aumentar su competitividad en un mercado cada vez más exigente.

4.1 Las variables

4.1.1. Variable(s) independiente(s)

Las variables independientes que se tienen durante el desarrollo de investigación son:

- **Adopción de tecnologías emergentes:** Esta variable se refiere al grado en que las empresas de construcción han incorporado tecnologías como Big Data en sus procesos. El grado de madurez tecnológica dentro de las organizaciones es un factor determinante dado que las empresas con mayor experiencia en la implementación de nuevas soluciones tecnológicas suelen ser más propensas adoptar tecnologías emergentes a gran escala y en diversas áreas de su operación.
- **Tamaño de la empresa:** Se considera una variable independiente porque puede influir en la capacidad de inversión tecnológica y en la adopción de prácticas innovadoras, toda vez que, el tamaño de la empresa, medido en términos del número de empleados e ingresos, influye directamente en su capacidad para invertir en tecnología, puesto que las empresas más grandes usualmente suelen tener mayores presupuestos destinados a innovación y pueden afrontar proyectos mucho más ambiciosos.

4.1.2. Variable(s) dependiente(s)

Las variables dependientes que se tienen durante el desarrollo de investigación son:

- **Eficiencia en la gestión de proyectos:** Se refiere a la capacidad de cada empresa para planificar, ejecutar y controlar sus proyectos de manera efectiva y eficiente. Esta eficiencia se mide por su capacidad de optimizar recursos y tiempos, garantizando la calidad y maximizando los resultados. Esto se traduce en una reducción de costos y plazos garantizando servicios de mayor calidad al mismo tiempo que existe productividad en los equipos.

5. RESULTADOS

La presente investigación de propuso analizar la madurez tecnológica en el sector de la construcción colombiano. A través de una encuesta aplicada a 30 empresas involucradas en el sector de la construcción, se busca evaluar el nivel de conocimiento, implementación y desafíos asociados a la implementación de tecnologías emergentes en la gestión de proyectos, específicamente de Big Data.

Como se evidencio en la revisión bibliográfica, el Big Data ofrece un potencial significativo para optimizar procesos, mejorar la toma de decisiones y amentar la competitividad en el sector. Sin embargo, estudios previos han señalado una brecha significativa entre el potencial de estas tecnologías y su adopción a nivel empresarial.

En este contexto, la investigación planteo la siguiente pregunta central ¿Cómo puede implementarse de manera efectiva una estrategia de Big Data en proyectos los proyectos de construcción colombianos para optimizar su gestión y superar las barreras actuales de adopción tecnológica?

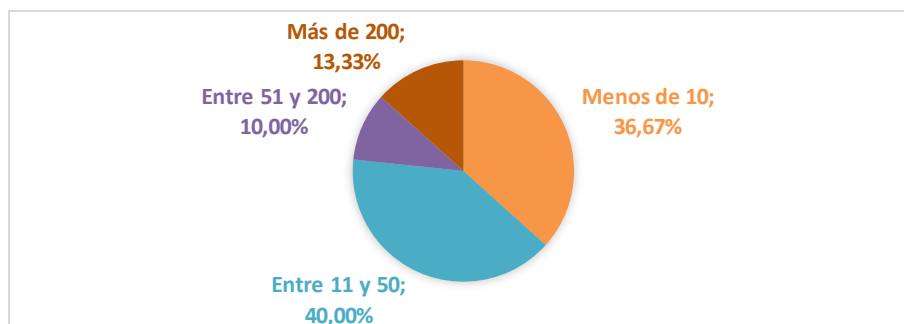
Par responder a esta pregunta, se diseñó una encuesta que exploró diversas dimensiones relacionadas con la madurez tecnológica de las empresas, incluyendo su modelo de negocio, relación con clientes y proveedores, procesos internos, infraestructura tecnológica y estrategia digital.

Los resultados obtenidos a través de este instrumento permitieron identificar los principales desafíos y oportunidades en la adopción de Big Data en el sector de la construcción colombiano. A continuación, se presentará de manera detallada los hallazgos de la investigación, los cuales permitirán comprender el estado actual de la madurez tecnológica en el sector y proponer recomendaciones para fomentar la adopción de estas tecnologías.

5.1. Presentación de resultados

Gráfica 1

Distribución porcentual de las empresas por número de empleados.



Nota. Fuente: Autor.

El estudio realizado revela un panorama caracterizado por la predominancia de pequeñas y mediana empresas. Como se puede observar en la Gráfica 1, un 36.67% de las empresas encuestadas cuentan con menos de 10 empleados, seguido de un 40% de empresas que emplean entre 11 y 50 personas. Este escenario se completa con la presencia de un 10% de empresas que emplean entre 51 y 20 personas. Ahora bien, en este segmento intermedio del que hace parte las empresas PYMES, podría mostrar una mayor disposición para la adopción de tecnologías y herramientas que optimicen sus procesos, esto se debe a que este tipo de empresas son más ágiles y flexibles. Sin embargo, también podrían enfrentar mayores dificultades para implementar soluciones tecnológicas sofisticadas, por lo que su enfoque podría estar orientado hacia herramientas más sencillas y económicas.

Por su parte, las grandes empresas, que componen el 13.33% de la muestra, aunque son menos numerosas, podrían desempeñar un papel de liderazgo tecnológico en el sector. Sus recursos les permitirían desarrollar e implementar soluciones a gran escala, estableciendo estándares y tendencia en el mercado.

Tabla 1

Nivel de ingresos anuales.

Criterio	Menos de 1.000 SMMLV	Entre 1.001 y 2000 SMMLV	Entre 2.001 y 10.000 SMMLV	Más de 10.001 SMMLV
Nivel de ingresos anuales	10	6	8	6

Nota. Apropiación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

De la información consignada en la Tabla 1, se puede percibir que la distribución de los ingresos anuales de las empresas constructoras presenta una clara concentración de empresas en los rangos de ingresos más bajos, específicamente por debajo de 1.000 SMMLV. No obstante, a medida que asciende los rangos de ingreso, se aprecia una disminución progresiva de las empresas; lo que sugiere la predominancia de pequeñas y medianas empresas en el sector.

5.1.1 Nivel de madurez que presentan las empresas de construcción en Colombia

Tabla 2

Integración de productos o servicios con tecnologías emergentes.

Criterio	Nulo	En desarrollo	En implementación	Existe la iniciativa	En acción
Alguno de sus productos o servicios integra tecnologías emergentes (Inteligencia artificial, big data o ciencia de datos).	13	8	2	5	2

Nota. Apropiación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

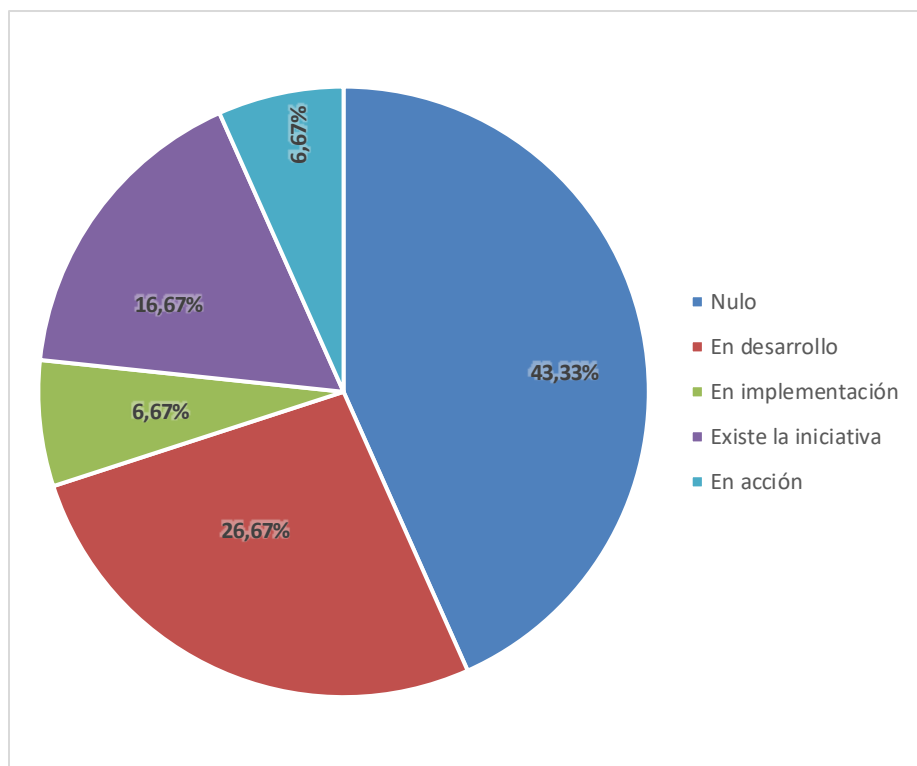
Con los datos consignados en la Tabla 2, se revela un panorama heterogéneo en cuanto a la adopción de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el Big Data y la ciencia de datos en el sector de la construcción.

