

PRINCIPALES DESAFÍOS DE LOS GERENTES DE PROYECTOS DE
INGRAESTRUCTURA CIVIL EN COLOMBIA ENTRE EL 2019 Y EL 2024



Título del trabajo de grado

Principales desafíos de los gerentes de proyectos civiles en proyectos de infraestructura en Colombia entre el 2019 y el 2024 y la aplicación de tecnologías avanzadas como el big data y la inteligencia artificial.

Nombres y apellidos completos del autor:

Juan Carlos Bedoya Castaño

Jhon Esteban Franco Jaramillo

Oswaldo Ramírez Flórez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

2024

PRINCIPALES DESAFÍOS DE LOS GERENTES DE PROYECTOS DE
INGRAESTRUCTURA CIVIL EN COLOMBIA ENTRE EL 2019 Y EL 2024

Principales desafíos de los gerentes de proyectos civiles en proyectos de infraestructura en Colombia entre el 2019 y el 2024 y la aplicación de tecnologías avanzadas como el big data y la inteligencia artificial.

Juan Carlos Bedoya Castaño

Jhon Esteban Franco Jaramillo

Oswaldo Ramírez Flórez

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

Asesor

Doctor en Tecnología Educativa

Sergio Andrés Zabala Vargas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

2024

Contenido

Lista de tablas	5
Lista de figuras.....	6
Lista de anexos.....	7
Resumen.....	8
Abstract.....	10
Introducción	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1 Descripción del problema.....	16
1.2 La pregunta de investigación.....	19
1.3 Los objetivos de investigación	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 Justificación de la investigación.....	20
2. MARCO DE REFERENCIA.....	22
2.1 Marco de Antecedentes	22
2.2 Marco Teórico	24
2.3 Marco normativo	27
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.....	30
3.3 Instrumento(s)	31
3.4 Descripción de procedimientos	32
3.5 Análisis de información	33
3.6 Consideraciones éticas	35
3.6.1 Análisis de consideraciones éticas	36

4. HIPÓTESIS	37
4.1 Las variables.....	39
4.1.1. Variable(s) independiente(s)	39
4.1.2. Variable(s) dependiente(s)	41
5. RESULTADOS	44
5.1 Presentación de resultados	44
5.2 Discusión.....	49
6. CONCLUSIONES.....	53
7. Referencias	55
Anexos	61

Lista de tablas

Tabla 1. Relación de los artículos más citados en la revisión de literatura

Lista de figuras

Figura 1. Cargo actual.

Figura 2. Desafíos que enfrentan en la etapa de planificación.

Figura 3. Escalas de desafío.

Figura 4. Estrategias implementadas.

Figura 5. Eficiencia en la gestión de los proyectos en los 5 últimos años.

Lista de anexos

Anexo 1. Consentimiento informado.

Anexo2. Instrumento de 15 preguntas.

Resumen

Este trabajo monográfico aborda la pregunta: ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan los gerentes civiles en Colombia en términos de planificación, ejecución y control de proyectos de infraestructura entre 2019 y 2024, y cuáles son las estrategias de control utilizadas para enfrentar dichos desafíos? La tesis defendida sostiene que los gerentes de proyectos civiles en Colombia se enfrentan a un conjunto complejo de desafíos derivados de factores socioeconómicos, regulatorios y técnicos. Esto ha exigido el desarrollo de estrategias de control innovadoras y adaptativas, que incluyen tecnologías avanzadas para mitigar riesgos y asegurar la eficiencia en el cumplimiento de los objetivos de los proyectos.

El enfoque metodológico es de carácter descriptivo-analítico, basado en una revisión exhaustiva de la literatura académica, informes sectoriales y estudios de caso. Se analizó una muestra de proyectos de infraestructura en Colombia, tomando en cuenta factores críticos como la financiación, la regulación ambiental, la gestión de riesgos y la participación de las comunidades locales. Los instrumentos empleados incluyen encuestas a gerentes de proyectos, ingenieros y expertos del sector, así como el análisis documental de informes oficiales y estadísticas gubernamentales, lo que permitió obtener una visión integral de los problemas y sus causas.

Entre las conclusiones más relevantes, se identifican desafíos significativos como la inestabilidad normativa, retrasos en los permisos, falta de financiación adecuada y dificultades en la coordinación interinstitucional. Además, se observará el impacto de factores externos, especialmente la pandemia de COVID-19, en la reestructuración de cronogramas y recursos, lo que afectó significativamente el avance de los proyectos.

En cuanto a las estrategias tecnológicas para afrontar estos desafíos, se subraya la adopción de metodologías ágiles de gestión, así como el uso de tecnologías avanzadas como Building Information Modeling (BIM), Inteligencia Artificial (IA) y Big Data. BIM facilita la integración y visualización de datos del proyecto, mientras que la IA optimiza la planificación a través del análisis predictivo, permitiendo anticipar posibles contratiempos. Por su parte, el Big Data se

utiliza para gestionar grandes volúmenes de información en tiempo real, contribuyendo a una toma de decisiones más precisa y oportuna. Estas tecnologías no solo permiten anticipar problemas y mejorar la coordinación entre actores, sino también optimizar el uso de recursos financieros y humanos, haciendo más eficientes y estratégicos.

Estas conclusiones permiten proponer un marco de mejores prácticas que podría ser replicado en futuros proyectos de infraestructura en Colombia.

Palabras clave: Gerencia de proyectos civiles, Infraestructura, Desafíos, Estrategias de control, Tecnologías avanzadas.

Abstract

This monographic work addresses the question: What are the main challenges faced by civil project managers in Colombia regarding the planning, execution, and control of infrastructure projects between 2019 and 2024, and what control strategies are used to tackle these challenges? The defended thesis posits that civil project managers in Colombia encounter a complex set of challenges arising from socioeconomic, regulatory, and technical factors. This situation has demanded the development of innovative and adaptive control strategies, including advanced technologies to mitigate risks and ensure efficiency in meeting project objectives.

The methodological approach is descriptive-analytical, based on an exhaustive review of academic literature, sector reports, and case studies. A sample of infrastructure projects in Colombia was analyzed, considering critical factors such as financing, environmental regulations, risk management, and local community involvement. The instruments used include surveys of project managers, engineers, and sector experts, as well as document analysis of official reports and government statistics, providing a comprehensive view of the issues and their causes.

Among the most relevant conclusions, significant challenges were identified, including regulatory instability, delays in obtaining permits, inadequate financing, and difficulties in inter-institutional coordination. Furthermore, the impact of external factors, especially the COVID-19 pandemic, was observed in the rescheduling and resource restructuring, significantly affecting project progress.

Regarding technological strategies to address these challenges, emphasis is placed on the adoption of agile management methodologies and the use of advanced technologies such as Building Information Modeling (BIM), Artificial Intelligence (AI), and Big Data. BIM facilitates project data integration and visualization, while AI optimizes planning through predictive analysis, allowing for the anticipation of potential setbacks. Big Data, on the other hand, is used to manage large volumes of real-time information, contributing to more accurate and timely decision-making. These technologies not only enable problem anticipation and improved

coordination among stakeholders but also optimize the use of financial and human resources, making them more efficient and strategic.

These conclusions allow for the proposal of a framework of best practices that could be replicated in future infrastructure projects in Colombia.

Keywords: Civil project management, Infrastructure, Challenges, Control strategies, Advanced technologies.

Introducción

La gestión de proyectos de infraestructura civil en Colombia enfrenta un entorno complejo y cambiante. Entre los años 2019 y 2024, los gerentes de proyectos civiles han lidiado con una serie de desafíos que afectan la planificación, ejecución y control de sus proyectos. Estos desafíos incluyen cambios normativos, dificultades en la financiación, impactos de factores externos como la pandemia de COVID-19, y la necesidad de una adecuada gestión ambiental y social (Camacho & García, 2021). La presente investigación aborda estos problemas desde un enfoque integral, considerando tanto los factores tradicionales como la incorporación de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA) y el big data, que han transformado significativamente las prácticas de gestión en este sector (Ramírez & López, 2022).

El problema de investigación se centra en identificar los principales desafíos que enfrentan los gerentes de proyectos civiles en Colombia durante la planificación, ejecución y control de proyectos de infraestructura entre 2019 y 2024. A partir de esto, se pretende responder a la pregunta: ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan los gerentes de proyectos civiles en Colombia en términos de planificación, ejecución y control de proyectos de infraestructura entre 2019 y 2024, y cuáles son las estrategias de control utilizadas para enfrentar dichos desafíos?

La justificación de este estudio radica en la importancia de optimizar la gestión de los proyectos de infraestructura en Colombia, que son fundamentales para el desarrollo económico y social del país (Martínez & Rodríguez, 2020). Identificar los desafíos y proponer estrategias efectivas para abordarlos puede mejorar la eficiencia de los proyectos, reducir los riesgos y garantizar un mayor cumplimiento de los plazos y presupuestos establecidos (Gómez et al., 2021). Además, la inclusión de tecnologías avanzadas como la IA y el big data en el análisis de los problemas permite una perspectiva innovadora, que responde a las necesidades de modernización y adaptación del sector (Pérez & Hernández, 2021).

En el Capítulo 1, encontramos el Planteamiento del problema donde se establece el contexto general de los problemas enfrentados en el sector de infraestructura civil en Colombia. Detalla la descripción del problema, así como la formulación de la pregunta y los objetivos de

investigación. Incluye los objetivos generales y específicos, destacando la relevancia del estudio en el marco del desarrollo social y económico del país.

Posteriormente, en el Capítulo 2 tendremos el Marco de Referencia que proporciona los antecedentes y fundamentos teóricos que sustentan esta investigación, analizando estudios previos en la gestión de proyectos de infraestructura, así como el marco normativo aplicable en Colombia. Este capítulo es clave para entender los conceptos y teorías que apoyan el análisis de los factores regulatorios, financieros y tecnológicos en la gestión de proyectos.

Así mismo, en el Capítulo 3, se encuentra establecida la Metodología que describe el enfoque descriptivo-analítico, el cual integra tanto análisis cualitativo como cuantitativo. Se explica el diseño de la investigación, la definición de la población y muestra de estudio, los instrumentos utilizados (como encuestas y análisis documental), y las consideraciones éticas. Esta metodología permite analizar los patrones y tendencias observadas en los desafíos de la gestión de proyectos de infraestructura.

En el Capítulo 4, hallamos la Hipótesis, donde se presenta el planteamiento de las hipótesis, incluyendo la identificación de las variables independientes y dependientes que sustentan el análisis. Estas variables representan factores críticos, como las condiciones normativas y de financiamiento, que influyen en la ejecución de proyectos y en la efectividad de las estrategias de control implementadas por los gerentes.

Los resultados se ubican en el Capítulo 5, ofreciendo los hallazgos de la investigación, entre los cuales destacan la inestabilidad normativa, los retrasos en los permisos, la falta de financiamiento adecuado y la complejidad de integrar tecnologías avanzadas. Además, se presentan los efectos positivos del uso de la IA y el big data en la optimización de la planificación y la toma de decisiones, factores que contribuyen a mejorar la precisión en la gestión de riesgos y la eficiencia general de los proyectos.

Y, finalmente, el Capítulo 6 contiene las conclusiones sintetizando los aportes de esta investigación y presenta un marco de mejores prácticas aplicables a futuros proyectos de infraestructura en Colombia. Resalta la importancia de adoptar tecnologías avanzadas y de

establecer un marco regulatorio estable, así como de fomentar la participación de las comunidades locales y la adopción de prácticas sostenibles, para asegurar el desarrollo equitativo de los proyectos (García et al., 2022).

En resumen, este estudio proporciona un análisis exhaustivo de los desafíos y estrategias en la gestión de proyectos de infraestructura civil en Colombia, con un enfoque especial en el rol transformador de las tecnologías avanzadas y su potencial para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos en un contexto de creciente complejidad.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, la gestión de proyectos de infraestructura enfrenta retos cada vez mayores debido a factores complejos y diversos. En países en desarrollo y desarrollados por igual, los gerentes de proyectos lidian con desafíos relacionados con la planificación, ejecución y control de infraestructuras que deben integrarse en entornos urbanos o sobre infraestructuras preexistentes, lo cual incrementa la necesidad de minimizar las interrupciones y mejorar la eficiencia (Fleming et al., 2020). De acuerdo con el Banco Mundial (2021), uno de los principales obstáculos en la ejecución de proyectos de infraestructura radica en la carencia de metodologías robustas de evaluación y control que permitan mitigar riesgos, una situación que se ve agravada en regiones con limitaciones de recursos o infraestructuras envejecidas.

Además, la transformación digital en la ingeniería y construcción, impulsada por tecnologías como el Big Data y la inteligencia artificial, se ha convertido en una respuesta emergente para enfrentar estos desafíos globales. En países europeos como Alemania, el uso de Building Information Modeling (BIM) y Big Data ha demostrado mejorar la comunicación y coordinación en los proyectos, logrando reducir costos en más de un 10% (Khosrowshahi & Arayici, 2019). Estas tecnologías permiten realizar análisis predictivos, gestionar datos en tiempo real y optimizar los recursos y la logística, lo que ha mostrado beneficios significativos en países como Estados Unidos, Reino Unido y China, donde la adopción de IA ha reducido costos y tiempos de ejecución de proyectos en un 15-20% en promedio (McKinsey & Company, 2020). En el contexto asiático, la gestión de proyectos en Singapur también ha innovado en la adopción de IA para el análisis de riesgos y control de calidad, permitiendo una optimización de recursos y reduciendo las desviaciones en los cronogramas (Tan et al., 2021). La incorporación de estas herramientas ofrece una ventaja competitiva al permitir una mejor previsión de contratiempos y ajustes proactivos, lo cual es esencial para el éxito de los proyectos de infraestructura, especialmente en entornos complejos y altamente regulados.

En Colombia, los gerentes de proyectos civiles diariamente se encuentran expuestos a diversos retos generalmente en los asuntos de planificación, ejecución y control de los proyectos de infraestructura entre los años 2019 y 2024. Por este motivo, se pretende identificar de fondo

los principales desafíos que enfrentan las empresas a la hora de planificar, ejecutar y realizar los diferentes controles sobre los proyectos que ya cuentan con su respectiva viabilidad, toda vez que, en muchos de los casos, los proyectos que se desean ejecutar se deben realizar sobre infraestructura ya existente, lo que puede incurrir en aspectos como una logística que permita minimizar las afectaciones en los servicios y la vida cotidiana de las personas.

A partir de este problema, surge entonces la necesidad de hallar las causas para los desafíos que enfrentan los gerentes de los proyectos civiles en Colombia, para identificar a qué se debe esta dificultad y, así, proponer alternativas de solución que eviten al máximo que esta situación se repita, propiciando estrategias de control que puedan ser utilizadas con el fin de aumentar las posibilidades de éxito.

