

Optimización de Proyectos de Obras Civiles



Optimización de proyectos de obras civiles a través de una
propuesta de buenas prácticas de programación efectiva como factor clave en la calidad y éxito
del proyecto

Autores:

Mauricio Arango López

Sebastián Arango Gil

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

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

octubre de 2025

Optimización de Proyectos de Obras Civiles

Optimización de proyectos de obras civiles a través de una propuesta de buenas prácticas de programación efectiva como factor clave en la calidad y éxito del proyecto

Autores:

Mauricio Arango López

Sebastián Arango Gil

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

Asesor

Jonnathan López Hurtado

Magíster en Gestión de Organizaciones

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

octubre de 2025

Contenido

Lista de tablas.....	7
Lista de Figuras	8
Listado de Anexos.....	9
Resumen	10
Abstract.....	11
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1. Descripción del problema.....	15
1.2. La pregunta de investigación.....	17
1.3. Objetivos de la Investigación.....	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Justificación de la investigación.....	18
2. MARCO DE REFERENCIA	19
2.1. Marco Teórico	19
2.1.1. Gestión de proyectos	21
2.1.2. Programación de proyectos	22
2.1.3. Obras civiles	22
2.1.4. Ruta crítica (CPM)	22
2.1.5. Metodología BIM (Building Information Modeling).....	23
2.1.6. Optimización de procesos	23
2.1.7. Productividad en el sector construcción.....	23
2.2. Marco de Antecedentes	24
2.2.1. Ecuación de búsqueda	25
2.2.2. Temporalidad de revisión	25
2.2.3. Bases de datos consultadas	25
2.2.4. Kerzner (2017)	26
2.2.5. McKinsey & Company (2017)	26
2.2.6. Lock (2020).....	26
2.2.7. Banco Interamericano de Desarrollo – BID (2020).....	27

Optimización de Proyectos de Obras Civiles

2.2.8.	Departamento Nacional de Planeación – DNP (2021)	27
2.2.9.	Hernández, Martínez & González (2021)	27
2.2.10.	Project Management Institute – PMI (2021)	27
2.2.11.	Arditi & Albulak (2022)	28
2.2.12.	Contraloría General de la República (2022)	28
2.2.13.	Torres, Sánchez & Patiño (2023)	28
2.2.14.	Rodríguez & Vera (2024)	29
2.3.	Marco normativo	29
2.3.1.	Ley 80 de 1993 – Estatuto General Contratación Administración Pública	29
2.3.2.	Ley 1474 de 2011 – Estatuto Anticorrupción	30
2.3.3.	Sistema General de Regalías (SGR)	30
2.3.4.	Guía Metodológica MGA (Metodología General Ajustada)	30
2.3.5.	Documentos CONPES 3918 y 4080	31
2.3.6.	Normas Técnicas Colombianas (NTC-ISO 21500:2013)	31
2.3.7.	Importancia normativa para esta investigación	31
3.	METODOLOGÍA	33
3.1.	Ruta de investigación	33
3.2.	Enfoque y alcance de la investigación	34
3.3.	Tipo de Diseño de la Investigación	36
3.4.	Población objeto de estudio	36
3.5.	Muestra	37
3.5.1.	Encuesta	37
3.5.2.	Entrevistas semiestructuradas:	38
3.5.3.	Revisión documental	39
3.6.	Instrumento(s)	39
3.6.1.	Entrevistas semiestructuradas	40
3.6.1.1.	Validez	41
3.6.1.2.	Confiabilidad	41
3.6.1.3.	Dimensiones que mide la entrevista semiestructurada	41
3.6.2.	Cuestionario estructurado	42
3.6.2.1.	Validez	43
3.6.2.2.	Confiabilidad	43

Optimización de Proyectos de Obras Civiles

3.6.2.3.	Dimensiones que mide el cuestionario estructurado	44
3.6.3.	Tipos de preguntas planteadas	45
3.7.	Análisis documental	46
3.8.	Descripción de procedimientos	47
3.8.1.	Procedimiento.....	47
3.8.1.1.	Fase 1: Diseño y validación de instrumentos	47
3.8.1.2.	Fase 2: Prueba piloto.....	48
3.8.1.3.	Fase 3: Aplicación del cuestionario	48
3.8.1.4.	Fase 4: Realización de entrevistas y análisis documental.....	48
3.8.2.	Limpieza, organización y preparación de los datos	49
3.8.3.	Codificación de los datos.....	50
3.8.3.1.	Codificación de datos cuantitativos	50
3.8.3.2.	Codificación de datos cualitativos.....	51
3.8.3.3.	Integración de datos.....	51
3.9.	Análisis de Datos.....	53
3.9.1.	Análisis descriptivo	54
3.9.2.	Análisis de confiabilidad.....	54
3.9.3.	Análisis inferencial	55
3.9.4.	Presentación de resultados.....	55
3.10.	Consideraciones éticas.....	55
3.10.1.	Respeto a los participantes	56
3.10.2.	Aspectos éticos específicos según tipo de datos	56
3.11.	Consentimiento informado.....	56
3.11.1.	Confidencialidad y anonimato.....	57
3.11.2.	Registros de Entrevistas y Formularios.....	57
3.12.	Datos recolectados	58
3.12.1.	Datos cuantitativos (cuestionario estructurado).....	58
3.12.2.	Datos cualitativos (entrevistas semiestructuradas)	59
3.12.3.	Datos documentales.....	60
3.13.	Resultados de la investigación	60
3.13.1.	Encuestas	61
3.13.2.	Entrevistas	66