Como se puede apreciar en la Gráfica 2, la mayoría de las empresas encuestadas se encuentran explorando o adoptando estas tecnologías, lo que sugiere una curva de aprendizaje gradual. Sin embargo, la transición de la fase de desarrollo a la implementación completa representa un desafío significativo para muchas empresas, dado que solo un reducido número de empresas (2) ha logrado integrar completamente estas tecnologías en sus operaciones.

Por otro lado, la baja adopción puede atribuirse a diversos factores, como la falta de recursos, conocimiento especializado o una percepción de riesgo inherente a la implementación de nuevas tecnologías. Además, la necesidad de una transformación cultural dentro de las organizaciones puede obstaculizar la adopción a gran escala.

Gráfica 2

Distribución porcentual integración de productos o servicios con tecnologías emergentes.



Nota. Fuente: Autor.

Tabla 3

Implementación de sistemas de información para la gestión de proveedores y clientes.

Criterio	Nula inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Gran inversión
Implementación de sistemas de información para la gestión de proveedores	2	17	7	4
Implementación de sistemas de información para la gestión de clientes	3	19	5	3
Analiza información de sus clientes para generar o mejorar productos o servicios	3	13	9	5

Nota. Apropiación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

La Tabla 3 presenta los resultados relacionados con la implementación de sistemas de información en empresas de construcción, datos que se encuentran caracterizados por una adopción gradual y un enfoque inicial en soluciones de gestión de proveedores y clientes.

La mayoría de las empresas encuestadas han realizado inversiones pequeñas en sistemas de información, principalmente orientados a la gestión de relaciones con proveedores y clientes. Este hallazgo sugiere un reconocimiento de la importancia de estas herramientas para optimizar procesos y mejorar la eficiencia. Sin embargo, la escala de estas inversiones indica que muchas empresas se encuentran aún en las primeras etapas de su transformación digital.

Si bien tanto la gestión de proveedores como la de clientes han recibido atención, se observa una ligera preferencia por las soluciones enfocadas en los clientes. Esta tendencia podría estar impulsada por la creciente competencia en el sector y la necesidad de diferenciarse a través de una mejor experiencia al cliente.

Por otro lado, a pesar de la importancia del análisis de datos para tomar decisiones informadas, un número considerable de empresas aún no ha realizado la inversión para desarrollar capacidades analíticas sólidas. Esto sugiere que muchas empresas carecen de las herramientas y el conocimiento necesarios para aprovechar al máximo la información que recopilan.

Finalmente, los resultados indican que las empresas están cada vez más interesadas en mejorar la relación con sus clientes a través de la tecnología, además, existe un margen de mejora considerable en cuanto a la adopción de tecnologías más avanzadas y el desarrollo de capacidades analíticas.

Tabla 4

Uso de tecnologías en las organizaciones

Criterio	% de implementación
Ciencia de datos para la evaluación de información en tiempo real	26.66%
Big Data para almacenamiento de grandes volúmenes de datos personal, preferencias, ubicación, puntuación crediticia)	13.33%
Sistemas de tecnologías de la información integrados	20.00%

Nota. Apropiación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

La Tabla 4 revela una creciente adopción de tecnologías de la información, con un particular énfasis en la ciencia de datos. Este hallazgo sugiere que las empresas constructoras están reconociendo cada vez más el valor estratégico de los datos para optimizar sus procesos y mejorar la toma de decisiones.

El 26.66% de las empresas encuestadas ya utilizan herramientas de ciencia de datos para analizar información en tiempo real. Esta cifra es significativa, considerando la complejidad de estas tecnologías y su relativamente reciente adopción en el sector. Es probable que la implementación de la ciencia de datos este asociado a una mejora en la eficiencia de la planificación, la gestión de proyectos y la optimización de recursos.

Por otro lado, el Big Data, aunque con una adopción ligeramente menor (13.33%), también está ganando terreno. El almacenamiento de grandes volúmenes de datos, que incluyen información personal, preferencias y datos de ubicación, apunta hacia un interés creciente en aplicaciones relacionadas con la personalización de productos y servicios, la gestión de la relación con el cliente y la evaluación de riesgos.

Es importante destacar que el éxito de estas iniciativas de transformación digital está sustentado por la adopción de sistemas integrados de tecnologías de la información. El 20% de las empresas encuestadas cuentan con estos sistemas, lo cual proporciona una base sólida para la implementación de tecnologías más avanzadas como la ciencia de datos y el Big Data.

En resumen, los resultados de la Tabla 4 evidencian una clara tendencia hacia la digitalización del sector de la construcción. Las empresas están adoptando tecnologías como la ciencia de datos y el Big Data para impulsar la eficiencia, la innovación y la toma de decisiones basadas en datos.

Tabla 5

Uso de servicios en línea en las empresas

Criterio	Si	No	No, pero lo planeamos
Software desde la nube	60%	17%	23%
Para almacenamiento de datos	70%	7%	23%
Para evaluación de datos	50%	10%	40%

Nota. Apropiación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

La información contenida en la Tabla 5 revela información contundente; la nube se ha convertido en el pilar fundamental sobre la cual se sustenta la gestión de información en el sector de la construcción. El almacenamiento de datos en la nube ha experimentado un crecimiento exponencial, Con un 70% de las empresas optando por esta solución. La escalabilidad, accesibilidad y eliminación de la gestión de infraestructuras locales son los principales impulsores de esta tendencia. Paralelamente, los softwares en la nube han alcanzado una penetración del 60%, demostrando la creciente preferencia por soluciones flexibles y ágiles que potencian la colaboración y la productividad.

Por otro lado, si bien el 50% de las empresas ya evalúa datos en la nube, un porcentaje significativo aún no ha explorado esta posibilidad. Esta brecha representa un enorme potencial de crecimiento, ya que la evaluación de datos es esencial para la toma de decisiones, la optimización de procesos y la identificación de nuevas oportunidades de negocio.

En conclusión, la alta adopción de almacenamiento en la nube es un pilar fundamental para el manejo del Big Data en el sector de la construcción. Los grandes volúmenes de datos generados a partir de sensores, software de diseño, interacciones con proveedores y clientes requieren de una infraestructura escalable y flexible como la que ofrece la nube.

5.1.2 Desafíos que enfrentan las empresas para la adopción de tecnologías emergentes

Tabla 6

Grado de inversión en los últimos dos (02) años.

Criterio	Nula inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Gran inversión
Investigación y desarrollo	5	17	6	2
Sistemas de información (Herramientas o Software)	3	14	8	5

Nota. Apropiación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

A pesar de la creciente importancia de la tecnología en la industria, las empresas muestran una marcada tendencia a realizar pequeñas inversiones tanto en investigación y desarrollo como en sistemas de información. Este panorama plantea varios desafíos, en primer lugar, la falta de inversión significativa limita la capacidad de las empresas para desarrollar soluciones innovadoras y adaptadas a sus necesidades específicas.