Una de las soluciones que se plantea es la aplicación de estrategias de control mediante tecnologías avanzadas como el Big Data y la inteligencia artificial (IA). Estas herramientas tecnológicas permiten analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real y prever riesgos, optimizando la toma de decisiones y mejorando la precisión en la planificación y ejecución de los proyectos. El uso de IA y Big Data contribuye a gestionar más eficientemente los recursos, prever posibles contratiempos y ajustar los cronogramas de manera proactiva, lo que aumenta significativamente las probabilidades de éxito de los proyectos de infraestructura en un entorno tan desafiante como el colombiano.

1.1 Descripción del problema

Los gerentes de proyectos civiles en Colombia han observado en la gestión eficiente y efectiva una opción de mejora en los proyectos de infraestructura en un entorno complejo y dinámico, debido a las constantes condiciones que se pueden presentar como lo son los conflictos económicos, legales, normativos, políticos y sociales.

Como antecedentes se puede observar que existe una gran parte de proyectos civiles a nivel mundial, los cuales presentan diferentes variables de dificultad que los pueden afectar de manera significativa debido a situaciones tales como: materiales, mano de obra tanto calificada

como no calificada, entre otros. Por otra parte, y no menos importante, se debe tener presente la presión que pueden generar los propietarios o administradores de los proyectos que pretenden reducir los costos de los presupuestos, afectando de manera notoria la calidad y la seguridad de los proyectos.

Para los gerentes de proyectos civiles en Colombia las dificultades mencionadas anteriormente no son ajenas, ya que, constantemente este tipo de proyectos presentan conflictos a los cuales los responsables se deben enfrentar; un caso puntual en que podemos evidenciar lo expuesto anteriormente es la presa Hidro Ituango, proyecto de gran envergadura, el cual presentó problemas desde su diseño inicial, y donde, de la comunicación ofrecida a la comunidad mediante medios de comunicación masivos como la televisión, se deduce que la gestión de riesgos no fue la más acertada, Lo anterior, se refleja en lo manifestado por Jorge Andrés Carrillo, gerente general de EPM, quien expreso que: “Han sido muchos los retos que hemos tenido que enfrentar en Hidroituango desde todo punto de vista. En lo técnico, trabajar con un embalse lleno mientras termina la etapa constructiva, no ha sido una tarea sencilla, ajustar metodologías, recursos, logística y procesos nos han replanteado nuevas formas de hacer las cosas” EMP. (2022).

Otro proyecto que podemos mencionar en este caso puntual es el de la línea de transmisión la loma – cuestecitas – Sogamoso, donde se presentaron desafíos en la parte ambiental, social y político, teniendo en cuenta que el diseño inicial de este proyecto contemplaba la intervención en un tramo correspondiente a un territorio ancestral delimitado por la “lineanegra”. Este tramo es representado por comunidades indígenas, por lo que se debe tener en cuenta que las mismas tienen ciertas condiciones para los proyectos de infraestructura tanto en su parte económica como el tema cultural, lo que ocasiona que sean estas comunidades las que toman las decisiones sobre las personas que ingresan a su territorio a desarrollar las diferentes actividades relacionadas con el proyecto de ejecución.

No solo eso, dentro de este proyecto, se presenta otro desafío en virtud del dinamismo social por lo que, como manifiesta Javier Martínez de la UPME “Los desafíos que tienen que ver con la transmisión, dentro de la transición energética, son muy grandes. La transmisión es pieza

fundamental de la red y es lo que soporta la entrega de la energía. Ahora, con la entrada progresiva de las fuentes renovables, solares y eólicas, principalmente, el sistema cambiará su comportamiento. Es natural, porque son fuentes variables” Enlaza. (2023).

Para los gerentes de los proyectos civiles se presenta diferentes causas y efectos que afectan tanto el desarrollo específico como el socioeconómico de los mismos, donde principalmente se pueden nombrar los retrasos en la ejecución de los proyectos, costos adicionales y sobrecostos, impactos en el crecimiento económico, inequidad e inclusión social, riesgos ambientales y sociales, etc. Por ende, es necesario identificar a tiempo los cambios que se pueden llegar a presentar en el alcance del proyecto y pronosticar los costos adicionales en que se pueda incurrir y, de esta manera, realizar controles de los proyectos para que sean efectivos. Así mismo los gerentes deben de contar con un equipo de profesionales los cuales realicen constantes informes que se presenten regularmente en las reuniones programadas por el gerente. Esto ayudará a realizar un control pertinente de la información, permitiendo que la investigación sea precisa y no se preste para posibles afectaciones en el seguimiento, reporte de costos y cronogramas, máxime cuando, como lo mencionó Juan Camilo Dauder Sánchez, Investigaciones de Mercado “El sector de infraestructura en Colombia tiene un gran potencial para contribuir al crecimiento económico y al bienestar social del país en el mediano y largo plazo. Si bien los avances son notables y los proyectos en curso prometen continuar con esta senda de progreso, también lo son los retos de cara al futuro”. Dauder, Juan C. (2023).

Por tanto, se plantea como esencial la identificación temprana de riesgos y la implementación de estrategias avanzadas entre las que encontramos el uso de tecnologías innovadoras (Big Data e inteligencia artificial), para optimizar los procesos de planificación y control, aumentando así las posibilidades de éxito de los proyectos, entendiendo que “ En la ingeniería civil, el Big Data no se limita a recopilar grandes cantidades de información, sino que también analiza y extrae conocimientos valiosos a partir de esos datos. Esto se traduce en una toma de decisiones más informada y eficiente en todas las fases de un proyecto.” Marketing. (2024)

1.2 La pregunta de investigación

¿Cuáles son los principales desafíos que enfrentan los gerentes de proyectos civiles en Colombia en términos de planificación, ejecución y control de proyectos de infraestructura entre el 2019 al 2024 y cuáles son las estrategias de control utilizadas para enfrentar dichos desafíos?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Identificar los principales desafíos que enfrentan los gerentes de proyectos civiles en Colombia en términos de planificación, ejecución y control de proyectos de infraestructura entre 2019 y 2024, y analizar las estrategias de control utilizadas para enfrentar dichos desafíos teniendo en cuenta las tecnologías avanzadas actuales.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Establecer las causas por las cuales se presenta los desafíos de planificación, ejecución y control de proyectos de infraestructura en Colombia.
2. Hallar diferentes retos y adversidades de los proyectos de infraestructura en Colombia.
3. Determinar las medidas que toman los gerentes de los proyectos de infraestructura en el territorio colombiano ante los diferentes desafíos que se presentan diariamente.
4. Analizar el impacto de la inteligencia artificial (IA) y el big data en la optimización de los procesos de planificación y ejecución de proyectos de infraestructura en Colombia, destacando su capacidad para mejorar la precisión, predecir problemas potenciales y facilitar la toma de decisiones en tiempo real.

1.4 Justificación de la investigación

La propuesta de investigación busca desarrollar conceptos y herramientas que contribuyan a la solución de los desafíos actuales que enfrentan los gerentes de proyectos de infraestructura en Colombia, abordando el proceso desde una formulación adecuada que permita reducir las variables que ponen en riesgo la ejecución y el éxito de los proyectos con viabilidad definida. Un aspecto clave en este contexto es contar con criterios claros que permitan minimizar el problema de la corrupción, un fenómeno frecuente que genera desconfianza entre los gremios responsables de ejecutar estos proyectos. La transparencia y efectividad en la gestión de proyectos de infraestructura son fundamentales para asegurar que las inversiones no solo se realicen en términos económicos, sino también con un alto estándar ético y técnico, lo cual aumenta la credibilidad en el sector.

Los proyectos de infraestructura impulsan el desarrollo del país y benefician a la ciudadanía mediante la creación de espacios y servicios que atienden necesidades diversas; Sin embargo, para que estos proyectos realmente impacten de forma positiva, es esencial que se diseñen y ejecuten en sintonía con las necesidades específicas de las comunidades involucradas. Esto requiere información precisa y actualizada que permita mejorar la gestión, abordar estratégicamente los desafíos y promover un desarrollo sostenible y equitativo. Los estudios de la CEPAL (2021) destacan que, en América Latina, los proyectos de infraestructura bien gestionados contribuyen a la equidad regional y la reducción de disparidades, un objetivo de alta relevancia en el caso colombiano, donde aproximadamente el 35% de los proyectos enfrentan problemas de retrasos y sobrecostos derivados de factores como la corrupción y la falta de transparencia (DNP, 2022).

Para los gerentes de proyectos de infraestructura en Colombia, el conocimiento profundo del territorio y de sus riesgos naturales es fundamental, ya que el país enfrenta desafíos específicos como movimientos en masa, inundaciones y actividad sísmica, dada su ubicación en una zona de riesgo sísmico moderado. Este conocimiento permite a los gerentes implementar buenas prácticas tanto en la modernización de infraestructuras obsoletas como en la construcción de nuevas, cumpliendo con altos estándares de seguridad, calidad y resistencia. Los estándares de

resiliencia y adaptación no solo mejoran la sostenibilidad de los proyectos, sino que también reducen el impacto de eventos naturales en las comunidades y en el medio ambiente circundante (IDEAM, 2023).

La capacidad de establecer objetivos claros que aborden adecuadamente cada desafío es crucial para los gerentes de proyectos de infraestructura. Entre los puntos clave de un buen desempeño se incluyen: la optimización de los procesos para la obtención de permisos y el cumplimiento regulatorio, la diversificación de fuentes de financiamiento, el desarrollo de estrategias de gestión de riesgos, el fortalecimiento de la capacidad institucional y de la gobernanza, la participación comunitaria, la adopción de tecnologías innovadoras, y el fomento de la sostenibilidad ambiental y social. Asimismo, la disposición final adecuada de residuos generados es una prioridad para evitar efectos adversos en las poblaciones cercanas a las obras, promoviendo prácticas constructivas responsables.

En este contexto, la adopción de tecnologías como la inteligencia artificial (IA) y el big data desempeña un papel crucial al permitir un análisis exhaustivo de grandes volúmenes de datos en tiempo real. Estas tecnologías optimizan la planificación, ejecución y control de los proyectos, y permiten prevenir posibles contratiempos mediante análisis predictivos. Además, el uso de IA y big data no solo mejora la eficiencia en la toma de decisiones, sino que también permite la identificación temprana de riesgos y la asignación óptima de recursos, contribuyendo así a una gestión más eficaz y sostenible de los proyectos de infraestructura en el país. Según la OCDE (2022), la implementación de estas tecnologías ha demostrado ser efectiva en la mejora de los procesos y en el control de riesgos, un beneficio que se espera observar en el contexto colombiano con la aplicación de estas herramientas. La presente investigación se propone, entonces, establecer una base sólida para que los gerentes de proyectos puedan enfrentar estos retos, mejorar la eficiencia de los procesos, y contribuir a una infraestructura resiliente y orientada al desarrollo sostenible de Colombia.

2. MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia de esta investigación se sustenta en teorías, enfoques y estudios previos que proporcionan una base sólida para comprender los desafíos que enfrentan los gerentes de proyectos civiles en Colombia entre 2019 y 2024, así como las estrategias de control que se han implementado, con especial énfasis en el uso de tecnologías avanzadas como el Big Data y la inteligencia artificial, lo anterior se demostrada a continuación.

2.1 Marco de Antecedentes

El presente marco de antecedentes se centra en la revisión de estudios y proyectos previos que han abordado la problemática de los desafíos en la gestión de proyectos civiles, específicamente en el contexto de Colombia y nivel internacional. El análisis incluye investigaciones recientes sobre gestión de riesgos, control de proyectos de infraestructura, adopción de tecnologías avanzadas, y otros aspectos clave que impactan la planificación, ejecución y control de proyectos de infraestructura entre 2019 y 2024.

Los proyectos de infraestructura a menudo enfrentan incertidumbres que pueden afectar su desarrollo y ejecución. Un estudio realizado por el Banco Mundial (2021) resalta la relevancia de la gestión de riesgos como componente esencial en la planificación y control de proyectos civiles en América Latina. Según este informe, los constantes cambios normativos y la inestabilidad política en Colombia afectan directamente la capacidad de los gerentes de proyectos para cumplir con los plazos y presupuestos, y señala que estos factores son responsables de frecuentes retrasos y sobrecostos en proyectos de infraestructura en la región.

El caso del proyecto Hidroituango en Colombia es un ejemplo bien documentado de los desafíos que enfrentan los gerentes de proyectos civiles en el país. Según Empresas Públicas de Medellín (EPM, 2022), los problemas en el diseño, la gestión inadecuada de riesgos y la falta de comunicación efectiva con las comunidades locales contribuyeron a importantes retrasos y sobrecostos en el proyecto. Esto evidencia la necesidad de fortalecer la gestión de riesgos y los

mecanismos de control para evitar conflictos durante la ejecución, una recomendación respaldada también por estudios de infraestructura a nivel internacional.

El impacto social y ambiental de los proyectos de infraestructura también requiere una planificación rigurosa, especialmente cuando estos afectan a comunidades vulnerables. Martínez (2023), en su estudio sobre la línea de transmisión La Loma – Cuestecitas – Sogamoso, destacó la relevancia de la consulta previa con comunidades indígenas, lo que permitió una ejecución más respetuosa y alineada con las expectativas de los pobladores locales. Este caso subraya la importancia de la participación de las comunidades en la toma de decisiones para asegurar que los proyectos de infraestructura contribuyan al desarrollo local de manera inclusiva y sostenible.

El uso de tecnologías avanzadas, como el Big Data, ha revolucionado la gestión de proyectos al permitir análisis precisos y en tiempo real. De acuerdo con McAfee y Brynjolfsson (2020), el Big Data permite optimizar la planificación y prevenir posibles contingencias, mejorando así el control de los proyectos. En Colombia, la implementación de esta tecnología ha permitido una administración de recursos más eficiente, aumentando la precisión en la toma de decisiones y mitigando riesgos, un aspecto crucial para el éxito de los proyectos de infraestructura.

La inteligencia artificial (IA) también ha sido aplicada en la gestión de proyectos para optimizar la previsión de problemas y mejorar la asignación de recursos. En Colombia, la adopción de IA es una tendencia emergente en la planificación de grandes proyectos, ya que permite a los gerentes de proyectos civiles simular escenarios, prever riesgos y tomar decisiones informadas. Esta tecnología contribuye a una mejor planificación y adaptación en los contextos volátiles que caracterizan a los proyectos de infraestructura en el país (Martínez, 2023).

La sostenibilidad es un componente crucial en la ejecución de proyectos de infraestructura. Alwan et al. (2021) destacan que la implementación de tecnologías y materiales sostenibles reduce el impacto ambiental de los proyectos, y subrayan

Las metodologías ágiles también han mostrado ser efectivas en la gestión de proyectos de infraestructura, donde la flexibilidad es clave para adaptarse a cambios imprevistos. Highsmith (2019) expone que estas metodologías facilitan una mayor agilidad en la toma de decisiones,

permitiendo la adaptación a cambios normativos y contextuales, aspectos fundamentales en el entorno dinámico de proyectos de infraestructura en Colombia.

Finalmente, uno de los mayores desafíos para los gerentes de proyectos civiles en Colombia es la corrupción, que puede generar sobrecostos y retrasos significativos. Un informe de Transparencia Internacional (2020) documenta cómo la corrupción afecta negativamente la ejecución de proyectos de infraestructura en América Latina y destaca la necesidad de fortalecer los mecanismos de control y auditoría para evitar su impacto en el desarrollo de estos proyectos.