Optimización de Proyectos de Obras Civiles

3.13.3. Documentos.....	68
3.13.4. Síntesis de Hallazgos.....	70
3.14. Análisis e interpretación crítica de los datos	72
4. HIPÓTESIS	75
4.1. Hipótesis general.....	75
4.2. Hipótesis específicas	76
4.3. Las variables	76
4.3.1. Variable(s) independiente(s).....	76
4.3.2. Variable(s) dependiente(s).....	77
4.4. Planteamiento de hipótesis.....	77
5. RESULTADOS	77
5.1. Identificación de deficiencias en la programación de obras civiles en Envigado.....	78
5.2. Buenas prácticas internacionales y su contraste con el contexto local.....	79
5.3. Estrategias de mejora propuestas para Envigado	80
5.4. Discusión integradora.....	81
5.5. Reflexiones finales	82
6. DISCUSIÓN	83
6.1. Discusión general.....	83
6.2. Impacto en el campo de estudio	84
7. CONCLUSIONES.....	84
7.1. Síntesis general de los hallazgos	84
7.2. Respuestas al problema y cumplimiento de los objetivos	85
7.3. Conexión y coherencia con los objetivos	87
7.4. Análisis crítico de los resultados.....	88
7.5. Implicaciones y relevancia.....	89
7.6. Conclusión final	90
8. RECOMENDACIONES.....	90
8.1. Limitaciones del estudio.....	90
8.2. Recomendaciones prácticas	91
8.3. Proyecciones para futuras investigaciones.....	92
8.4. Reflexión personal sobre el proceso investigativo.....	93
REFERENCIAS	95

Lista de tablas

Tabla 1. Panorama de retrasos y deficiencias en proyectos de infraestructura	14
Tabla 2. Marco normativo aplicable a proyectos de obras civiles en Colombia.....	32
Tabla 3. Estrategias de validez y confiabilidad en la investigación.....	51
Tabla 4. Distribución por Rol	61
Tabla 5. Uso de Metodologías	62
Tabla 6. Adopción de Software	63
Tabla 7. Percepción de Calidad.....	64
Tabla 8. Impacto Percibido	65
Tabla 9. Categorías en Entrevista	67
Tabla 10. Tipos de Documentos.....	69
Tabla 11. Atributos por Tipo de Documento	69

Lista de Figuras

Ilustración 1. Distribución por Rol.....	61
Ilustración 2. Uso de Metodologías.....	62
Ilustración 3. Adopción de Software.....	63
Ilustración 4. Percepción de Calidad.....	64
Ilustración 5. Impacto Percibido.....	65
Ilustración 6. Categorías en Entrevistas.....	68
Ilustración 7. Tipos de Documentos.....	69
Ilustración 8. Atributos por Tipo de Documento.....	69

Listado de Anexos

Anexo 1. Guía de Entrevista Semiestructurada.

Anexo 2. Cuestionario Estructurado para Profesionales del Sector Construcción.

Anexo 3. Formato de Consentimiento Informado.

Resumen

La presente investigación analiza la incidencia de una programación efectiva en la optimización, calidad y éxito de los proyectos de obras civiles en el municipio de Envigado, Antioquia. Se adopta un enfoque mixto, combinando análisis cuantitativo (encuestas a profesionales del sector) y cualitativo (entrevistas semiestructuradas a actores clave), junto con revisión documental. Los resultados evidencian que las principales deficiencias en la programación de obras públicas se relacionan con cronogramas poco realistas, baja adopción tecnológica y débil coordinación institucional. En contraste, las buenas prácticas internacionales, como el uso del método de la ruta crítica (CPM), la metodología BIM 4D/5D y la gestión basada en indicadores de desempeño, mejoran significativamente la eficiencia y la transparencia de los proyectos.