Por otro lado, aunque las inversiones en sistemas de información son ligeramente mayores, la distribución sigue siendo similar, lo que sugiere un enfoque predominante en la eficiencia operativa a corto plazo. Si bien la adquisición de herramientas y software comerciales puede mejorar ciertos

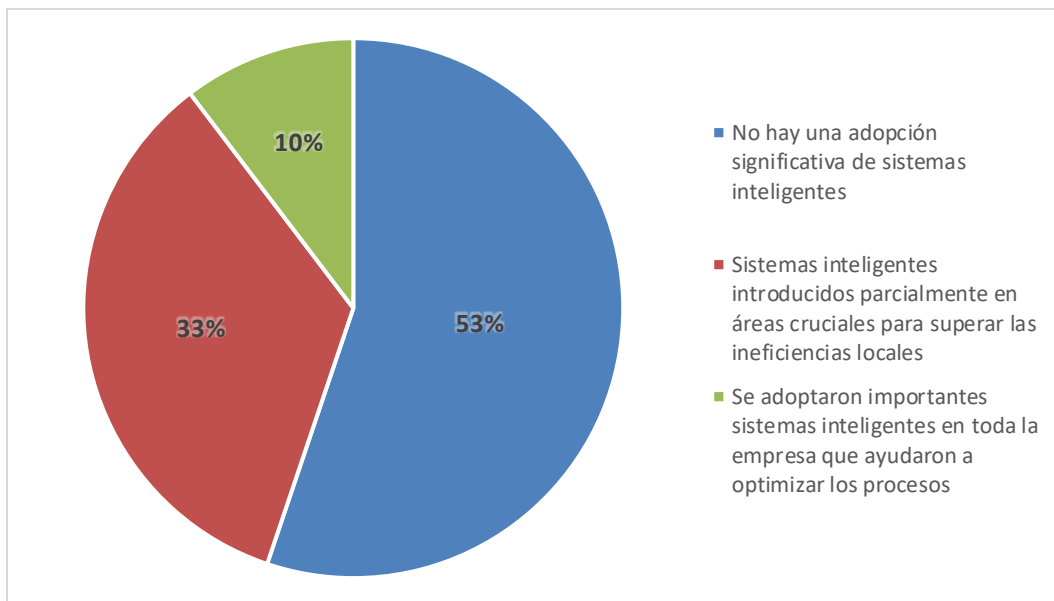
procesos, una excesiva dependencia de soluciones externas puede limitar la flexibilidad y la capacidad de adaptación de las empresas a cambios en el mercado o a necesidades particulares de los proyectos.

En conclusión, los datos de la Tabla 6 evidencian una oportunidad perdida para el sector de la construcción. Si bien las pequeñas inversiones son un primer paso, es necesario que las empresas adopten una visión más estratégica y a largo plazo en materia de tecnología. Esto implica no solo la inversión en investigación y desarrollo, sino también desarrollar una cultura de innovación que fomente la adopción de nuevas tecnologías y la exploración de soluciones disruptivas.

Ahora bien, en lo referente a la adopción de sistemas inteligentes para tratar las ineficiencias en los procesos, se observa en la Gráfica 3 que el 53% de las empresas encuestadas reportan NO haber implementado sistemas inteligentes, sin embargo, el 33% ha introducido de manera parcial herramientas que le permitan superar las ineficiencias puntuales de las áreas o sectores internos. Esta disparidad sugiere que la transformación digital en la construcción es un proceso gradual y complejo, influenciado por diversos factores internos y externos a cada empresa.

Gráfica 3

Adopción de sistemas inteligentes para tratar las ineficiencias en los procesos.



Nota. Fuente: Autor.

En conclusión, el análisis de los datos nos permite identificar una serie de desafíos que obstaculizan la adopción de sistemas inteligentes. Sin embargo, también revela oportunidades interesantes y tendencias prometedoras. Para superar estos desafíos y aprovechar al máximo el potencial de las tecnologías emergentes, las empresas deben desarrollar estrategias integrales de transformación digital, invertir en capacitación y superar la resistencia al cambio.

Tabla 7

Existencia de departamento TI

Criterio	% de implementación
Sin departamento de TI	57%
Departamento central de TI	27%
Departamento de TI descentralizado en las áreas Especializadas (producción, desarrollo de productos, etc.)	13%
Expertos en TI integrados en los departamentos especializados	3%

Nota. Apropiación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

Los resultados expuestos en la Tabla 7 revelan la configuración de los departamentos de tecnología de la información (TI) en el sector de la construcción. Un hallazgo sobresaliente es la predominancia de empresas que aún no han formalizado o, simplemente no tienen, un departamento de TI dedicado exclusivamente a este tipo de cosas. Con un 57% de las compañías encuestadas en esta situación, es evidente una brecha significativa en la estructura tecnológica de este sector.

La centralización de las funciones de TI también resultan ser un aspecto poco común. Solo el 27% de las empresas cuentan con un departamento centralizado, lo que sugiere una gestión de la tecnología dispersa y fragmentada. Por otro lado, un 13% presenta una descentralización parcial, con departamentos de TI en áreas específicas, pero sin una estructura centralizada sólida. Esta situación dificulta la coordinación y la optimización de los recursos tecnológicos a nivel organizacional.

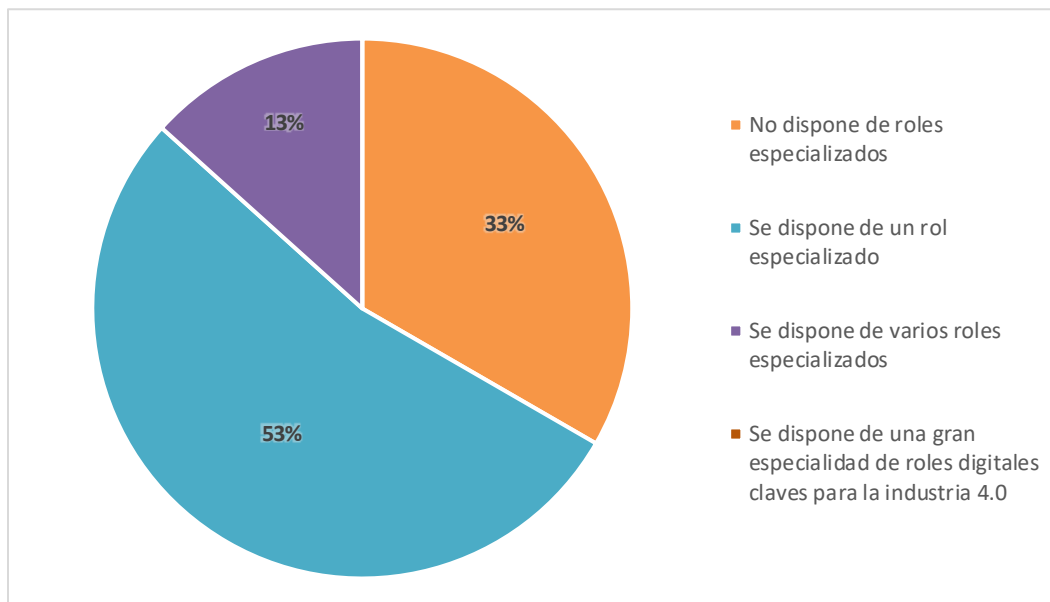
La integración de expertos en TI dentro de otros departamentos es igualmente limitada, con apenas un 3% de las empresas reportando esta práctica. Esto implica una falta de valorización del conocimiento tecnológico y una dificultad para aprovechar al máximo las capacidades de estos profesionales.

En conjunto, estos datos pintan un panorama de madurez tecnológica relativamente bajo en el sector de la construcción. La ausencia de departamento de TI estructurados y la adopción reactiva de tecnologías sugieren que muchas empresas están enfrentando desafíos para adaptarse a un entorno cada vez más digitalizado.