2.2 Marco Teórico

El marco teórico de esta investigación se fundamenta en teorías clave sobre la gestión de proyectos, el uso de tecnologías avanzadas y las dinámicas específicas de la infraestructura civil en Colombia. El objetivo es analizar los principales desafíos que enfrentan los gerentes de proyectos civiles en términos de planificación, ejecución y control de obras de infraestructura, con un enfoque particular en la adopción de nuevas tecnologías como el Big Data y la inteligencia artificial.

La gestión de proyectos ha evolucionado desde una visión tradicional, basada en enfoques predictivos, hacia la integración de métodos más ágiles y adaptativos. Según el PMI (Project Management Institute), la planificación, ejecución y control de proyectos implica una serie de procesos interrelacionados que buscan cumplir con los objetivos de tiempo, costo y calidad (PMI, 2021). La teoría moderna de gestión de proyectos introduce herramientas más avanzadas para gestionar la incertidumbre, los riesgos y la complejidad inherente a los proyectos de infraestructura, especialmente en países con altos niveles de inestabilidad socioeconómica como Colombia.

Los gerentes de proyectos en Colombia enfrentan desafíos relacionados con estas áreas, especialmente en proyectos de infraestructura debido a factores como la complejidad técnica, los retrasos en la obtención de permisos, los sobrecostos y la gestión de múltiples actores. La teoría de la gestión de proyectos proporciona un marco sistemático para abordar estos problemas a

través de herramientas como la metodología ágil, el análisis de rutas críticas (CPM) y la gestión del valor ganado (EVM), las cuales pueden ser complementadas con tecnologías como la IA y el Big Data para mejorar la planificación y el monitoreo.

La teoría de la gestión de riesgos es fundamental para los proyectos de infraestructura. Autores como Hillson y Simon (2020), los mencionados en el marco de antecedentes, han destacado que una adecuada identificación, análisis y tratamiento de riesgos puede aumentar considerablemente las probabilidades de éxito de un proyecto. En Colombia, los riesgos asociados a la inestabilidad política, los cambios normativos y las dificultades de financiamiento afectan de manera directa a los gerentes de proyectos civiles. Las estrategias tecnológicas como el análisis predictivo basado en Big Data permiten anticipar y mitigar estos riesgos.

La planificación en los proyectos de infraestructura implica definir los objetivos, estrategias y recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto. Uno de los principales desafíos en esta etapa es la previsión de los posibles riesgos financieros, técnicos y ambientales que puedan afectar el desarrollo del proyecto. Según Pinto y Slevin (1987), la planificación es el eje sobre el cual se fundamenta la viabilidad del proyecto. En Colombia, la planificación se ve afectada por la falta de alineación entre las políticas públicas y los requerimientos técnicos del proyecto, lo que genera incertidumbre en términos de plazos y costos

El control organizacional implica establecer mecanismos que aseguren que los proyectos se mantengan alineados con los objetivos organizacionales. Según Anthony (2018), el control efectivo requiere un monitoreo constante y una evaluación de desempeño frente a los indicadores clave. En proyectos de infraestructura, los sistemas de control basados en tecnologías innovadoras como la inteligencia artificial son cruciales para manejar grandes volúmenes de datos en tiempo real, lo que permite una respuesta rápida ante posibles desviaciones en el plan del proyecto.

El control de un proyecto implica el seguimiento del progreso, la comparación con los planos establecidos y la implementación de medidas correctivas cuando sea necesario. Un desafío clave en Colombia es la gestión eficiente de los cambios en los proyectos, que con frecuencia generan sobrecostos y retrasos. Según la teoría del control de proyectos de Meredith y Mantel (2014), el

éxito en esta etapa depende de la capacidad de los gerentes para ajustar rápidamente las estrategias en respuesta a cambios inesperados.

En el contexto colombiano, la gestión de proyectos de infraestructura enfrenta desafíos particulares debido a factores socioeconómicos, regulatorios y técnicos. Según Kerzner (2017), el éxito en la gestión de proyectos depende de la capacidad para manejar la incertidumbre y los riesgos. En Colombia, estos riesgos se amplifican por la complejidad de las normativas locales, las dinámicas sociopolíticas, y los desafíos logísticos derivados de la topografía y las condiciones de infraestructura preexistente. Un caso emblemático es el proyecto Hidroituango, donde la falta de una gestión adecuada de riesgos generó sobrecostos y retrasos significativos.

El Big Data se refiere al manejo y análisis de grandes volúmenes de información en tiempo real, permitiendo a los gerentes de proyectos tomar decisiones basadas en datos precisos y actualizados. Según Kitchin (2014), el Big Data tiene el potencial de transformar la planificación y el control de proyectos al proporcionar predicciones precisas sobre riesgos y oportunidades.

En el contexto de los proyectos de infraestructura en Colombia, el Big Data puede ayudar a anticipar problemas logísticos, como interrupciones en el suministro de materiales o congestión vial que afectan la ejecución del proyecto. También facilita el seguimiento del progreso de los proyectos en tiempo real, permitiendo una mejor coordinación entre los diferentes actores involucrados y optimizando el uso de los recursos financieros y humanos.

La inteligencia artificial (IA) permite a los gerentes de proyectos mejorar la precisión de la planificación y ejecución mediante el análisis predictivo y el aprendizaje automático. Según Russell y Norvig (2020), la IA es especialmente útil para identificar patrones complejos en grandes conjuntos de datos, lo que ayuda a los gerentes a prever contratiempos ya tomar decisiones informadas.

En proyectos de infraestructura, la IA puede ser utilizada para simular escenarios de construcción, optimizar rutas de transporte y mejorar la gestión del tiempo y los recursos. Por ejemplo, los algoritmos de IA pueden analizar los datos del clima, el tráfico y los suministros de

materiales para ajustar los cronogramas de ejecución, minimizando los retrasos y mejorando la eficiencia global del proyecto.

La gestión de riesgos es uno de los pilares fundamentales en la dirección de proyectos de infraestructura. En el caso de Colombia, la gestión de riesgos se enfrenta a una alta incertidumbre debido a la variabilidad de las condiciones socioeconómicas, ambientales y políticas. Según Aven (2016), la gestión de riesgos implica la identificación, evaluación y mitigación de los factores que pueden afectar negativamente el desarrollo del proyecto.

La sostenibilidad es otro componente esencial en la gestión moderna de proyectos de infraestructura. De acuerdo con Elkington (1997), los proyectos sostenibles deben equilibrar los intereses económicos, sociales y ambientales. En Colombia, los gerentes de proyectos deben cumplir con estrictas normativas ambientales, como la Ley 99 de 1993, que regula el impacto ambiental de los proyectos de infraestructura. Tecnologías avanzadas como el Big Data y la IA pueden facilitar la identificación y mitigación de riesgos ambientales, optimizando el diseño de infraestructuras que reduzcan su impacto ecológico.

El marco teórico de esta investigación combina la teoría clásica de la gestión de proyectos con enfoques contemporáneos basados en la tecnología avanzada. Los desafíos que enfrentan los gerentes de proyectos civiles en Colombia, entre 2019 y 2024, no solo surgen de problemas estructurales, sino también de la necesidad de adaptarse a un entorno dinámico, cada vez más dependiente de la tecnología. La incorporación de Big Data e IA en la planificación, ejecución y control de proyectos no solo puede ayudar a mitigar riesgos, sino también a mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los proyectos, contribuyendo al progreso económico y social del país.

2.3 Marco normativo

El marco normativo en Colombia que regula la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura está en constante cambio.

Leyes como la Ley de Infraestructura 1682 de 2013, que regula la adquisición de tierras y los procesos de licitación, son de vital importancia para los gerentes de proyectos, ya que establece

las bases legales para la ejecución de obras (Congreso de Colombia, 2013) . Sin embargo, la falta de estabilidad normativa y los procesos burocráticos complejos pueden generar retrasos significativos en la ejecución de proyectos de infraestructura. El Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) ha identificado la necesidad de agilizar estos procesos para mejorar la eficiencia en proyectos a gran escala, lo cual se describe en el Documento CONPES 3760 (Departamento Nacional de Planeación, 2013).

La Ley 80 de 1993 establece el marco fundamental para la contratación de obras públicas en Colombia, con principios clave como la transparencia, responsabilidad y eficiencia en la contratación de proyectos de infraestructura (Congreso de Colombia, 1993). Además, la Ley 1508 de 2012, que regula proyectos bajo esquemas de Asociación Público-Privada (APP), ha permitido la participación del sector privado en grandes proyectos de infraestructura, promoviendo una colaboración efectiva en aspectos como financiación, diseño y operación (Congreso de Colombia, 2012).

La transparencia en la gestión de proyectos está respaldada por la Ley 1712 de 2014, que exige la divulgación de información sobre la planificación, ejecución y control de los proyectos (Congreso de Colombia, 2014). El Decreto 1082 de 2015 complementa estas regulaciones al establecer directrices específicas para la estructuración y financiamiento de proyectos de infraestructura, incluidos los desarrollados bajo esquemas APP (Presidencia de la República, 2015). Asimismo, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014-2018, regulado en la Ley 1753 de 2015, presenta lineamientos clave para fomentar el desarrollo de infraestructura como motor económico (Congreso de Colombia, 2015).

En línea con estos objetivos, el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, Ley 1955 de 2019, resalta la importancia de adoptar tecnologías modernas en infraestructura para aumentar la sostenibilidad y eficiencia (Congreso de Colombia, 2019). Además, la Resolución 1111 de 2017 establece lineamientos específicos para que las nuevas edificaciones sean sostenibles, promoviendo la eficiencia energética y el uso de tecnologías limpias (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

En cuanto a la digitalización en el sector público, el Decreto 569 de 2020 impulsa el uso de tecnologías avanzadas para optimizar la gestión de recursos y servicios públicos (Presidencia de la República, 2020). En un entorno donde los proyectos de infraestructura adoptan tecnologías avanzadas como el Big Data, la protección de datos personales también se vuelve fundamental, regulada bajo la Ley 1377 de 2013 (Congreso de Colombia, 2013). Finalmente, la Norma Técnica Colombiana NTC 6001 establece requisitos detallados para la gestión de proyectos en Colombia, incluyendo procedimientos para la planificación y control, que son cruciales en la ejecución de obras de infraestructura (ICONTEC, 2015).

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

El enfoque de la investigación es descriptivo, analítico y propositivo, con un carácter mixto que combina el análisis cualitativo y cuantitativo, este enfoque se centra en identificar, analizar y evaluar los desafíos que enfrentan los gerentes de proyectos de infraestructura civil en Colombia entre 2019 y 2024, particularmente en las áreas de planificación, ejecución y control. También busca determinar cómo las tecnologías avanzadas, como el Big Data y la inteligencia artificial (IA), se han implementado como parte de las estrategias de control para superar estos desafíos.

Se dice que es cualitativo dado a que se recopilan estadísticas de organismos gubernamentales como el Departamento Nacional de Planeación (DNP), la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), y la Cámara Colombiana de Infraestructura (CCI), entre otros. Se examinan bases de datos de proyectos realizados entre 2019 y 2024, lo que incluye análisis de costos, tiempos de ejecución, sobrecostos y aspectos socioeconómicos.; por otro lado, será cuantitativas puesto que se realiza encuestas a un grupo selecto de gerentes de proyectos civiles, ingenieros, consultores y expertos del sector público y privado. Estas encuestas buscan comprender desde la experiencia práctica los principales desafíos que enfrentan los gerentes en las distintas fases de los proyectos de infraestructura: planificación, ejecución y control.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Definición de la población

La población objetivo de esta investigación está compuesta por todos los gerentes de proyectos de infraestructura civil en Colombia, específicamente aquellos que han gestionado proyectos entre los años 2019 y 2024. Esta población incluye tanto a gerentes de proyectos públicos como privados, que se desempeñan en sectores clave de la infraestructura civil, como el

transporte (carreteras, puentes, ferrocarriles), la energía (plantas eléctricas, líneas de transmisión) y los servicios públicos (acueductos, alcantarillados, etc.).

Dentro de este grupo, se incluyen (i) gerentes de proyectos quienes lideran y gestionan la planificación, ejecución y control de grandes proyectos de infraestructura, (ii) ingenieros de proyectos quienes trabajan en conjunto con los gerentes para asegurar que las obras se realicen según los cronogramas establecidos, (iii) expertos en tecnología involucrados en la implementación de herramientas avanzadas como *Big Data*, inteligencia artificial y BIM, (iv) Consultores y asesores de proyectos de infraestructura en el sector público y privado y (v) empresas constructoras y consultoras que hayan participado activamente en estos proyectos.

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

Dado que es inviable abarcar la totalidad de la población debido a la gran cantidad de proyectos de infraestructura en Colombia, se ha seleccionado una muestra representativa mediante un enfoque intencionado. Este tipo de muestra permite seleccionar a los participantes que cumplan con los criterios específicos establecidos para el estudio.

Para esta selección se tendrá en cuenta lo siguiente:

1. Proyectos de infraestructura civil que se hayan ejecutado o estén en ejecución entre 2019 y 2024.
2. Gerentes de proyectos que hayan tenido responsabilidad directa en la planificación, ejecución y control de dichos proyectos.
3. Proyectos de gran envergadura (carreteras, puentes, sistemas de energía, entre otros), donde la adopción de tecnologías avanzadas haya sido un factor relevante.
4. Experiencia mínima de los gerentes: Se seleccionarán gerentes con al menos 5 años de experiencia en la gestión de proyectos de infraestructura.

La muestra incluye de 14 gerentes de proyectos y otros profesionales claves entre los que se encuentran ingenieros, asesores tecnológicos, entre otros, involucrados en estos proyectos. Se busca que sea una muestra suficiente para obtener una representación equilibrada de los desafíos y estrategias en el ámbito de la infraestructura civil en Colombia, dado que se utilizará un

enfoque cualitativo y cuantitativo. La selección de los participantes también será estratégica para asegurar una representación geográfica diversa, incluyendo proyectos en diferentes regiones del país, especialmente aquellos con complejidades normativas y tecnológicas.

3.3 Instrumento(s)

Para llevar a cabo esta investigación de manera rigurosa y obtener datos precisos sobre los desafíos enfrentados por los gerentes de proyectos de infraestructura civil en Colombia entre 2019 y 2024, se procederá a emplear los instrumentos de recolección de datos que a continuación se presentan.

Se realizará la recolección de datos mediante encuestas, encontradas dentro de la presente investigación como Anexo 2, como elemento cuantitativo, dirigidas a una muestra amplia de participantes. Estas preguntas están diseñadas para obtener una perspectiva clara y cuantificable de los principales retos y oportunidades que enfrentan los gerentes de proyectos de infraestructura civil en Colombia, y cómo las tecnologías avanzadas están transformando la forma en que se gestionan estos proyectos.

Así mismo, se realizará un análisis documental enfocado en fuentes publicadas entre 2019 y 2024, con el fin de obtener una visión completa del contexto normativo, económico y social que afecta la gestión de proyectos de infraestructura en el país. Para ello, se revisarán documentos oficiales, informes, normativas y estudios previos que cumplan con ciertos criterios de selección, tales como su relevancia directa en la temática investigada, el respaldo académico o institucional de la fuente, y su aplicabilidad en el contexto colombiano.

Las bases de datos utilizadas para esta revisión documental incluyen artículos permitiendo una revisión exhaustiva y actualizada del marco en el que se desarrollan los proyectos de infraestructura.

3.4 Descripción de procedimientos

La descripción que se describirá a continuación muestra los pasos específicos que se siguieron para la recolección y análisis de datos que nos permitieron dar respuesta a la pregunta planteada a lo largo de la investigación.

Se utilizó un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para proporcionar una visión más completa del problema de investigación. La combinación de ambos enfoques permite contrastar la percepción subjetiva de los gerentes de proyectos con datos concretos obtenidos a través de encuestas y análisis documental

Para iniciar la recolección de datos cualitativos, se especifican criterios específicos para seleccionar los documentos relevantes. Estos incluyen informes de proyectos, estudios de viabilidad, normativas del sector de la construcción, informes gubernamentales, estadísticas nacionales y estudios académicos publicados entre 2019 y 2024. Estos documentos se obtuvieron a través de bases de datos académicos y sitios oficiales de entidades gubernamentales y organizaciones reconocidas en el ámbito de la infraestructura. El proceso de revisión documental permitió identificar los factores normativos, sociales y tecnológicos que influyen en los proyectos de infraestructura civil y analizar cómo las leyes y regulaciones actuales afectan su planificación y ejecución.

La revisión documental se estructuró en un estado del arte que incluyó la identificación y el análisis de la normativa vigente en Colombia, específicamente aquellas leyes y regulaciones que inciden en los proyectos de infraestructura civil, así como el análisis de proyectos emblemáticos en el país. A partir de esta revisión, se lograrán extraer datos relevantes sobre cronogramas, presupuestos, informes de avance y los desafíos enfrentados en la ejecución de proyectos. Particularmente, se exploró el uso de tecnologías avanzadas como Big Data e inteligencia artificial para identificar su impacto en la gestión de estos proyectos.

la fase cuantitativa, se diseñó una encuesta estructurada en un formato digital que contenía preguntas cerradas y escalas de valoración. Las preguntas se enfocaron en identificar la

percepción de los gerentes de proyectos y otros profesionales del sector respecto a los principales desafíos, oportunidades y el rol de las tecnologías avanzadas en la gestión de proyectos. Antes de su distribución, la encuesta fue revisada y validada por expertos en gestión de proyectos para asegurar su relevancia y claridad.

Se seleccionan los participantes utilizando una muestra intencional, enfocado en profesionales del sector de infraestructura civil en Colombia con experiencia en la gestión de proyectos entre 2019 y 2024. Para contactar a los participantes, se recurrió a contactos de empresas y entidades vinculadas con el sector. A cada participante se le envió el link con el consentimiento informado explicando el propósito del estudio, el tiempo estimado para responder la encuesta y el compromiso de confidencialidad de la información.

La encuesta se envió de forma digital mediante un enlace que dirigió a los participantes a la plataforma de encuestas. Se solicitó a los participantes que respondieran a las preguntas. Este método facilitó la recopilación de respuestas en un formato unificado y permitió registrar los datos automáticamente para su análisis posterior. Durante este tiempo, se realizarán recordatorios por correo electrónico para asegurar una tasa de respuesta óptima.

3.5 Análisis de información

El análisis de datos se realizará mediante un proceso riguroso de limpieza, procesamiento y triangulación de los resultados, integrando las respuestas obtenidas en las encuestas cuantitativas con los hallazgos de la revisión documental cualitativa.

Las encuestas fueron realizadas a través de la plataforma de Google Forms y las respuestas de las encuestas fueron codificadas y procesadas mediante herramientas de análisis estadístico, como hojas de cálculo. Se generaron tablas y gráficos para representar las tendencias y correlaciones observadas entre las diferentes variables, como la frecuencia de los desafíos mencionados y la efectividad percibida de las tecnologías avanzadas.

Se realizará una revisión exhaustiva de las respuestas obtenidas en las encuestas para identificar respuestas incompletas o datos atípicos que puedan distorsionar los resultados. Los datos incompletos serán descartados, mientras que los valores atípicos se evaluarán para determinar si deben ser conservados o eliminados del análisis, según su posible justificación dentro del contexto del estudio. Posteriormente, se procederá a la normalización de los datos para garantizar la consistencia y homogeneidad en las métricas.

Para el análisis de los documentos y respuestas abiertas de las encuestas, se empleará un proceso de codificación, donde se identificarán temas y patrones recurrentes relacionados con los factores normativos, sociales y tecnológicos que influyen en la gestión de proyectos de infraestructura. Estos temas serán categorizados según su relevancia y relación con la pregunta de investigación, empleando un software de análisis cualitativo para facilitar la codificación y organización de la información.

Los datos del análisis documental se procesaron mediante programas de análisis estadístico, generando tablas de frecuencias, gráficos y análisis de correlaciones para identificar las principales tendencias y relaciones entre variables. Se prestó especial atención a los desafíos más mencionados en las fases de planificación, ejecución y control, y la percepción sobre el impacto de las tecnologías avanzadas.

Se utilizarán herramientas estadísticas para analizar los datos de las encuestas, incluyendo frecuencias, medias y desviaciones estándar, así como análisis de correlación para identificar relaciones entre las variables clave, tales como los desafíos percibidos y las estrategias implementadas por los gerentes de proyectos. Para este análisis se utilizará software estadístico que permita procesar eficientemente los datos y generar gráficos y tablas de resumen.

En esta etapa, se compararán los hallazgos obtenidos de los datos cuantitativos con los datos cualitativos para validar los resultados a través de triangulación metodológica. Esto implica contrastar los patrones y tendencias obtenidos de las encuestas con la información documentada en informes, normativas y casos de estudio revisados. La triangulación permitirá identificar coincidencias y discrepancias, reforzando la validez y confiabilidad de las conclusiones del estudio.

Finalmente, los datos procesados serán interpretados a la luz del marco teórico y contextual establecido. Se extraerán conclusiones específicas sobre los desafíos enfrentados en la gestión de proyectos de infraestructura en Colombia y las estrategias recomendadas para su mejora. La interpretación estará orientada a establecer recomendaciones prácticas y conclusiones basadas en los resultados triangulados.

Este enfoque integral asegura un análisis preciso y riguroso de los datos, permitiendo que los resultados y conclusiones sean consistentes y útiles para orientar a los gerentes de proyectos en la adopción de prácticas efectivas para la gestión de proyectos de infraestructura en el contexto colombiano.

3.6 Consideraciones éticas

En el desarrollo de esta investigación, se han seguido estrictamente las consideraciones éticas para garantizar la integridad de los datos recopilados, el respeto por los derechos de los participantes y la confidencialidad de la información obtenida a lo largo del presente trabajo.

Es así como a los participantes de las encuestas se les proporcionó una explicación sobre el propósito de la investigación, los objetivos de la misma y la forma en la que la información brindada sería utilizada.

Igualmente, la identidad de los participantes en las encuestas se mantuvo confidencial para proteger la privacidad de éste y se almacenaron los datos de manera segura, utilizando medidas de protección que no permitiera el acceso no autorizado.

La información aquí obtenida se presentó de manera objetiva y sin alteración de los hechos, buscando representar fielmente las opiniones y experiencias de los participantes, sin que exista siquiera una presunción de que los mismos fueron distorsionados o manipulada, con el fin de favorecer las hipótesis específicas, por lo que el análisis se realizó de manera rigurosa para garantizar que los resultados fueran reflejo de la realidad observada.

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

Este análisis de consideraciones éticas se centra en garantizar que todos los aspectos del estudio se desarrollen de manera responsables hacia los participantes y el entorno.

Por lo anterior, este trabajo acata a cabalidad lo proclamado por la universidad Uniminuto, cuando manifiestan que “En UNIMINUTO consideramos que la ética e integridad científica es algo más que un requerimiento; es un compromiso que está inmerso en los valores de todos los miembros que hacen parte de esta institución. Representa la transparencia con relación a las buenas prácticas antes, durante y después del proceso investigativo.”

Se garantizaron prácticas que cumplen con la Ley 1581 de 2012 de Protección de Datos Personales en Colombia, asegurando que los datos recopilados a través de encuestas se utilicen exclusivamente para los fines de la investigación.

Dado que el enfoque de la investigación está en proyectos de infraestructura, se presta especial atención al impacto ambiental de los mismos. Esto incluye considerar cómo las prácticas de los gerentes de proyectos afectan el entorno natural y la sostenibilidad de las comunidades.

Estas consideraciones éticas aseguran que la investigación se realice con respeto a los derechos de los participantes y con un compromiso con la transparencia y la integridad científica, entendiendo también que, como lo dice Smith y Anderson "La inteligencia artificial ofrece nuevas posibilidades en la optimización de recursos y la toma de decisiones en proyectos de infraestructura, pero también plantea interrogantes sobre la transparencia de los algoritmos. La opacidad algorítmica puede dificultar la identificación de errores y sesgos, lo que subraya la importancia de implementar procesos de auditoría y supervisión humana para garantizar que los resultados sean justos y equitativos." Smith, M., & Anderson, J. (2019).

Esto no solo fortalece la validez de los hallazgos obtenidos, sino que también promueve la confianza y colaboración de los profesionales que participaron en el estudio, asegurando que los resultados puedan contribuir de manera positiva al sector de la infraestructura en Colombia.

La investigación se orienta a identificar y promover prácticas que minimicen el impacto negativo de los proyectos de infraestructura en el medio ambiente, contribuyendo a un enfoque ético y sostenible en la construcción y modernización de infraestructuras.

4. HIPÓTESIS

Los gerentes de proyectos civiles en Colombia enfrentan desafíos significativos en términos de planificación, ejecución y control de proyectos de infraestructura entre 2019 y 2024 debido a factores como la inestabilidad normativa, que afecta la seguridad jurídica y la previsibilidad en la planificación de proyectos, la dificultad para acceder a fuentes de

financiamiento adecuadas, que limita la capacidad de ejecución y la continuidad de los proyectos, la falta de una adecuada coordinación interinstitucional, que genera retrasos en la obtención de permisos y problemas en la integración de diferentes actores involucrados en el proceso, y la escases de materiales lo que conlleva a importación de los mismos lo que resulta en un aumento del presupuesto de la obra.

En este contexto, la hipótesis plantea que la implementación de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial (IA) y el big data, junto con metodologías ágiles de gestión, puede mejorar significativamente la capacidad de los gerentes para enfrentar estos desafíos. Específicamente, el uso de IA permite el análisis predictivo, que ayuda a identificar y prever problemas potenciales, optimizando la planificación de recursos y anticipando contratiempos. A su vez, el big data facilita la gestión y análisis de grandes volúmenes de información en tiempo real, lo que mejora la toma de decisiones y la capacidad de reacción ante cambios en el entorno del proyecto.

Estas herramientas tecnológicas, combinadas con enfoques ágiles de gestión de proyectos, pueden adaptarse rápidamente a las condiciones cambiantes del contexto económico, político y social, proporcionando flexibilidad en la ejecución y ajustes oportunos en los planes de acción. De esta manera, se espera que los gerentes puedan reducir los riesgos de sobrecostos, retrasos y otros problemas comunes en proyectos de infraestructura, asegurando una mayor eficiencia en el cumplimiento de los cronogramas y los estándares de calidad requeridos.

La hipótesis, por tanto, sugiere que la integración de estas tecnologías avanzadas no solo mejora la eficiencia operativa de los proyectos, sino que también fortalece la resiliencia de los gerentes frente a los desafíos que se presentan en el entorno dinámico de la infraestructura en Colombia. Esto contribuiría, en última instancia, al desarrollo de proyectos más sostenibles, eficaces y adaptados a las necesidades del país.

4.1 Las variables

Mediante las variables que se expondrán a continuación, podremos analizar la manera en que los factores contextuales y las innovaciones tecnológicas impactan en la capacidad de los gerentes para manejar proyectos de infraestructura en Colombia, identificando los elementos clave para optimizar la gestión y asegurar el éxito de los proyectos.

4.1.1. Variable(s) independiente(s)

Dentro de esta variable se encuentran los siguientes aspectos:

1. La inestabilidad normativa y regulaciones cambiantes, toda vez que las leyes, normativas y regulaciones, las relacionadas con el sector de la construcción y el medio ambiente, crean un entorno incierto para los gerentes de proyectos. Los cambios en las regulaciones de uso de suelo, permisos de construcción, requisitos ambientales y normas de seguridad pueden retrasar el inicio o la continuidad de los proyectos. La falta de estabilidad en estas reglas obliga a los gerentes a reajustar constantemente sus estrategias y procesos, lo que afecta la planificación inicial y la previsibilidad del proyecto.
2. Las dificultades en la obtención de financiamiento, dado que acceder a fuentes de financiamiento adecuadas es un desafío constante para los proyectos de infraestructura, que suelen requerir grandes inversiones. La incertidumbre económica y las fluctuaciones en la disponibilidad de crédito afectan la capacidad de los gerentes para asegurar los recursos necesarios. Esto impacta en la fase de ejecución, ya que la falta de financiamiento oportuno puede generar retrasos, sobrecostos y problemas de liquidez, lo que, a su vez, afecta la sostenibilidad financiera de los proyectos.
3. La coordinación interinstitucional, entendiendo que La ejecución de proyectos de infraestructura implica la interacción con diversas entidades gubernamentales, locales y regionales, así como con comunidades y otros actores. La falta de una coordinación eficiente entre estas partes puede generar demoras en la aprobación de permisos,

- dificultades en la expropiación de tierras y conflictos con comunidades locales. Los gerentes de proyectos deben gestionar estas relaciones de forma efectiva para minimizar los retrasos y garantizar que los proyectos se desarrollen según lo planeado.
4. Los riesgos ambientales y sociales, como el impacto de las obras en los ecosistemas, y sociales y la aceptación de las comunidades locales, es un desafío relevante en Colombia. Este país presenta una gran diversidad geográfica y cultural, lo que significa que los proyectos deben adaptarse a diferentes contextos y necesidades. Los gerentes deben abordar preocupaciones ambientales y gestionar las expectativas de las comunidades locales para asegurar que los proyectos se ejecuten de forma sostenible y responsable, lo cual requiere de tiempo y recursos adicionales.
 5. Las precisiones para la reducción de costos y aceleración de tiempos, ya que los propietarios y administradores de proyectos suelen buscar optimizar los recursos financieros disponibles, lo que a menudo genera presiones sobre los gerentes para reducir costos. Esto puede llevar a decisiones que comprometan la calidad de los materiales y la seguridad en el proceso de construcción. Además, la presión para acelerar la entrega de proyectos puede resultar en la omisión de ciertas etapas críticas de planificación y control, afectando la estabilidad y durabilidad de la infraestructura.
 6. La logística de proyectos en infraestructura existente donde un número considerable de proyectos de infraestructura en Colombia se desarrollan sobre estructuras ya existentes, como la modernización de carreteras, puentes o redes de suministro. Esto implica desafíos logísticos adicionales para minimizar la afectación de los servicios y la vida cotidiana de las personas durante la ejecución de las obras. Los gerentes deben planificar y ejecutar estrategias que reduzcan los inconvenientes para la población y garanticen la continuidad de servicios esenciales, lo cual añade una capa de complejidad al manejo de estos proyectos.
 7. El impacto de Factores Externos, pues durante el período de estudio (2019-2024), la pandemia de COVID-19 ha tenido un impacto significativo en la ejecución de proyectos de infraestructura, al causar interrupciones en la cadena de suministro, cambios en la dinámica de trabajo, y la implementación de nuevas medidas de bioseguridad. Esto ha generado retrasos y sobrecostos inesperados, lo que obligó a los gerentes a adaptarse

rápidamente a nuevas realidades operativas y a encontrar soluciones para mantener los proyectos en marcha.