En línea con lo anterior, en la Gráfica 4, se observa que la mayoría de las empresas encuestadas (53%) no cuenta con profesionales que tengan perfiles digitales cruciales para la implementación de las tecnologías de la Industria 4.0. Sin embargo, la gráfica también exhibe que un 33% de las empresas dispone de al menos un rol digital especializado, mientras que el 13% restante dispone de varios perfiles.

Gráfica 4

Existencia de personal especializado en roles digitales.



Nota. Fuente: Autor.

Por otro lado, los datos presentados en la Tabla 8 revelan que una porción considerable de trabajadores de estas empresas cuenta con cierta información en el manejo de infraestructura tecnológica (50%) y análisis de datos (57%). Si bien los resultados son claros, las empresas deben invertir en programas de capacitación y desarrollo para mejorar las competencias de sus empleados, dado que esto no solo limita la adopción de nuevas tecnologías, sino que también impacta directamente la eficiencia y productividad de los proyectos.

Tabla 8

Capacidad del personal frente al uso de tecnologías emergentes con la Industria 4.0.

Criterio	Irrelevante/No aplica	No capacitado	Capacitado, pero no lo suficiente	Capacitado suficiente y constantemente
Infraestructura	13%	13%	50%	20%
Análisis de datos	10%	10%	57%	23%

Nota. Apropriación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

Así pues, los hallazgos presentados en la tabla anterior ponen en manifiesto la urgente necesidad de invertir en programas de capacitación y desarrollo que permitan cerrar la brecha de habilidades existentes. Solo de esta manera las empresas inmersas en el sector de la construcción podrán aprovechar plenamente las oportunidades que ofrecen las tecnologías emergentes y garantizar su competitividad en un entorno cada vez más digitalizado.

Finalmente, la información de la Tabla 9 arroja un panorama alarmante sobre el sector de la construcción. A pesar del impulso hacia la transformación digital, la mayoría de las empresas encuestadas adolece de un marco sólido para medir sus avances.

Una cifra impactante es que 15 de las 30 empresas consultadas carece de una total existencia de indicadores. Esta carencia sugiere una falta de claridad en cuanto a los objetivos digitales y dificulta evaluar el impacto de las iniciativas tecnológicas.

Pese a lo anterior, se observa una transición lenta pero optimista de la implementación de indicadores que permitan medir el nivel de transformación digital, toda vez que 3 empresas se encuentran en acción, 8 tienen iniciativa, 3 están en desarrollo y 1 ya cuenta con indicadores definidos.

Tabla 9

Existencia de indicadores para medir el nivel de transformación digital.

Criterio	Nulo	En acción	Existe la iniciativa	En desarrollo	En implementación
Cuenta con indicadores para medir nivel del transformación digital.	15	3	8	3	1

Nota. Apropriación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

5.1.3 Percepción de la Industria 4.0 y compromisos para la adopción de tecnologías emergentes

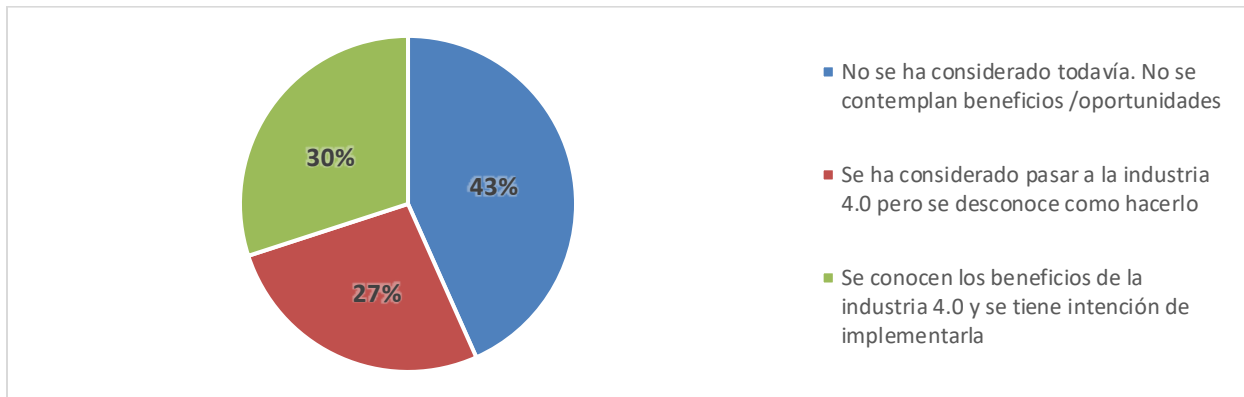
Ahora bien, frente a percepción de la industria 4.0 y los compromisos para la adopción de tecnologías emergente que tienen las empresas de construcción colombianas, se encontró que:

Tal como se muestra en la Gráfica 5, existe un creciente interés por aprovechar las oportunidades que ofrece esta nueva era industrial. Un dato llamativo es que el 43% de las empresas no ha considerado la adopción de tecnologías 4.0, desconocimiento que subraya la necesidad de intensificar las acciones de divulgación y educación en el sector. Por otro lado, un 27% de las empresas han demostrado interés, pero desconoce cómo hacer su adopción, lo que denota una tendencia positiva hacia la digitalización, pero un reto en las acciones de socialización y adopción. Finalmente, es alentador observar que un 30% de las empresas ha iniciado un proceso de planificación para la adopción de la Industria 4.0, lo que indica un nivel de madurez mayor.

En resumen, los datos muestran que las empresas del sector se encuentran en una etapa de transición donde coexisten empresas pioneras y otras que aún están dando sus primeros pasos. Esta diversidad representa tanto un desafío como una oportunidad para impulsar la innovación y la competitividad en el sector de la construcción

Gráfica 5

Percepción y conocimiento de la Industria 4.0.



Nota. Fuente: Autor.

Por otro lado, en lo que respecta a la adopción del Big Data, la Tabla 10 nos brinda una mirada detallada sobre como las empresas del sector de la construcción valoran un pilar fundamental de la Industria 4.0, el Big Data, así como la formación del su personal en esta área.

Respecto al Big Data, los resultados evidencian un reconocimiento creciente de su importancia. Si bien el 30% lo considera de importancia media, un 23% lo sitúa en un nivel alto. Esto sugiere que las empresas están comenzando a comprender el potencial del análisis de datos para optimizar sus procesos y tomar decisiones. Además, es llamativo que exista un porcentaje considerable (17%) que le otorga una importancia muy alta, revelando una oportunidad latente para impulsar la adopción de Big Data y maximizar sus beneficios.

En cuanto a la formación de personal, los resultados son aún más contundentes. Un 30% de las empresas encuestadas considera que la capacitación es de alta importancia, demostrando la conciencia generalizada de que el capital humano es un factor crítico para la implementación exitosa de nuevas tecnologías.

Tabla 10

Nivel de importancia de las empresas en la adopción de Big Data y formación de personal.

Criterio	Sin importancia	Importancia baja	Importancia media	Importancia alta	Importancia muy alta
Big Data y análisis de datos	7%	23%	30%	23%	17%
Formación y personas	13%	10%	27%	30%	20%

Nota. Apropiación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

Por su parte, en la Tabla 11, se observa un número significativo de empresas que han dado los primeros pasos hacia la digitalización al formular estrategias desde la alta dirección. Este dato subraya el creciente reconocimiento de la importancia estratégica de la transformación digital en este sector tradicionalmente conservador. Sin embargo, al analizar las diferentes etapas de madurez, se observa una heterogeneidad considerable entre las empresas encuestadas. Por ejemplo, existen 7 empresas que no cuentan con estrategias formuladas, 10 tienen la iniciativa y 5 se encuentran en acción para su formulación.

Tabla 11

Existencia de estrategias de transformación digital.

Criterio	Existe la iniciativa	En acción	Nulo	En desarrollo	En implementación
Cuenta con estrategia de transformación digital formulada desde la alta dirección	10	5	7	6	2

Nota. Apropriación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

Del mismo modo que se observa en la Tabla 10, el interés de capacitar y formar el personal en la transformación digital es notorio. Un ejemplo de ello es la información indicada en la Tabla 12, en la cual se resalta la iniciativa que tienen 13 de las 30 empresa consultadas, además, 2 se encuentran en proceso de implementación de capacitaciones, 5 ya están en acción y 6 en etapa de desarrollo.

Estos resultados demuestran la conciencia generalizada de que el capital humano es un factor crítico para la implementación exitosa de nuevas tecnologías.

Tabla 12

Interés en la capacitación de personal en aspectos relacionados con transformación digital.

Criterio	Existe la iniciativa	En implementación	En acción	En desarrollo	Nulo
Tiene interés en la capacitación del talento humano en transformación digital.	13	2	5	6	4

Nota. Apropriación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

Finalmente, en la Tabla 13, se exponen los resultados de la consulta realizada a las empresas en materia de inversión. Aquí, el 40% de las empresas indicaron que se tiene proyectado realizar una inversión pequeña en aspectos de investigación y desarrollo. Sin embargo, el 30% contempla realizar una inversión mediana, mientras que el 17% prevé una gran inversión en lo que concierne a sistemas de información.

Por otro lado, el 37% de las empresas indicaron que la inversión para sistemas de información será de magnitud media, mientras que el 30% manifestó tener proyectado una gran inversión. Este tipo de información refleja el compromiso que tienen las empresas con la adopción de tecnologías que refuercen los procesos actuales para la gestión de proyectos y, por supuesto, para estar a la vanguardia en la prestación de sus servicios.

Tabla 13

Inversión proyectada en los próximos 5 años.

criterio	Nula inversión	Pequeña inversión	Mediana inversión	Gran inversión
Investigación y desarrollo	13%	40%	30%	17%
Sistemas de información (Herramientas o Software)	10%	23%	37%	30%

Nota. Apropiación de los datos obtenidos en la encuesta para determinar el nivel de madurez tecnológico que tienen las empresas. Fuente: Autor.

5.2 Estrategias para el sector

La implementación exitosa de Big Data no es un fin en sí mismo, sino un medio para alcanzar objetivos empresariales más amplios. Para garantizar que esta tecnología se convierta en un motor de crecimiento y transformación, es fundamental alinear su adopción con la estrategia general de la organización. Por ello, a continuación, relacionamos algunas estrategias que pueden ser de ayuda para la implementación de Big Data en la gestión de proyectos.

La aplicación de Big Data en la construcción es variada y abarca múltiples etapas del proyecto. Por ejemplo, en la fase de planificación, los datos pueden utilizarse para optimizar los cronogramas, identificar posibles riesgos y simular diferentes escenarios. Durante la ejecución de proyectos, los sensores IoT pueden monitorear en tiempo real variables como la temperatura, humedad y vibraciones, permitiendo detectar anomalías y tomar medidas correctivas de manera oportuna. En la etapa de mantenimiento, los datos históricos pueden utilizarse para predecir fallas en equipos y sistemas, optimizando así los programas de mantenimiento preventivo. Todo esto, se enmarca en los descrito por (Maaz, 2018), quien menciona que, con la obtención de una gran diversidad de datos, es posible la gestión de recursos, toma de decisiones, gestión de seguridad, entre otros.

Por ello, para implementar con éxito el Big Data en la gestión de proyectos, es necesario invertir en la infraestructura tecnológica adecuada. Las plataformas en la nube ofrecen una solución escalable y flexible para almacenar y procesar grandes volúmenes de datos. Por esta razón, tal como lo indica (Chen Y. H.-M., 2021), herramientas de análisis como SQL y Python, junto con plataformas de visualización como Power BI, permiten extraer insights valiosos de los datos. Además, así como lo indica (Shamsuddin, 2021), es fundamental integrar estos nuevos sistemas con los existentes mediante el uso de APIs y procesos de extracción, transformación y carga (ETL).

Por otro lado, la implementación de Big Data no se limita a la tecnología. Es necesario impulsar un cambio cultural dentro de la organización, fomentando una cultura de datos y capacitando al personal para que pueda aprovechar al máximo las nuevas herramientas. Esta situación se encuentra enmarcada en los hallazgos realizados por (Charnwasununth, 2021), quien manifestó la importancia de trabajar de manera articulada con los entes del gobiernos para establecer una gobernanza de datos sólida, definiendo políticas y procedimientos para garantizar la calidad, seguridad y privacidad de la información.

La implementación exitosa de una solución de Big Data requiere de un enfoque estratégico que abarque desde la definición clara de objetivos hasta la gestión del cambio cultural. Los objetivos estratégicos guiarán la selección de proyectos piloto, para lo cual (Dilakshan, 2023), considera que servirán como banco de pruebas para validar la tecnología y desarrollar un modelo de implementación escalable.

La fase de implementación implica la recopilación, limpieza y análisis de grandes volúmenes de datos. Esta situación, tal como menciona (Wu, 2019), se debe a que en la mayoría de los casos los datos son heterogéneos y se encuentran dispersos. Razón por la cual, a través de técnicas avanzadas de análisis de datos, como el machine learning, es posible identificar patrones y tendencias ocultas que permitan tomar decisiones más informadas. Sumado a esto, al integrar datos heterogéneos, podemos construir una visión global y detallada del proyecto, lo que permitirá detectar patrones ocultos, identificar tendencias emergentes y tomar decisiones más acertadas. La predicción de los costos, la optimización de la programación y la detección temprana de riesgos son solo algunos ejemplos de las soluciones que se pueden desarrollar

Una vez validada la solución en los proyectos piloto, siguiendo el modelo indicado por (Dilakshan, 2023) en el cual se propone realizar campañas de concientización y capacitación en proyectos piloto, se procede a su escalonamiento gradual, evaluando continuamente los resultados y expandiendo la solución a nuevos proyectos. Es fundamental acompañar este proceso con una sólida estrategia capacitacional del personal y una gestión efectiva del cambio. Adicionalmente, se deberá definir un conjunto de indicadores clave de desempeño (KPIs) específicos para medir el éxito de las iniciativas. Estos indicadores permitirán evaluar el progreso hacia los objetivos establecidos para realizar ajustes a la estrategia cuando sea necesario, ejemplo de ello es lo indicado por (Jimenez-Barrera, 2023), quienes manifiestan que, al monitorear continuamente los indicadores, es posible identificar y abordar proactivamente cualquier problema que pueda surgir durante el desarrollo del proyecto

Por último, tal como lo menciona (Yin, 2023) en su investigación, al integrar BIM y Big Data, las empresas de construcción obtendrá una visión detallada del proyecto, lo que les permite tomar decisiones para optimizar recursos. Por ejemplo, mediante el análisis de datos históricos y en tiempo real, es posible predecir posibles retrasos, identificar cuellos de botella y ajustar los planos de trabajo.

La implementación de esta estrategia requiere de una planificación cuidadosa y de la definición clara de los objetivos a alcanzar, es decir, es necesario establecer si se busca reducir costos, optimizar

plazos, mejorar la calidad o una combinación de estos factores. Una vez definidos los objetivos, es necesario identificar las fuentes de datos relevantes.

La organización y gestión de estos datos es fundamental para garantizar su calidad y confiabilidad. Un sistema de gestión de datos eficiente permitirá almacenar y procesar la información de manera centralizada, facilitando su acceso y análisis. Además, es necesario seleccionar herramientas y plataformas adecuadas para llevar a cabo las tareas de análisis.

5.3 Discusión

Los resultados obtenidos corroboran los desafíos identificados en la revisión de literatura. Por ejemplo, los estudios de (Suresh, 2021) y (Shahzad, 2022) revelan un conjunto común de desafíos que obstaculizan la adopción de Big Data en la industria de la construcción. Al igual que la presente investigación, ambos trabajos coinciden en señalar los altos costos de implementación, la falta de conocimiento y la resistencia al cambio como algunos de los principales impedimentos. Además, (Shahzad, 2022) destaca la complejidad de integrar datos masivos en procesos de construcción tradicionales. Así pues, los hallazgos de la presente investigación y los estudios realizados por estos autores confirman que la falta de inversión en tecnología (más del 50% de las empresas encuestadas), la resistencia al cambio, la escasez de talento digital (57% de las empresas no cuentan con departamento TI) y la dificultad para integrar nuevas tecnologías en los procesos existentes pueden generar ineficiencias en las empresas y proyectos, a su vez que retrasan la implementación de nuevas tecnologías.