4.1.2. Variable(s) dependiente(s)

Eficiencia en la Gestión de Proyectos de Infraestructura: Esta variable mide la capacidad de los gerentes de proyectos para cumplir con los objetivos de tiempo, costo, calidad y alcance de los proyectos de infraestructura. Incluye la reducción de sobrecostos, el cumplimiento de cronogramas, la mejora en la toma de decisiones y la gestión efectiva de los riesgos.

Por lo anterior, se discriminará una a una así:

1. El cumplimiento de cronogramas es la capacidad de completar las etapas del proyecto dentro de los plazos establecidos es un indicador fundamental de eficiencia. Esto implica una planificación adecuada y un control constante de los tiempos durante la ejecución de cada fase del proyecto. Un proyecto eficiente debe poder ajustarse a posibles cambios en el cronograma inicial sin comprometer el plazo final de entrega, para lo cual es esencial la identificación temprana de posibles retrasos y la implementación de acciones correctivas.
2. Control y optimización de costos es la gestión eficiente de los costos implica cumplir con el presupuesto asignado al proyecto, evitando sobrecostos que puedan comprometer su viabilidad financiera. Los gerentes de proyectos deben ser capaces de prever gastos adicionales y ajustar las actividades para mantener los costos bajo control. Esto incluye la negociación efectiva con proveedores, la selección adecuada de materiales y la optimización de la mano de obra. El control financiero también implica la identificación de oportunidades de ahorro y la mejora de la eficiencia en la utilización de los recursos.
3. Calidad de la ejecución y entrega de resultados, lo que se refiere al cumplimiento de los estándares establecidos en los planos y especificaciones técnicas del proyecto. Un proyecto eficiente no solo cumple con los tiempos y costos, sino que también asegura que la infraestructura construida esté libre de defectos y cumpla con las expectativas de

durabilidad y seguridad. Esto requiere la implementación de prácticas de control de calidad durante todas las etapas del proyecto y el uso de técnicas avanzadas, como el BIM (Building Information Modeling), para asegurar que la obra cumpla con las especificaciones requeridas.

4. Adaptabilidad y resiliencia ante cambios, referente a la capacidad de un proyecto para adaptarse a cambios imprevistos, como alteraciones en la normativa, ajustes en el alcance del proyecto o impactos externos como la pandemia de COVID-19, es un componente clave de la eficiencia. Los gerentes deben poder ajustar la planificación y ejecución sin comprometer los resultados finales, lo cual implica contar con procesos flexibles y equipos de trabajo capaces de responder a situaciones imprevistas.
5. Gestión eficaz de riesgos, mediante la eficiencia en la gestión de riesgos se refleja en la capacidad de identificar, analizar y mitigar los riesgos potenciales que puedan afectar el proyecto. Esto abarca desde riesgos financieros y regulatorios hasta riesgos técnicos, ambientales y sociales. Un manejo adecuado de los riesgos permite a los gerentes de proyectos reducir la probabilidad de eventos adversos y minimizar su impacto, asegurando que el proyecto se mantenga dentro de los parámetros establecidos. Herramientas como la inteligencia artificial y el análisis de big data se pueden utilizar para realizar análisis predictivos y mejorar la toma de decisiones frente a estos riesgos.
6. Satisfacción de las partes interesadas, la eficiencia en la gestión de proyectos también se mide en términos de la satisfacción de los distintos grupos de interés, como los propietarios del proyecto, las comunidades locales, las entidades reguladoras y otros actores relevantes. Un proyecto eficiente no solo cumple con los requisitos técnicos y financieros, sino que también atiende las preocupaciones de la comunidad y asegura que la infraestructura desarrollada tenga un impacto positivo. Esto puede incluir la gestión adecuada de los impactos ambientales y sociales y la comunicación efectiva con todas las partes interesadas para mantener la transparencia y la aceptación del proyecto.
7. Uso de tecnologías innovadoras para la mejora de la gestión, con la integración de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial y el big data, es un aspecto fundamental para mejorar la eficiencia. Estas herramientas permiten realizar análisis más precisos y rápidos de grandes volúmenes de datos, lo cual facilita la identificación de

patrones, la optimización de la logística y la planificación de las tareas. La inteligencia artificial puede prever posibles contratiempos y brindar recomendaciones para tomar decisiones óptimas en tiempo real. Esto reduce los errores humanos y permite una gestión más proactiva de los proyectos, mejorando la eficiencia en todas sus dimensiones.

8. Coordinación y colaboración entre los actores del proyecto, la eficiencia de un proyecto de infraestructura depende también de la capacidad de coordinar las actividades entre los diferentes actores involucrados, como contratistas, subcontratistas, proveedores y autoridades locales. Un proyecto eficiente requiere de una buena comunicación y cooperación entre estos actores para asegurar que cada etapa se ejecute conforme a lo planificado. El uso de plataformas digitales colaborativas, integradas con tecnologías como el BIM y el análisis de datos, facilita la coordinación de tareas y el monitoreo del avance del proyecto.
9. Optimización del uso de recursos humanos y materiales, la gestión eficiente de la mano de obra y los materiales es esencial para minimizar los desperdicios y maximizar la productividad. Esto implica asignar correctamente los recursos en función de las necesidades de cada etapa del proyecto y asegurarse de que los equipos de trabajo estén capacitados para utilizar tecnologías avanzadas. La eficiencia también se traduce en la capacidad de reutilizar materiales y de aplicar prácticas de construcción sostenible, lo cual no solo reduce los costos, sino que también contribuye a la sostenibilidad del proyecto.

5. RESULTADOS

Como fuente para obtener la información se utilizó (i) un primer instrumento estándar de 49 preguntas y (ii) un segundo instrumento estándar de 15 preguntas, las cuales se encontraban disponibles en

<https://forms.office.com/pages/responsepage.aspx?id=64W6sVOiZ0Se6NT47U3zANCI8j0rTmVL12Q-oH9eO5dUQ0pPMFICMIZSRFU5RDBPUUw5UUNMSU9MU4u> y en https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe_AgqcWmown-mh1hR_5oJ7RunJKeAWa7-flsmm22i_ZjMw-w/viewform, respectivamente.

Para el proceso de análisis de datos se tuvieron en cuenta las preguntas obtenidas en los instrumentos manifestados, el cual fue base para obtener los siguientes resultados.

5.1 Presentación de resultados

Por lo anterior, se consultaron 14 profesionales en el área de proyectos civiles y construcción, de los cuales como se puede evidenciar en la figura 1, solo el 21.4% de los encuestados son Gerentes de proyecto, 35,7% con coordinadores de proyectos, el 14,3% son directores de proyectos, 7,1% contratista, 7,1% supervisor de convenios, 7,1 Director de operaciones y el 7,1% restante son supervisores.

Figura 1.

Cargo actual

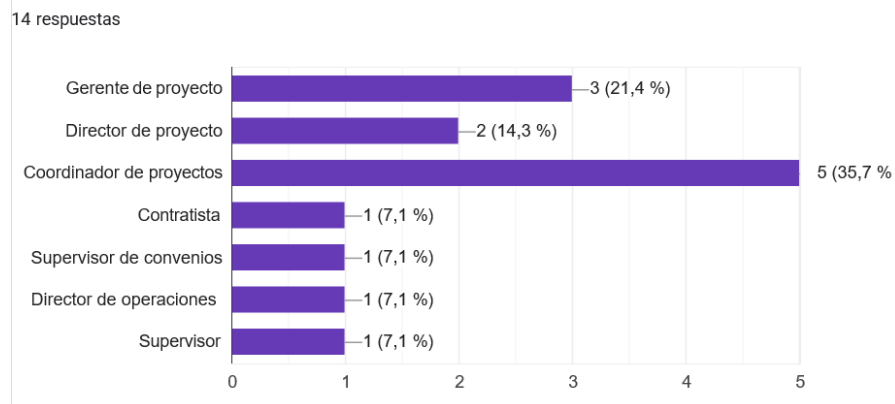
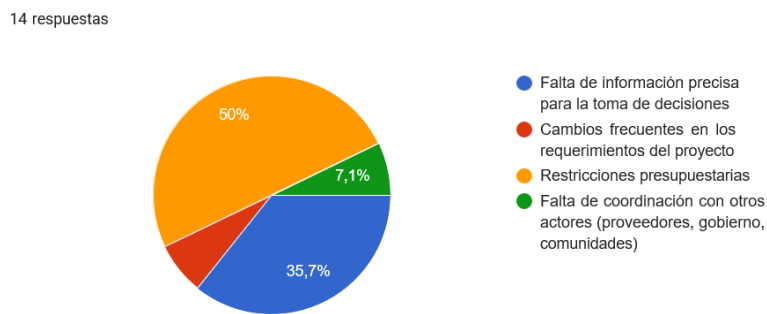


Figura 2.

Desafíos que enfrentan en la etapa de planificación



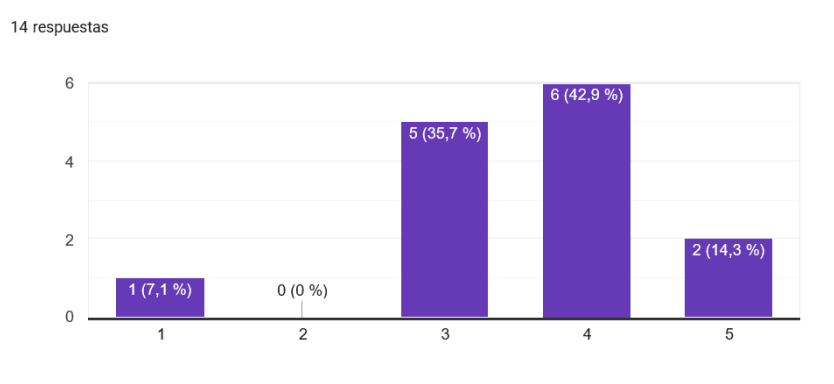
Una vez analizado este resultado, se puede concluir que la falta de información precisa para la toma de decisiones, la cual es del 35.7% es el segundo desafío más mencionado, lo que indica que los encuestados consideran importante contar con datos claros y precisos para la planificación. No obstante, los cambios frecuentes en los requerimientos del proyecto, cuyo porcentaje es del 7.1% es el menos mencionado, sugiriendo que la mayoría de los participantes no perciben cambios constantes como un problema significativo.

Las restricciones presupuestarias son, en la presente encuesta, el desafío más citado, lo que sugiere que la limitación de recursos financieros es el principal obstáculo durante la planificación, teniendo como porcentaje final el 50%. Y, finalmente, la falta de coordinación con otros actores, con un porcentaje del 7.1%, al igual que los cambios en los requerimientos, es el desafío menos mencionado, aunque sigue siendo relevante para algunos.

En resumen, las restricciones presupuestarias y la falta de información precisa son los desafíos más significativos para los encuestados en la planificación de proyectos.

Figura 3.

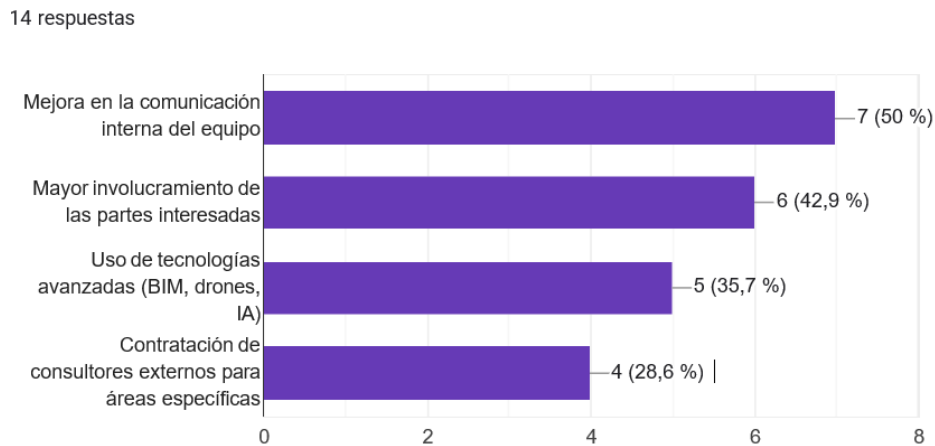
Escalas de desafío.



La anterior figura muestra que la mayoría de los encuestados perciben que los desafíos en la planificación de sus proyectos tienen un nivel de gravedad significativo, con una mayor concentración en las calificaciones 3 y 4. Esto sugiere que, aunque no todos consideran la situación crítica, los problemas que enfrentan son considerados serios por la mayoría.

Figura 4.

Estrategias implementadas

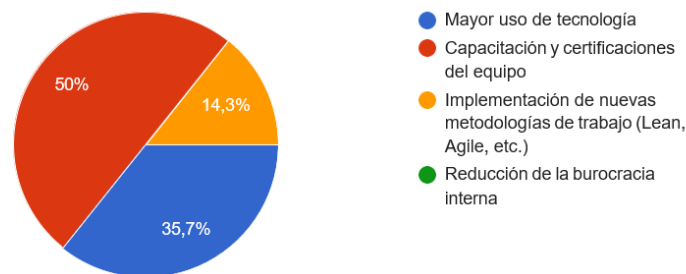


La imagen presenta un gráfico de barras que muestra las estrategias implementadas para superar los desafíos más comunes en los proyectos donde la mejora en la comunicación interna del equipo es la estrategia más común, con 7 de los 14 (50%), encuestados enfocándose en fortalecer la comunicación dentro del equipo para enfrentar los desafíos. A esta estrategia le sigue el mayor involucramiento de las partes interesadas, donde 6 encuestados consideran que involucrar más a las partes interesadas es crucial para superar los obstáculos en la planificación de proyectos, dando como porcentaje final el 42.9%. El uso de tecnologías avanzadas obtuvo un porcentaje del 35.7%, toda vez que 5 participantes han adoptado tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y superar los retos. Y finalmente, la Contratación de consultores externos para áreas específicas, obtuvo un porcentaje del 28.6%, en donde 4 de los 14 encuestados optaron por contratar expertos externos para abordar áreas específicas que requieren conocimientos especializados.

Figura 5

Eficiencia en la gestión de los proyectos en los 5 últimos años

14 respuestas



Frente a la eficiencia de la gestión de proyectos pudimos evidenciar que el 50% de las respuestas consideran que la capacitación y la certificación de equipo es la base la eficiencia como tal, así mismo, el mayor uso de las tecnologías fue elegida por el 35.7% de los encuestados, y finalizando por el 14,3 que considero la implementación de nuevas metodologías de trabajo,

En resumen, la mayoría de los encuestados consideran que la "Capacitación y certificaciones del equipo" es la prioridad más importante, seguida del "Mayor uso de tecnología." La implementación de nuevas metodologías tiene menos relevancia en comparación con las otras opciones, y la "Reducción de la burocracia interna" parece no haber sido seleccionada.

Ahora bien, una vez revisada la información de la literatura, se pudo relacionar la siguiente información existente.

Tabla 1

Relación de los artículos más citados en la revisión de literatura

ID	Autor	Título	Año	Tipo	Metodología	Tecnología
1	Darko A., Chan A.P.C., Adabre M.A., Edwards D.J., Hosseini M.R., Ameyaw E.E.,	Artificial intelligence in the AEC industry: Scientometric analysis and visualization of research activities	2020	Revisión (Review)	Revisión de literatura	Inteligencia artificial
2	Chen K., Lu W., Peng Y., Rowlinson S., Huang G.Q.,	Bridging BIM and building: From a literature review to an integrated conceptual framework	2015	Artículo (Article)	Revisión de literatura/cuantitativa	Big Data/Data Science
3	Anandasivakumar Ekambaram a, Anette Ø. Sørensen b, Heidi Bull-Berg a, Nils O.E. Olsson b	The role of big data and knowledge management in improving projects and project-based organizations	2018	Artículo (Article)	Revisión de literatura	Big Data
4	Tjebane M.M., Musonda L., Okoro C., Onososen A.	Inteligencia artificial (IA) en la gestión de la construcción sostenible: una revisión cuantitativa	2023	conferencia (Confé)	Revisión de literatura	Inteligencia artificial
5	Wu, C.,Li, X., Guo, Y., Wang, M.,Yang, Z.	Natural language processing for smart construction: Current status and future directions	2022	Revisión (Review)	Revisión de literatura	Inteligencia artificial/Data Science
6	Muhammad Bilal, Lukumon O. Oyedele, Junaid Qadir, Kamran Munir, Saheed O. Ajayi, Olugbenga O. Akinade, Hakeem A. Owolabi, Hafiz A. Alaka, Maruf Pasha.	Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends	2016	Artículo (Article)	Revisión de literatura	Big Data
7	Kumar, V., Pandey, A., Singh, R.	Can Artificial Intelligence be a Critical Success Factor of Construction Projects?: Project practitioners' perspectives	2022	Artículo (Article)	Revisión de literatura	Inteligencia artificial

Con base en estos títulos se puede concluir lo siguiente:

La inteligencia artificial está siendo ampliamente estudiada en el contexto de la construcción, especialmente en áreas como la gestión de proyectos y la construcción sostenible. La IA no solo se aplica para optimizar procesos, sino también para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental, como se sugiere en el enfoque sobre la construcción sostenible. Ambos estudios emplean análisis cuantitativos para identificar las principales áreas de investigación, demostrando un aumento en las publicaciones académicas relacionadas con la IA en la construcción.

El Big Data está emergiendo como una herramienta fundamental para mejorar la gestión de proyectos y la toma de decisiones en organizaciones basadas en proyectos. Los estudios analizan cómo los datos masivos permiten obtener información valiosa para predecir riesgos, gestionar recursos y mejorar la eficiencia general de los proyectos. Este enfoque resalta las oportunidades actuales del uso de Big Data, así como las tendencias futuras que podrían revolucionar aún más la industria.

Tecnologías emergentes como el Building Information Modeling (BIM) y el Natural Language Processing (NLP) están ayudando a mejorar la eficiencia y la automatización en la construcción. El estudio sobre BIM propone un marco conceptual que integra esta metodología con la construcción tradicional, mientras que el artículo sobre NLP examina su potencial en la construcción inteligente para automatizar la interpretación de datos y mejorar la comunicación entre los actores involucrados.

Los profesionales de la industria están comenzando a ver la Inteligencia Artificial como un factor crítico de éxito en la gestión de proyectos de construcción. Este estudio aborda las percepciones de los profesionales y destaca cómo la IA puede contribuir significativamente al éxito de los proyectos, en términos de productividad, eficiencia, y reducción de costos. Esto demuestra que la IA no solo está siendo investigada en teoría, sino que los profesionales están explorando activamente su implementación práctica.

El procesamiento del lenguaje natural y otras tecnologías de construcción inteligente están comenzando a revolucionar la industria. El uso de NLP para interpretar grandes volúmenes de datos textuales o automatizar tareas repetitivas está demostrando su potencial para simplificar la gestión de la información en proyectos de construcción, lo que podría ser crucial para mejorar la eficiencia futura en grandes proyectos de infraestructura.

5.2 Propuesta

Se sugiere a las organizaciones y gestores de proyectos priorizar la creación de presupuestos realistas y la búsqueda de fuentes adicionales de financiamiento para asegurar la viabilidad de los proyectos, incluyendo potenciales alianzas estratégicas con el sector privado, la aplicación a subvenciones y la exploración de programas de apoyo público.

Además, es recomendable que los proyectos de infraestructura implementen políticas de evaluación continua que aseguren un control adecuado y la transparencia en cada fase, lo cual no solo disminuye el riesgo de desviaciones presupuestarias y retrasos, sino que también fortalece la confianza de las partes interesadas en la ejecución del proyecto. La estabilidad y claridad en la gestión presupuestaria pueden lograrse con mecanismos de control periódicos y mediante auditorías internas y externas, siguiendo lineamientos de la Ley 80 y normas relacionadas.

Dado que la mejora de la comunicación interna del equipo fue una de las estrategias más utilizadas, se recomienda la implementación de herramientas y plataformas de comunicación avanzadas que permitan una colaboración en tiempo real. Estas plataformas facilitarían la integración y el flujo de información de los equipos multidisciplinarios y garantizarían que todos los actores tuvieran acceso a la misma información en cada fase del proyecto, alineándose con los requisitos de transparencia de la Ley 1712 de 2014.

El uso de tecnologías como Building Information Modeling (BIM), drones e inteligencia artificial ha demostrado ser eficaz para mejorar la precisión en la planificación y el monitoreo. Se recomienda invertir en la capacitación del personal para que logren un dominio avanzado de estas herramientas, lo cual optimizaría los procesos y reduciría los márgenes de error en la ejecución, alineándose con los objetivos de modernización digital de la infraestructura pública establecidos en el Decreto 569 de 2020.

La investigación actual, basada en las respuestas de una muestra limitada de encuestados, podría no captar completamente la percepción de todos los actores relevantes en la gestión de infraestructura. Esto sugiere la necesidad de ampliar el tamaño de la muestra y diversificar los perfiles de los participantes para mejorar la validez de los hallazgos. Un enfoque longitudinal en la investigación permitiría observar cómo evolucionan los desafíos y estrategias en el tiempo, proporcionando una visión más completa del ciclo de vida de los proyectos de infraestructura civil en Colombia.

Finalmente, comparando los desafíos de distintos sectores de infraestructura, se podría mejorar el intercambio de buenas prácticas y adaptar soluciones en función de contextos específicos. Los gestores de proyectos podrían utilizar estos hallazgos para realizar diagnósticos tempranos y adoptar estrategias basadas en la mejor evidencia disponible, promoviendo una mayor participación de las partes interesadas. Además, el desarrollo de programas de formación continua en el manejo de herramientas tecnológicas avanzadas y en temas de sostenibilidad permitiría a las organizaciones mejorar la eficiencia y eficacia en la gestión de proyectos, promoviendo una mayor sostenibilidad ambiental y social conforme a la Resolución 1111 de 2017. y otros marcos regulatorios aplicables.

5.3 Discusión

Los resultados del estudio resaltan varios desafíos significativos para los gerentes de proyectos de infraestructura en Colombia entre 2019 y 2024. Las *restricciones presupuestarias*

se destacan como el desafío más significativo, mencionado por el 50% de los encuestados. Esto sugiere que la limitación de recursos financieros es una barrera crítica durante la fase de planificación de los proyectos. Este hallazgo coincide con estudios previos que identifican la disponibilidad limitada de financiamiento como un obstáculo relevante para la viabilidad de proyectos de gran envergadura (García & López, 2022).

Por otro lado, la *falta de información precisa para la toma de decisiones* es el segundo desafío más relevante, con un 35.7% de los encuestados que la consideran como un problema importante. La importancia de contar con datos confiables y claros en la planificación de proyectos ha sido documentada anteriormente por Muñoz (2021), quien subraya que la disponibilidad de información adecuada es fundamental para garantizar una toma de decisiones efectiva en la fase inicial de los proyectos.

En términos de las estrategias implementadas para superar estos desafíos, la *mejora de la comunicación interna* dentro del equipo de trabajo fue la estrategia más mencionada, siendo utilizada por el 50% de los encuestados. Esta estrategia ha sido reconocida en investigaciones previas como una de las más efectivas para enfrentar problemas de coordinación y resolver conflictos rápidamente (Rojas & Pérez, 2020). Además, el *mayor involucramiento de las partes interesadas* fue otra estrategia destacada, alineándose con las recomendaciones de Rodríguez et al. (2022), quienes enfatizan que una mayor integración de los interesados puede facilitar la superación de barreras durante la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura.

Otro aspecto relevante es la creciente adopción de *tecnologías avanzadas*, como BIM, drones y herramientas de inteligencia artificial, que ha sido identificada por el 35.7% de los participantes como una estrategia clave para mejorar la eficiencia en la supervisión y ejecución de proyectos. Este uso de tecnologías innovadoras no solo mejora la precisión en la planificación, sino que también permite una respuesta más rápida a problemas imprevistos, como lo destacan Castillo y Vargas (2021) en su análisis sobre la adopción de nuevas tecnologías en el sector de la construcción.

En general, los resultados de la investigación indican que los desafíos más importantes en la planificación de proyectos de infraestructura en Colombia son las *restricciones presupuestarias* y la *falta de información precisa*. Sin embargo, la percepción de la gravedad de estos desafíos varía, con la mayoría de los encuestados clasificándolos entre moderados y serios. Esto refleja una preocupación generalizada sobre la complejidad de superar estas barreras, incluso cuando no todos los encuestados las consideran críticas. La adopción de estrategias que favorecen la colaboración, como la mejora de la comunicación interna y la participación de las partes interesadas, así como el uso de tecnologías avanzadas, se perfilan como respuestas efectivas para enfrentar los retos actuales en la gestión de proyectos de infraestructura civil.

6. CONCLUSIONES

La investigación sobre los desafíos enfrentados por los gerentes de proyectos de infraestructura civil en Colombia entre 2019 y 2024 ha proporcionado una visión profunda sobre las dificultades más significativas en el contexto de planificación y ejecución de proyectos. A partir de los resultados, se puede concluir que las restricciones presupuestarias y la falta de información precisa son los desafíos más relevantes para los profesionales del sector. Estos problemas reflejan la necesidad de una gestión más eficiente de los recursos financieros y la importancia de contar con datos confiables para la toma de decisiones.

En este contexto, las tecnologías avanzadas como la Inteligencia Artificial (IA) y el Big Data están emergiendo como herramientas críticas para mejorar la eficiencia y la efectividad de la gestión de proyectos. La IA, como se ha venido estudiando ampliamente, no solo optimiza procesos, sino que también contribuye a la construcción sostenible, mejorando la eficiencia energética y reduciendo el impacto ambiental (García & López, 2022). Este estudio confirma que la IA tiene un gran potencial en la planificación y gestión de proyectos, ya que permite automatizar tareas complejas y mejorar la productividad de los equipos.

Por otro lado, el Big Data está transformando la manera en que se toman decisiones en la industria de la construcción. Gracias a la capacidad de analizar grandes volúmenes de datos, se puede prever riesgos, gestionar de manera más eficiente los recursos y mejorar la eficiencia general de los proyectos. Esta investigación subraya cómo el uso de datos masivos permite a las organizaciones ser más proactivas en la resolución de problemas y en la optimización de los procesos de construcción (Muñoz, 2021).

Tecnologías emergentes como el Building Information Modeling (BIM) y el Natural Language Processing (NLP) también desempeñan un papel fundamental en la modernización de la industria. La integración de BIM en la construcción tradicional facilita la planificación detallada y la gestión de la información, mientras que el NLP contribuye a la automatización de la interpretación de datos textuales, mejorando la comunicación entre los actores involucrados

(Castillo & Vargas, 2021). Esto demuestra que la combinación de estas tecnologías puede generar un impacto positivo en la forma en que se gestionan los proyectos de infraestructura.

Además, los profesionales de la industria están comenzando a reconocer la IA como un factor crítico de éxito en la gestión de proyectos. Las encuestas realizadas a los gerentes de proyectos revelan una percepción positiva hacia la implementación de estas tecnologías, lo que indica una apertura hacia la innovación para mejorar la productividad y reducir costos (Rojas & Pérez, 2020). Esto no solo sugiere un interés teórico en la IA, sino que también evidencia un esfuerzo por parte de los profesionales por aplicar estas soluciones de manera práctica en sus proyectos.

Finalmente, el procesamiento del lenguaje natural y otras tecnologías de construcción inteligente están comenzando a revolucionar el sector, permitiendo la automatización de tareas repetitivas y mejorando la gestión de la información. Esto es particularmente importante para proyectos de gran envergadura, donde la precisión y la velocidad en el manejo de los datos son esenciales para el éxito (Rodríguez et al., 2022). La adopción de estas tecnologías ofrece una oportunidad valiosa para aumentar la competitividad de la industria de la construcción en Colombia.

Los resultados de este estudio ofrecen una guía práctica que puede ayudar a las organizaciones y gestores de proyectos a enfrentar los desafíos más comunes en la infraestructura civil colombiana. Además, pueden servir como base para el desarrollo de programas de capacitación e intervención que impulsen una mejora continua en la planificación, ejecución y monitoreo de proyectos, garantizando así un uso más eficiente y sostenible de los recursos públicos y privados.

En conclusión, la investigación muestra que los gerentes de proyectos de infraestructura en Colombia enfrentan desafíos significativos que pueden ser abordados eficazmente mediante la adopción de tecnologías avanzadas como la IA, el Big Data, BIM y NLP. Estas tecnologías no solo tienen el potencial de mejorar la eficiencia de los procesos, sino también de transformar la forma en que se gestionan y ejecutan los proyectos, contribuyendo a un desarrollo más sostenible y competitivo del sector.