Por otro lado, los resultados obtenidos en la presente investigación confirman que existe conocimiento sobre los beneficios potenciales del Big Data, como la mejora de eficiencia, la reducción de costos y la optimización de la toma de decisiones, toda vez que, si bien el 30% de las empresas considera de importancia media, un 23% lo sitúa en un nivel alto. Esto sugiere que las empresas están comenzando a comprender el potencial del análisis de datos para optimizar sus procesos y tomar decisiones. Además, es llamativo que exista un porcentaje considerable (17%) que le otorga una importancia muy alta. Esto se ajusta a lo mencionado por (Xu, 2021), quien menciona que el Big Data facilita la detección temprana de anomalías y problemas al identificar datos atípicos que podrían generar retrasos y sobrecostos. Además, tal como lo indica (Jimenez-Barrera, 2023), contribuye a una gestión mas eficiente de los recursos, optimizando su utilización y reduciendo los desperdicios.

En lo que respecta a la importancia de la capacitación, tal como lo indica (Shamsuddin, 2021), existe una clara correlación entre la falta de habilidades digitales y la resistencia a adoptar nuevas tecnologías. Esta situación es evidente en los resultados de la encuesta los cuales confirman que la falta de habilidades digitales es una barrera significativa para la adopción de tecnologías, dado que más de la mitad de las empresas encuestadas (57%) tiene personal con poco nivel de capacitación. Sin embargo, es importante considerar que la carencia de habilidades podría ser solo una pieza del rompecabezas, porque existe otros factores como, la inversión inicial requerida, la resistencia al cambio o la falta de

lineamientos que limitan aún mas la adopción de tecnologías. Por lo tanto, si bien la capacitación es un paso importante y fundamental, es necesario un enfoque integral que aborde todos los obstáculos que enfrenta el sector.

Por otro lado, a pesar de los desafíos identificados en la literatura, los resultados muestran una mayor adopción de tecnologías emergentes de lo que podría esperarse de un sector tradicionalmente conservador. Esto sugiere que el sector de la construcción colombiano está evolucionando más rápido de lo que se había anticipado.

Finalmente, la creciente adopción de la nube para el almacenamiento y análisis de datos que se muestra en la presente investigación coincide con las tendencias globales identificadas en la literatura, dado que más del 50% de las empresas encuestadas utiliza los servicios en línea para el almacenamiento o evaluación de datos. Esto lo respalda los hallazgos de estudios como el de (Chaitongrat, 2023), que destacaron el papel de la nube en la gestión de grandes volúmenes de datos y la alimentación de modelos de aprendizaje automáticos sofisticados. Por ejemplo, al emplear redes neuronales artificiales, el autor logro predecir con alta precisión el comportamiento presupuestario de proyectos en Tailandia. Este resultado no solo resalta el potencial de aprendizaje automático, sino que también indica que los datos recopilados a través de sistemas tradicionales pueden ser utilizados como base para construir modelos más complejos.

6. CONCLUSIONES

La investigación ha logrado identificar que, si bien las empresas de construcción en Colombia han mostrado un creciente interés en la implementación de tecnologías emergentes, aún existen desafíos significativos que impiden la adopción de tecnología de Big Data en el sector de la construcción, tales como la falta de inversión, la escasez de talento especializado y la carencia de una cultura de datos. Estas barreras no solo obstaculizan el desarrollo tecnológico del sector, sino que también impiden aprovechar las oportunidades que ofrece la transformación digital.

Por otro lado, si bien las empresas encuestadas reconocen las ventajas que ofrece el uso de Big Data para la optimización de procesos, la toma de decisiones y el aumento de eficiencia, su implementación aún está en una etapa temprana. A pesar del creciente interés y algunas experiencias aisladas, la mayoría de las empresas encuestadas no han logrado integrar de manera sistemática estas herramientas en sus operaciones. Es evidente que existe un gran potencial para explorar, además, será fundamental que el sector se adapte a esta nueva realidad tecnológica para mantenerse competitivo en un mercado cada vez más exigente.

Adicionalmente, la implementación exitosa de tecnologías emergentes se ve obstaculizada por una serie de desafíos interconectados. En primer lugar, la falta de inversión en tecnología limita el acceso a herramientas y plataformas de análisis de datos. En segundo lugar, la escasez de talento vinculado a las empresas y especializado en este tipo de áreas, que cuenten con las habilidades para gestionar y extraer valor de grandes volúmenes de información es evidente. A esto se suma la resistencia al cambio, tanto a nivel individual como organizacional, que frena la adopción de nuevas tecnologías y herramientas. Finalmente, la ausencia de una estrategia clara y bien definida para la implementación de Big Data impide a las empresas aprovechar todo el potencial de esta tecnología.

Asimismo, se observó que el sector de la construcción, tradicionalmente anclado a métodos convencionales, está experimentando una transformación digital impulsada por la irrupción de tecnologías como el Big Data. Sin embargo, se percibe que el interés de las empresas por aprovechar el potencial de estos avances es cada vez mayor, aunque, la adopción a gran escala enfrenta obstáculos significativos como los indicados anteriormente (escasez de profesionales especializados, falta de financiación y carencia de una cultura de datos, entre otros); razón por la cual es necesario fomentar la capacitación de los profesionales del sector, así como invertir en el desarrollo o adquisición de herramientas y plataformas tecnológicas adaptadas a las necesidades específicas de la construcción.

Con respecto a los resultados de la investigación, se observa un panorama heterogéneo en cuanto a la adopción de tecnologías Big Data en el sector de la construcción colombiano. Si bien existe un creciente interés y algunas iniciativas aisladas, la mayoría de las empresas aun enfrentan desafíos significativos para implementar estas tecnologías de manera efectiva. La falta de inversión, la escasez de talento especializado, la resistencia al cambio y la falta de estrategia clara son los principales obstáculos. Sin embargo, también se identificaron oportunidades para el crecimiento y la innovación, como la

creciente disponibilidad de herramientas y plataformas de análisis de datos y la articulación con metodologías que ya tienen cierto grado de inmersión en el sector de la construcción como lo es el BIM.

En definitiva, la implementación exitosa de Big Data ayudaría a muchas empresas involucradas en el sector de la construcción colombiano. Por lo tanto, para alcanzar este objetivo se diseñaron algunas estrategias que podrán contribuir en su aplicación. Entre las estrategias planteadas se encuentra la adquisición de infraestructura tecnológica, la capacitación de personal, la definición de una hoja de ruta clara y la fomentación de una cultura organizacional orientada a los datos. Sin embargo, es importante destacar que la implementación exitosa de estas estrategias requerirá de un compromiso a largo plazo por parte de las empresas y un entorno favorable que fomenten la innovación y la adopción de nuevas tecnologías.

En línea con lo anterior, dotar a los empleados de las competencias necesarias para la recolección, análisis y aprovechamiento eficaz de los datos es esencial para maximizar el potencial de esta tecnología. Solo a través de una fuerza laboral capacitada y empoderada será posible transformar los datos en conocimientos valiosos, impulsando así la innovación y la toma de decisiones basadas en evidencia dentro de cada una de las empresas. Adicionalmente, cultivar un entorno que reconozca el valor intrínseco de los datos, permitirá a las empresas no solo a optimizar procesos, sino que también fortalecerán su capacidad de adaptarse a un entorno empresarial cada vez más dinámico y competitivo.

Ahora bien, como se ha observado a lo largo del documento, la transformación digital en el sector de la construcción es casi que ineludible. Por ello, para que esta transformación sea exitosa y se acelere la adopción de tecnologías Big Data, se requiere una sinergia sólida entre los diversos actores del sector. La colaboración entre empresas constructoras, proveedores de tecnología, instituciones académicas y el gobierno, es fundamental. Esta alianza estratégica permitirá compartir conocimientos, recursos y experiencias, lo que a su vez impulsa la innovación, la eficiencia y la sostenibilidad en la construcción. Al trabajar de manera conjunta, se podrá desarrollar soluciones tecnológicas más robustas y adaptadas a las necesidades específicas del sector, superando los desafíos tradicionales y posicionando a la construcción como una industria a la vanguardia en innovación.

En conclusión, la implementación de Big Data es un proceso que requiere de una inversión significativa en tiempo, recursos y esfuerzo. Sin embargo, las empresas pueden obtener una ventaja competitiva sustancial. Los datos se convierten en un activo valioso que permite tomar decisiones más informadas, optimizar procesos, identificar nuevas oportunidades de negocio y mejorar la experiencia del cliente. Sin embargo, es fundamental destacar que este proceso no está exento de desafíos y requiere una planificación cuidadosa.

7. Referencias

- Anchal Patil, A. D. (2023). Big data-Industry 4.0 readiness factors for sustainable supply chain management: Towards circularity. *Computers & Industrial Engineering*. doi:10.1016/j.cie.2023.109109
- Apeesada Sompolgrunk, S. B. (2024). Strategic alignment of BIM and big data through systematic analysis and model development. *Automation in Construction*, 168. doi:10.1016/j.autcon.2024.105801
- Bechtsis, D. a. (2017). *Industry 4.0: Sustainable material handling processes in industrial environments* (Vol. 40). Elsevier. doi:10.1016/B978-0-444-63965-3.50382-2
- Bilal, M. a. (2019). Investigating profitability performance of construction projects using big data: A project analytics approach. *Journal of building engineering*, 100850. doi:10.1016/j.jobe.2019.100850
- Bin Chen, Y.-J. Z. (2014). Secuenciación de novo del transcriptoma y análisis de secuencia del vector de la malaria *Anopheles sinensis* (Diptera: Culicidae). *Parasites Vectors* 7.
- Camargo-Vega, J. J.-O.-A. (2015). Conociendo big data. *Revista Facultad de Ingenieria*, 24(38), 63-77.
- Chaitongrat, W. K. (2023). The Adoption of a Big Data Approach Using Machine Learning to Predict Bidding Behavior in Procurement Management for a Construction Project. *Sustainability*. doi:10.3390/su151712836
- Charnwasununth, K. S. (2021). Readiness of Applying Big Data Technology for Construction Management in Thai Public Sector. *Journal of Advances in Information Technology*, 12, 1-5. doi:10.12720/JAIT.12.1.1-5
- Chen, C. P.-Y. (2014). Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data. *Information sciences*, 275, 314-347. doi:10.1016/j.ins.2014.01.015
- Chen, S. (2022). Construction Project Cost Management and Control System Based on Big Data. *Mobile Information Systems*. doi:10.1155/2022/7908649
- Chen, Y. H.-M. (2021). Research Status and Challenges of Data-Driven Construction Project Management in the Big Data Context. *Advances in Civil Engineering*, 1-19. doi:10.1155/2021/6674980
- Congreso de la República de Colombia. (1994, 15 de julio). *Ley 152 de 1994*. Gaceta Oficial del Congreso. Obtenido de <https://svrpubindc.imprenta.gov.co/diario/>
- Congreso de la República de Colombia. (2008, 31 de diciembre). *Ley 1266 de 2008*. Diario Oficial de Colombia. Obtenido de <https://svrpubindc.imprenta.gov.co/diario/>

Congreso de la República de Colombia. (2012, 17 de octubre). *Ley 1581 de 2012*. Diario Oficial de Colombia. Obtenido de <https://svrpubindc.imprenta.gov.co/diario/>

Congreso de la República de Colombia. (2014, 06 de marzo). *Ley 1712 de 2014*. Diario Oficial de Colombia. Obtenido de <https://svrpubindc.imprenta.gov.co/diario/>

Congreso de la República de Colombia. (2019, 25 de mayo). *Ley 1955 de 2019*. Diario Oficial de Colombia. Obtenido de <https://svrpubindc.imprenta.gov.co/diario/>

Cristian C. Osorio-Gómez, R. F.-O. (2024). Conceptual model for implementation of digital transformation and organizational structure in the construction sector. *Ain Shams Engineering Journal*. doi:10.1016/j.asej.2024.102749

Da Silva, I. A. (2021). Industry 4.0 Readiness: a new framework for maturity evaluation based on a bibliometric study of scientific articles from 2001 to 2020. *DYNA: revista de la Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellin*, 88(218), 101-109. doi:10.7440/res64.2018.03

Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Resolución 3975 de 2019*. Diario Oficial de Colombia. Obtenido de <https://svrpubindc.imprenta.gov.co/diario>

Departamento Nacional de Planeación. (2018). *CONPES 3920 de 2018*. Obtenido de https://www.dnp.gov.co/LaEntidad_/subdireccion-general-prospectiva-desarrollo-nacional/direccion-desarrollo-digital/Paginas/documentos-conpes-infraestructura-de-datos.aspx

Didier Grimaldi, J. D. (2019). Data maturity analysis and business performance. A Colombian case study. *Heliyon*, 5(8). doi:10.1016/j.heliyon.2019.e02195

Dilakshan, A. A. (2023). Big data analytics in the Sri Lankan construction industry: an assessment of the challenges and strategies. *11th World Construction Symposium - 2023*. doi:10.31705/wcs.2023.24

Egbu, U. M. (2019). Critical analysis for big data studies in construction: significant gaps in knowledge. *Built Environment Project and Asset Management*. doi:10.1108/BEPAM-04-2018-0074

Fink, G. A. (2017). Security and privacy in cyber-physical systems. *Cyber-physical systems*, 129-141. doi:10.1016/B978-0-12-803801-7.00009-2

Gajendran, B. T. (2022). Preliminary Benefits of Big Data in the Construction Industry: A Case Study. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Management, Procurement and Law*. doi:10.1680/jmapl.21.00027

Gajendran, B. T. (2022). Transformative role of big data through enabling capability recognition in construction. *Construction Management and Economics*, 41, 208-231. doi:10.1080/01446193.2022.2132523

- Gajendran, B. T. (2022). Transformative role of big data through enabling capability recognition in construction. *Construction Management and Economics*, 41, 208-231. doi:10.1080/01446193.2022.2132523
- Hasani, P. T. (2019). Implementing big data strategies: A managerial perspective. *Business Horizons*. doi:10.1016/J.BUSHOR.2019.02.001
- Hazır, T. B. (2021). Big Data Adoption in Project Management: Insights From French Organizations. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1-15. doi:10.1109/TEM.2021.3091661
- Hernandez-Leal, E. J.-M.-C. (2017). Big Data: una exploración de investigaciones, tecnologías y casos de aplicación. *TecnoLogicas*, 20(39), 17-24.
- Hu, Q.-f. M. (2022). Big Data Technology in Construction Safety Management: Application Status, Trend and Challenge. *Buildings*. doi:10.3390/buildings12050533
- Jaimes-Quintanilla, M. J.-B.-V.-S. (2023). Big data en gestión de proyectos de construcción: el caso del noreste colombiano. *Ciclo de vida de estructuras y sistemas de infraestructura: actas del 8.º Simposio internacional sobre el ciclo de vida de la ingeniería civil, IALCCE*, 3476-3483.
- Jimenez-Barrera, S. Z.-V.-Q. (2023). Big Data, Data Science, and Artificial Intelligence for Project Management in the Architecture, Engineering, and Construction Industry: A Systematic Review. *Buildings*. doi:10.3390/buildings13122944
- Jin, L. S. (2020). Big data, capacidad tecnológica y calidad de proyectos de construcción: una investigación internivel. *Engineering, Construction and Architectural Management*. doi:10.1108/ecam-02-2020-0135
- Karakhan, C. N. (2020). Tecnologías para la gestión de la seguridad y la salud en la construcción: uso actual, beneficios y limitaciones de la implementación y barreras para la adopción. *Journal of building engineering*, 101-212. doi:10.1016/j.jobe.2020.101212
- Khan, J. R. (2019). Adopción de análisis de Big Data en la construcción: desarrollo de un modelo conceptual. *Built Environment Project and Asset Management*. doi:10.1108/BEPAM-05-2018-0077
- Li, D. y. (2015). Descripción general de los estudios de fábricas inteligentes en la industria petroquímica. *Ingeniería química asistida por computadora*, 37, 71-76. doi:10.1016/B978-0-444-63578-5.50009-8
- Li, F. a. (2023). Towards big data driven construction industry. *Journal of Industrial Information Integration*, 100483. doi:10.1016/j.jii.2023.100483
- Maaz, S. A. (2018). An Appraisal into the Potential Application of Big Data in the Construction Industry. *International Journal of Built Environment and Sustainability*. doi:10.11113/IJBES.V5.N2.274