7. Referencias

- Alwan, Z., Jones, P., & Holgate, P. (2021). *Sustainability in Construction: Green Building Technology*. Routledge.
- Aven, T. (2016). *Evaluación y gestión de riesgos: revisión de los avances recientes en sus fundamentos*. *Revista Europea de Investigación Operativa*, 253(1), 1-13.
- Banco Mundial. (2021). *Informe sobre los desafíos de infraestructura en América Latina y el Caribe*. Washington DC: Banco Mundial.
- Banco Mundial. (2021). *World Bank Annual Report 2021*. Retrieved from <https://www.worldbank.org/>.
- Camacho, A., & García, M. (2021). *Desafíos en la gestión de proyectos de infraestructura en Colombia: Una revisión crítica*. *Revista de Ingeniería y Construcción*, 18(2), 45-58.
- Carrillo, JA (2021). *Desafíos y Retos en la Gestión de Proyectos de Gran Envergadura: El Caso Hidroituango*. *Revista de Ingeniería Civil*, 15(2), 45-59.
- Castillo, F., & Vargas, M. (2021). *Tecnologías emergentes en la construcción: Uso de BIM y drones*. *Tecnología y Construcción*, 9(2), 78-90.
- CEPAL. (2021). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2021: La recuperación post-COVID y sus desafíos estructurales*. Santiago: CEPAL.
- Congreso de Colombia. (1993). *Ley 80 de 1993, por la cual se amplía el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública*.
- Congreso de Colombia. (2012). *Ley 1508 de 2012, por la cual se establece el régimen jurídico de las asociaciones públicas-privadas (APP) en Colombia*. *Diario Oficial No. 48412*.

Congreso de Colombia. (2013). Ley 1682 de 2013, por la cual se adoptan medidas y disposiciones para proyectos de infraestructura de transporte y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 48932.

Congreso de Colombia. (2013). *Ley 1377 de 2013, Ley 1377 de 2013, por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales.

Congreso de Colombia. (2014). Ley 1712 de 2014, por la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional. Diario Oficial No. 49108.

Congreso de Colombia. (2015). Ley 1753 de 2015, por la cual se amplía el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un Nuevo País". Diario Oficial No. 49538.

Congreso de Colombia. (2019). Ley 1955 de 2019, por la cual se amplía el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad". Diario Oficial No. 50964.

Dauder Sánchez, JC (2020). *Investigaciones de Mercado y Desafíos en el Sector de Infraestructura en Colombia*. Informe Técnico.

Departamento Nacional de Planeación. (2013). Documento CONPES 3760: Estrategia para la implementación de proyectos de infraestructura bajo el esquema de asociaciones público-privadas en Colombia.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2022). Informe sobre el estado de la infraestructura en Colombia: Retos y oportunidades. Bogotá: DNP.

Dirección de Investigación PCIS Uniminuto. (S.F). Ética e integridad científica – UNIMINUTO. Disponible en:
<https://www.uniminuto.edu/sic#:~:text=En%20UNIMINUTO%20consideramos%20que%20l a,y%20despu%C3%A9s%20del%20proceso%20investigativo.>

Elkington, J. (1997). *Caníbales con tenedores: el triple resultado de los negocios del siglo XXI*. Capstone Publishing.

Empresas Públicas de Medellín (EPM). (2022). Informe de gestión del Proyecto Hidroituango. EPM.

Empresas Públicas de Medellín (EPM). (2022). Lecciones aprendidas del proyecto Hidroituango. Medellín: EPM.

Fleming, J., Snider, A., & Patel, M. (2020). "Global Infrastructure Report: Addressing Infrastructure Challenges in 2020". Journal of Infrastructure Development, 12(3), 145-162.

García, E., Torres, A., & Mejía, L. (2022). *La participación comunitaria en proyectos de infraestructura: Retos y oportunidades para el desarrollo sostenible*. Revista de Estudios Sociales, 19(2), 120-135.

García, M., & López, J. (2022). *Retos financieros en la gestión de proyectos de infraestructura en América Latina*. Revista de Gestión de Proyectos, 14(2), 89-101.

Gómez, F., Pérez, S., & Hernández, R. (2021). *Estrategias de mitigación de riesgos en proyectos de infraestructura*. Revista de Gestión de Proyectos, 7(3), 65-78.

González, D., & Salazar, V. (2023). *Metodologías de investigación para el análisis de proyectos de infraestructura*. Investigación y Ciencia, 10(2), 88-98.

Guía del PMBOK. (2017). *Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos* (6.^a ed.). Project Management Institute.

Highsmith, J. (2019). *Agile Project Management: Creating Innovative Products*. Addison-Wesley.

Hillson, D., & Simon, P. (2020). *Practical Project Risk Management: The ATOM Methodology*. Management Concepts Press.

ICONTEC. (2015). Norma Técnica Colombiana NTC 6001, Requisitos para la Gestión de Proyectos en Colombia.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2023). Informe sobre vulnerabilidad sísmica y resiliencia de infraestructura en Colombia. Bogotá: IDEAM.

Kerzner, H. (2017). *Gestión de proyectos: un enfoque sistémico para la planificación, programación y control*. John Wiley & Sons.

Khosrowshahi, F., & Arayici, Y. (2019). "Building Information Modeling and Big Data in European Infrastructure Projects: The Impact on Cost and Coordination". *Construction Management and Economics*, 37(4), 239-257.

Kitchin, R. (2014). *La revolución de los datos: Big Data, datos abiertos, infraestructuras de datos y sus consecuencias*. Sage Publications.

Kotter, JP (1996). *Liderando el cambio*. Harvard Business Review Press.

López, C., & Ortiz, G. (2022). *Big data en la gestión de riesgos de proyectos de construcción: Casos de estudio en Colombia*. *Data & Society*, 6(3), 41-54.

Martínez, A. (2023). La infraestructura energética y su impacto en las comunidades indígenas: Caso La Loma – Cuestecitas – Sogamoso. Bogotá: UPME.

Martínez, C., & Rodríguez, L. (2020). *Impacto de la planificación estratégica en la ejecución de proyectos de infraestructura en Colombia*. *Journal of Project Management*, 9(4), 113-129.

Martínez, J. (2023). Desafíos de la Transición Energética en Colombia: El Rol de la Infraestructura. UPME.

Martínez, J. (2023). La Línea Negra: Desafíos en la Gestión de Proyectos de Infraestructura en Territorios Indígenas. Universidad de los Andes.

McAfee, A. y Brynjolfsson, E. (2020). Big Data en la gestión de proyectos de infraestructura. Revisión de negocios de Harvard. McKinsey & Company. (2020). The next normal in construction: How disruption is reshaping the world's largest ecosystem. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/>

- Mendoza, R., & Castro, H. (2023). *El marco normativo y su influencia en el desarrollo de proyectos de infraestructura*. *Revista Jurídica de Regulación y Competencia*, 12(1), 55-68.
- Meredith, JR, y Mantel, SJ (2014). *Gestión de proyectos: un enfoque gerencial* . John Wiley & Sons.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Resolución 1111 de 2017, por la cual se establecen lineamientos para la sostenibilidad en edificaciones.
- Muñoz, A. (2021). *Importancia de la gestión de la información en proyectos de infraestructura*. *Journal of Project Management*, 10(1), 45-57.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2022). *Combatiendo la corrupción en proyectos de infraestructura: Buenas prácticas y lecciones aprendidas*. París: OCDE.
- Pérez, N., & Hernández, M. (2021). *Transformación digital en la industria de la construcción: Oportunidades y desafíos en América Latina*. *Innovación y Tecnología*, 14(2), 23-34.
- Pinto, JK, y Slevin, DP (1987). *Factores críticos de éxito en la implementación eficaz de proyectos*. *IEEE Transactions on Engineering Management*, EM-34(1), 22-27.
- Presidencia de la República. (2015). Decreto 1082 de 2015, Decreto Reglamentario del Sector Infraestructura.
- Presidencia de la República. (2020). Decreto 569 de 2020, por el cual se establecen directrices para la transformación digital en el sector público.
- Ramírez, P., & López, J. (2022). *Inteligencia artificial y big data en la optimización de proyectos de construcción*. *Tecnología y Desarrollo*, 12(1), 89-105.
- Restrepo, J. (2022). *El impacto de las regulaciones en la gestión de proyectos civiles*. *Revista Colombiana de Ingeniería*, 5(1), 57-72.

- Rodríguez, A., & Álvarez, P. (2021). *Desafíos financieros en la construcción de grandes proyectos de infraestructura en Colombia*. *Revista de Economía y Desarrollo*, 16(4), 32-47.
- Rodríguez, L., Gutiérrez, S., & Martínez, P. (2022). *Involucramiento de las partes interesadas en proyectos de infraestructura: Claves para el éxito*. *Revista de Ingeniería y Desarrollo*, 15(4), 204-216.
- Rojas, C., & Pérez, D. (2020). *Estrategias de comunicación en la gestión de proyectos de infraestructura*. *International Journal of Civil Project Management*, 8(3), 123-135.
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall.
- Russell, S., y Norvig, P. (2020). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno* (4.^a ed.). Pearson.
- Smith, M., & Anderson, J. (2019). *Artificial Intelligence and Civil Infrastructure: Implications for Data Privacy and Accountability*. *Infrastructure Research Journal*, 11(3), 123-136.
doi:10.1016/j.infrares.2019.03.007.
- Tan, W., Loo, T., & Lim, S. (2021). "Artificial Intelligence in Project Risk Management: Insights from Singapore". *Asian Journal of Civil Engineering*, 22(6), 1129-1141.
- Transparency International. (2020). *Global Corruption Report: Infrastructure and Development*. Transparency International.
- UPME (2021). *Desafíos y oportunidades en la transmisión de energía en Colombia*. Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energética.

Anexos

Anexo 1.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la Investigación: Principales desafíos de los gerentes de proyectos civiles en proyectos de infraestructura en Colombia entre el 2019 y el 2024 y la aplicación de tecnologías avanzadas como el big data y la inteligencia artificial.

Nombre y correo de los investigadores: Osvaldo Ramírez Flórez (osvaldo_ramirez@uniminuto.edu.co), Juan Carlos Bedoya Castaño (juan_bedoya-ca@uniminuto.edu.co), Jhon Esteban Franco Jaramillo (John.franco-j@uniminuto.edu.co)

Nombre de la persona que participará en la Investigación:

Fecha:

Estimado(a) participante,

El propósito de este consentimiento informado es proveer a los participantes en esta investigación una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como el rol que desempeña en esta.

Este estudio, se desarrolla en el marco de trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos del Departamento de Cundinamarca del programa de Especialización en Gerencia de Proyectos de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. La presente investigación es realizada por los estudiantes Osvaldo Ramírez Flórez, Juan Carlos Bedoya Castaño y Jhon Esteban Franco Jaramillo y asesorada por el Doctor en Tecnología Educativa Sergio Andrés Zabala Vargas, docente de la misma institución.

El objetivo de esta investigación es Identificar los principales desafíos que enfrentan los gerentes de proyectos civiles en Colombia en términos de planificación, ejecución y control de proyectos de infraestructura entre 2019 y 2024, y analizar las estrategias de control utilizadas para enfrentar dichos desafíos teniendo en cuenta las tecnologías avanzadas actuales. La investigación se ha venido realizando desde inicios del 2024.

En esta encuesta pretendemos recoger información sobre Cuáles son los principales desafíos que enfrentan los gerentes de proyectos civiles en Colombia en términos de planificación, ejecución y control de proyectos de infraestructura entre el 2019 al 2024 y cuáles son las estrategias de control utilizadas para enfrentar dichos desafíos. Con esta información buscaremos establecer las causas por las cuales se presenta los desafíos de planificación, ejecución y control de proyectos de infraestructura en Colombia, hallar diferentes retos y adversidades de los proyectos de infraestructura en Colombia, determinar las medidas que toman los gerentes de los proyectos de infraestructura en el territorio colombiano ante los diferentes desafíos que se presentan diariamente y analizar el impacto de la inteligencia artificial (IA) y el big data en la optimización de los procesos de planificación y ejecución de proyectos de infraestructura en Colombia, destacando su capacidad para mejorar la precisión, predecir problemas potenciales y facilitar la toma de decisiones en tiempo real. La encuesta consiste en

responder, desde su experiencia, 13 preguntas que se desarrollarán con relación al título de la investigación. Esto tomará aproximadamente 15 minutos de su tiempo y se llevará a cabo de manera virtual a través de la plataforma de Google Forms.

Los datos que usted proporcione en esta encuesta estarán resguardados anonimizados y serán almacenados en una base de datos; a estos datos solo tendrán acceso los investigadores de esta investigación y no se divulgarán los datos individuales. No obstante, al ser un trabajo de grado para optar al título de especialista en gerencia de proyectos, la Corporación Universitaria Minuto de Dios, tendrá acceso al trabajo de grado por medio de la biblioteca virtual de la Universidad.

Si usted decide participar en este estudio, existe el riesgo de que se sienta incómodo por alguna pregunta. Sin embargo, tenga presente que tomamos todas las precauciones necesarias para minimizar al máximo los riesgos asociados y que durante todo momento se va a respetar su bienestar, reconocimiento, dignidad e integridad corporal con la finalidad de que no sufra ningún daño físico o psicológico.

Su participación en este estudio es completamente voluntaria y no tiene ningún costo o compensación económica. Asimismo, puede interrumpir su participación en cualquier momento sin penalización. Si desea interrumpir la investigación, no se utilizará la información recopilada. Agradecemos su participación en el estudio y le solicitamos, si tiene preguntas o comentarios, contactar a Osvaldo Ramírez Flórez, por medio del correo osvaldo.ramirez@uniminuto.edu.co.

Por favor, firme este documento en caso de estar de acuerdo con este consentimiento informado y con participar voluntariamente en el estudio. Al firmar también, también verifica que entiende toda la información de este formulario y que el investigador ha respondido a todas y cada una de las preguntas que le surgieron sobre este estudio. Sus respuestas serán completamente anónimas y no serán asociadas con la firma/nombre de este documento

Firma del participante
C.C.

Firma de investigador
C.C.

Firma de investigador
C.C.

Firma de investigador
C.C.

Anexo 2.

Principales desafíos de los gerentes de proyectos civiles en proyectos de infraestructura en Colombia entre el 2019 al 2024.

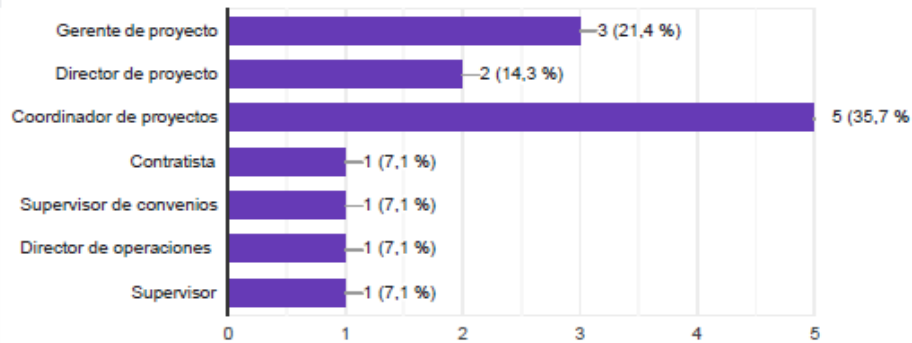
14 respuestas

[Publicar datos de análisis](#)

1- ¿Cuál es su cargo actual en la empresa?

[Copiar](#)

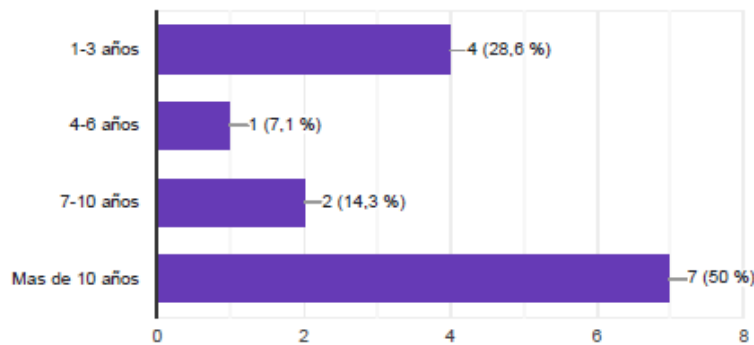
14 respuestas

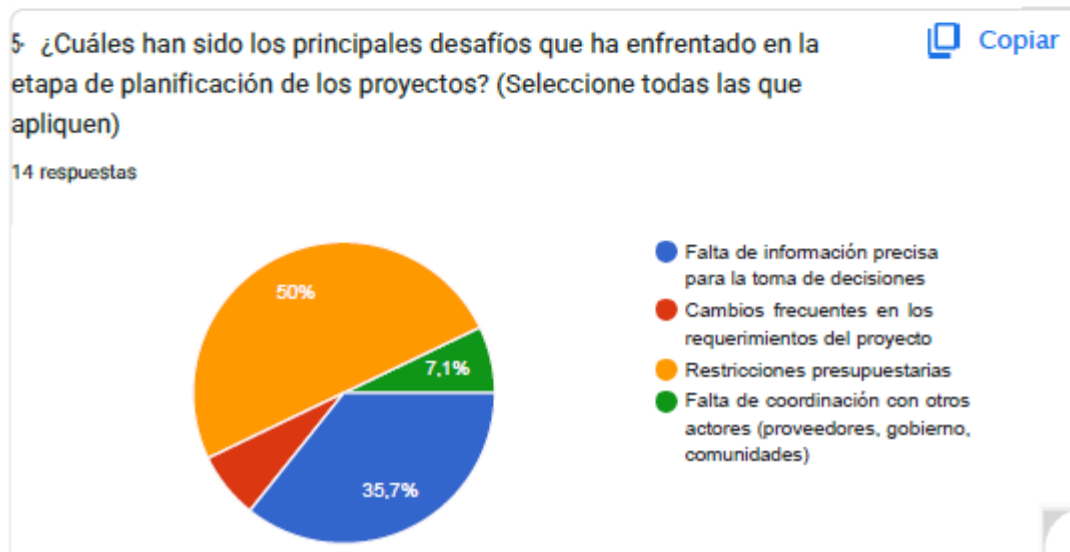
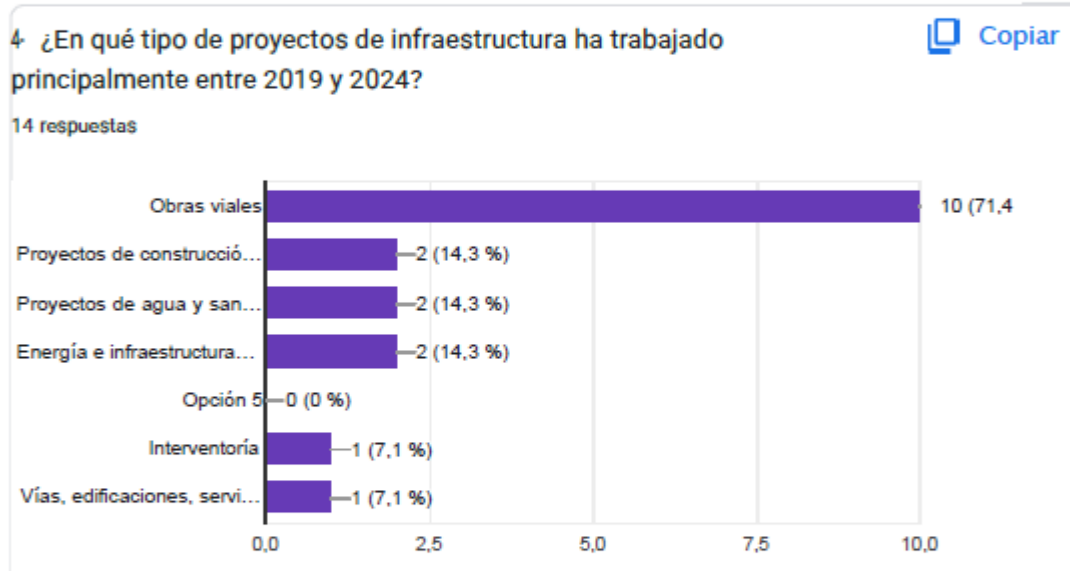
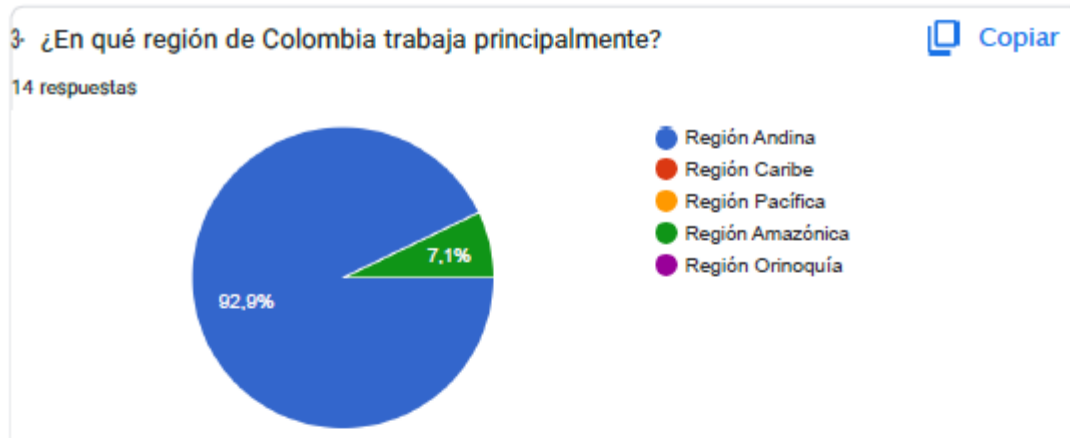


2- ¿Cuántos años de experiencia tiene gestionando proyectos de infraestructura?

[Copiar](#)

14 respuestas

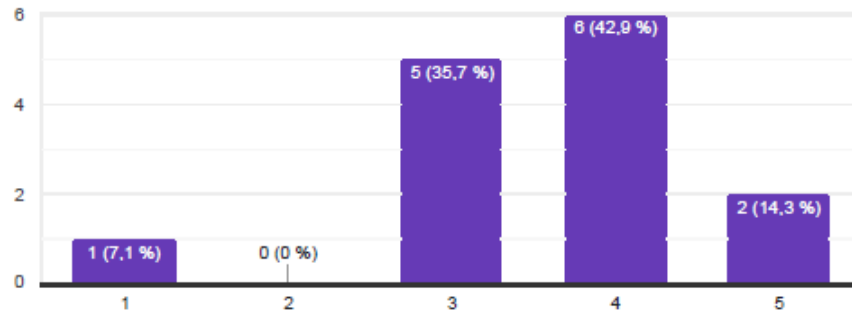




6- En una escala del 1 al 5, donde 1 es "Ningún desafío" y 5 es "Desafíos muy graves", ¿Cómo calificaría los desafíos en la planificación de sus proyectos?

[Copiar](#)

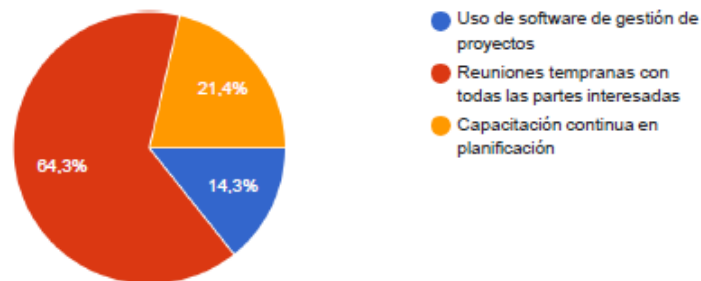
14 respuestas



7- ¿Qué medidas ha implementado para mitigar los desafíos de planificación?

[Copiar](#)

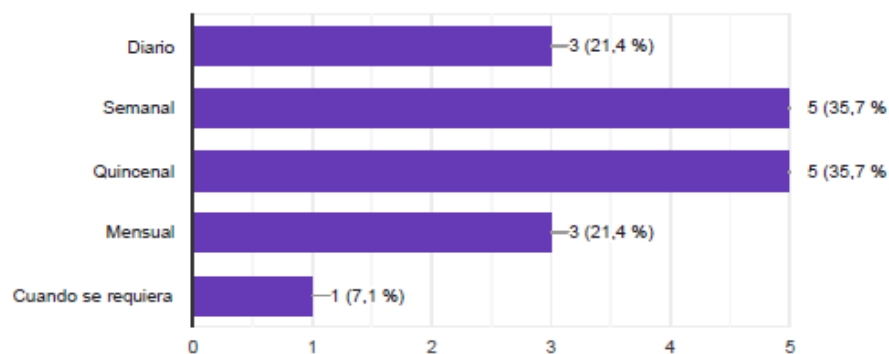
14 respuestas

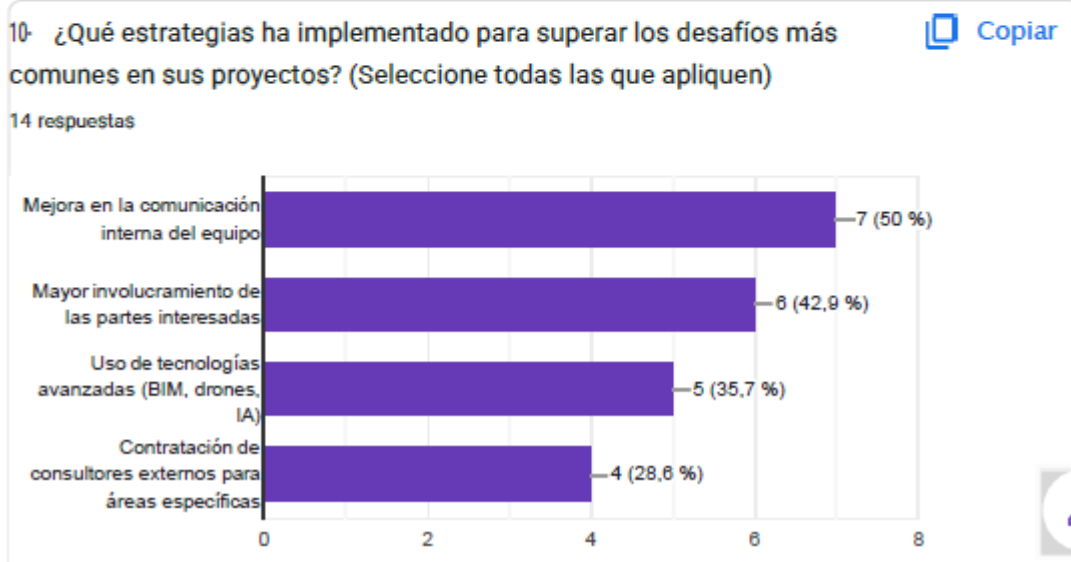
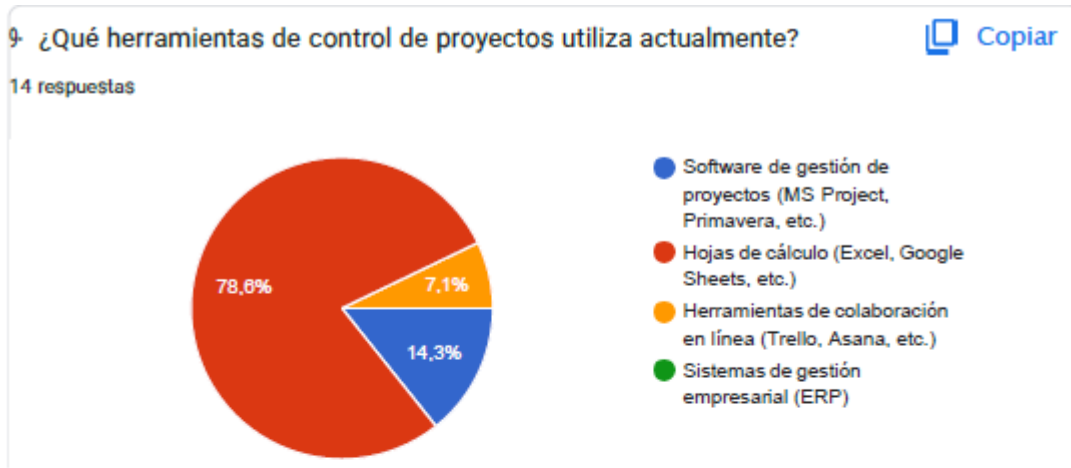


8- ¿Con qué frecuencia revisa los indicadores clave de desempeño (KPIs) del proyecto?

[Copiar](#)

14 respuestas

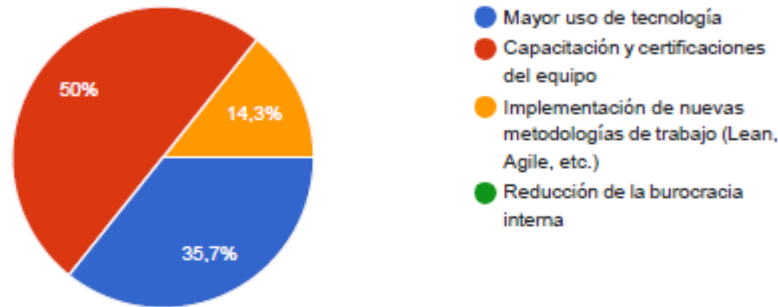




11- ¿Cómo ha mejorado la eficiencia en la gestión de los proyectos en los últimos cinco años?

 Copiar

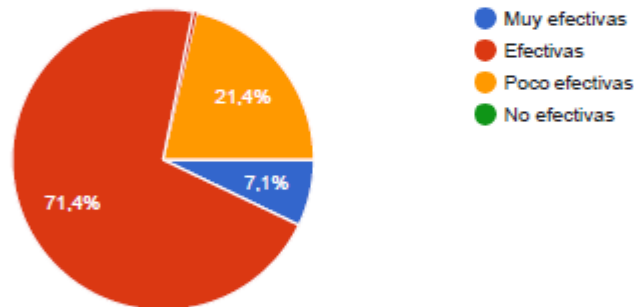
14 respuestas



12- En su experiencia, ¿Qué tan efectivas han sido las estrategias implementadas para enfrentar los desafíos?

 Copiar

14 respuestas



13- ¿Cree que las políticas gubernamentales han facilitado o dificultado la gestión de proyectos de infraestructura en los últimos años?

 Copiar

14 respuestas