- Maestre Góngora, G. A. (2023). Dataset about information technology governance: A survey in Colombian enterprises. *Data in Brief*. doi:10.1016/j.dib.2023.109480
- Marr, B. (16 de abril de 2016). *How big data and analytics are transforming the construction industry*. Obtenido de Forbes: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/04/19/how-big-data-and-analytics-are-transforming-the-construction-industry/>
- Mesa, A. M.-R.-P. (2022). Circular Economy in the Construction Sector: A Case Study of Santiago de Cali (Colombia). *Sustainability*. doi:10.3390/su14031923
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2022, 15 de febrero). *Resolución 460 de 2022*. Obtenido de https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-198952_resolucion_00460_2022.pdf
- Ministerio del Interior. (2013, 27 de junio). *Decreto 1377 de 2013*. Diario Oficial de Colombia. Obtenido de <https://svrpubindc.imprenta.gov.co/diario/view/diariooficial/consultarDiarios.xhtml>
- Ministerio del Interior. (2015, 26 de mayo). *Decreto 1076 de 2015*. Diario Oficial de Colombia. Obtenido de <https://svrpubindc.imprenta.gov.co/diario/>
- Mohanty, H. a. (2015). *Big data: A primer* (Vol. 11). Springer.
- Omar Sánchez, K. C.-M.-B.-R. (2024). Exploring the influence of linear infrastructure projects 4.0 technologies to promote sustainable development in smart cities. *Results in Engineering*, 23. doi:10.1016/j.rineng.2024.102824
- Osorio-Gómez, C. C.-O. (2024). Conceptual model for implementation of digital transformation and organizational structure in the construction sector. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(7). doi:10.1016/j.asej.2024.102749
- Perdomo-Charry, N. L.-P. (2019). Big data analytics capability and co-innovation: An empirical study. *Heliyon*, 5. doi:10.1016/j.heliyon.2019.e02541
- Ren, H. Y. (2020). Data mining in the construction industry: Present status, opportunities, and future trends. *Automation in Construction*, 119, 103331. doi:10.1016/j.autcon.2020.103331
- Sepasgozar, H. S. (2022). Big Data and Its Applications in Smart Real Estate and the Disaster Management Life Cycle: A Systematic Analysis. *Big Data Cogn. Comput.*, 4.
- Shahzad, H. S. (2022). Big Data in Construction: Current Applications and Future Opportunities. *Big Data Cogn. Comput.*, 6, 18. doi:10.3390/bdcc6010018
- Shamsuddin, O. S. (2021). Review of Big Data Integration in Construction Industry Digitalization. 7. doi:10.3389/fbuil.2021.770496

- Snyder, J. a. (2018). Big data= big questions for the engineering and construction industry. *White Paper. First Myanmar Investment (FMI). Raleigh, US.*
- Suresh, P. R. (2021). Challenges faced by the adoption of big data in the Dominican Republic construction industry: an empirical study. *J. Inf. Technol. Constr., 26*, 812-831. doi:10.36680/j.itcon.2021.044
- Talbi, A. a. (2022). ndustry 4.0 in construction organization of a mega projects: A bibliometric analysis. *Procedia Computer Science, 204*, 524-531. doi:10.1016/j.procs.2022.08.064
- Torngren, M. a.-V. (2017). Characterization, analysis, and recommendations for exploiting the opportunities of cyber-physical systems. *Cyber-physical systems*, 3-14. doi:10.1016/B978-0-12-803801-7.00001-8
- Wahab, M. A. (2022). A Systematic Review on Enhancement in Quality of Life through Digitalization in the Construction Industry. *Sustainability*.
- Wang, G. C.-Y. (2022). Visualization Analysis of Cross Research between Big Data and Construction Industry Based on Knowledge Graph. *Buildings*. doi:10.3390/buildings12111812
- Wesam Salah Alaloul, M. L. (2020). Industrial Revolution 4.0 in the construction industry: Challenges and opportunities for stakeholders. *Ain Shams Engineering Journal*, 225-230.
- Wu, Z. Y. (2019). A framework for data-driven informatization of the construction company. *Adv. Eng. Informatics, 39*, 269-277. doi:10.1016/J.AEI.2019.02.002
- Xu, J. (2021). Construction Project Cost Management Model Based on Big Data. *Journal of Physics: Conference Series, 1852*. doi:10.1088/1742-6596/1852/2/022017
- Yin, H. (2023). Innovation and exploration of construction project management based on BIM platform of big data. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, 0*. doi:10.2478/amns.2023.2.00445
- Zhang, J. N. (2020). Factor-based big data and predictive analytics capability assessment tool for the construction industry. *Automation in Construction, 110*. doi:10.1016/j.autcon.2019.103042
- Zhang, Y.-l. L. (2021). Bibliometric analysis and critical review of the research on big data in the construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*. doi:10.1108/ecam-01-2021-0005
- Zhijia You, C. W. (2019). A framework for data-driven informatization of the construction company. *Advanced Engineering Informatics, 39*, 269-277. doi:10.1016/j.aei.2019.02.002
- Zulkiflee Abdul-Samad, L. L. (2024). Towards industrial revolution (IR) 4.0 in the construction industry: Readiness of contractors. *Results in Engineering*.

Anexos

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

Objetivo:

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

Autor:

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

Declaración inicial:

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

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

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

Definiciones importantes

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

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

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

Gracias por su interés de participación.

* Obligatorio

CARACTERIZACIÓN

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

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

- SI
- NO

2. Nombre o razón social de la organización. *

Escriba su respuesta

3. NIT o identificación equivalente. *

El valor debe ser un número.

4. Clasificación según su actividad económica: *

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

5. Número de empleados *

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

6. Nivel de ingresos anuales: *

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

7. Nombre de quien presenta la encuesta *

Escriba su respuesta

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

Escriba su respuesta

9. Correo electrónico de contacto. *

Escriba su respuesta

10. Teléfono móvil (opcional)

Escriba su respuesta

[Siguiente](#)

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

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

* Obligatorio

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

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

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

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

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

12. En que área de su empresa ha invertido en los dos ultimos 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 proximos 5 años? *

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

Atrás

Siguiente

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

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

Parte 2 de 5: CLIENTES Y PROVEEDORES

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

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

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

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

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

Atrás

Siguiente

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

Parte 3 de 5: PROCESOS - Nivel táctico y operativo

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

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

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

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

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

18. Su empresa realiza: *

- PRODUCCIÓN DE BIENES O PRODUCTOS
- PRESTACIÓN DE SERVICIOS

[Atrás](#)

[Siguiente](#)

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

ORGANIZACIÓN DEDICADA A LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS

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

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

[Atrás](#)

[Siguiente](#)

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

Parte 4 de 5: INFRAESTRUCTURA Y SEGURIDAD

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Atrás

Siguiente

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

Parte 5 de 5: ESTRATEGIA Y EXPERIENCIA EN INDUSTRIA 4.0

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Atrás

Enviar

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