El estudio propone lineamientos estratégicos aplicables al contexto municipal, orientados a fortalecer la planificación, la capacitación profesional y la integración tecnológica en la gestión de proyectos. Se concluye que la programación efectiva es un factor determinante en la optimización de recursos, la reducción de sobre costos y la recuperación de la confianza institucional, contribuyendo así al desarrollo sostenible y a la modernización de la infraestructura pública en Colombia.

Palabras clave: Programación de proyectos – Obras civiles – Gestión de proyectos – Buenas prácticas – Optimización – Metodología BIM – Ruta crítica (CPM) – Eficiencia – Infraestructura pública – Envigado.

Abstract

This research analyzes the impact of effective scheduling on the optimization, quality, and success of civil works projects in the municipality of Envigado, Antioquia. A mixed-methods approach was adopted, combining quantitative analysis (surveys construction professionals) and qualitative insights (semi-structured interviews with key actors), complemented by documentary review. The findings reveal that the main deficiencies in public infrastructure programming stem from unrealistic schedules, low technological adoption, and weak inter-institutional coordination. In contrast, the implementation of international best practices — such as the Critical Path Method (CPM), Building Information Modeling (BIM 4D/5D), and performance-based management — significantly improves efficiency and transparency.

The study proposes strategic guidelines applicable to the municipal context, aimed at strengthening planning, professional training, and technological integration in project management. It concludes that effective scheduling is a key factor in optimizing resources, reducing cost overruns, and rebuilding institutional trust, thereby contributing to sustainable development and the modernization of public infrastructure in Colombia.

Keywords: Project scheduling – Civil works – Project management – Best practices – Optimization – BIM methodology – Critical Path Method (CPM) – Efficiency – Public infrastructure – Envigado.

INTRODUCCIÓN

La ejecución eficiente de proyectos de obras civiles representa un componente estratégico para el desarrollo económico y social de los países. En el contexto colombiano, el sector construcción no solo contribuye significativamente al Producto Interno Bruto (PIB), sino que también genera empleo y responde a necesidades prioritarias de infraestructura pública (DANE, 2022). No obstante, diversos estudios han evidenciado que este sector enfrenta múltiples desafíos relacionados con desviaciones en cronogramas, sobrecostos y fallas en la calidad de las obras entregadas (Contraloría General de la República, 2022; McKinsey & Company, 2017). Este informe de investigación se enfoca en analizar la influencia de una programación efectiva en la optimización, calidad y éxito de los proyectos de obras civiles, tomando como caso de estudio el municipio de Envigado, Antioquia.

Así mismo, la justificación del proyecto se basa en la urgencia de mejorar los procesos de planificación en el sector, ya que una programación deficiente constituye una de las principales causas de fracasos en la ejecución de obras. Estudios como el del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2021) coinciden en que una inadecuada estructuración temporal y técnica afecta la rentabilidad, la eficiencia y la percepción social de los proyectos.

Entre los objetivos del estudio se destacan: (1) identificar las deficiencias actuales en la programación de obras en Envigado, (2) evaluar el impacto de una programación estructurada en los indicadores de desempeño y (3) proponer estrategias de mejora basadas en buenas prácticas y herramientas reconocidas por la literatura especializada.

La revisión teórica sustenta esta investigación sobre los planteamientos del Project Management Institute (PMI, 2021), el cual define la programación como el proceso clave para coordinar tiempos, recursos y actividades. Autores como Kerzner (2017) y Lock (2020) enfatizan que los proyectos con una programación deficiente están condenados a experimentar desviaciones, mientras que una planificación rigurosa basada en métodos como CPM (Critical Path Method), PERT (Program Evaluation and Review Technique) o Gantt permite anticipar cuellos de botella y facilitar el cumplimiento de metas.

A nivel de herramientas tecnológicas, el uso de software como Microsoft Project y Primavera P6, así como la integración de modelos BIM 4D y 5D, ha demostrado un impacto positivo en la eficiencia operativa y en la toma de decisiones (Arditi & Albulak, 2022). En Latinoamérica, el BID (2020) resalta que la baja adopción de estas herramientas limita el desempeño del sector, y en Colombia, la Contraloría General (2022) ha señalado que gran parte de los retrasos y sobrecostos provienen de una escasa articulación entre cronograma, presupuesto y recursos humanos.

Metodológicamente, la investigación adopta un enfoque mixto que integra métodos cuantitativos y cualitativos para abordar la complejidad del problema desde diferentes dimensiones. Esta estrategia incluye el análisis documental, entrevistas semiestructuradas a profesionales del sector y revisión de indicadores de desempeño de obras recientes, aplicando principios de triangulación para validar los hallazgos (Hernández, Fernández & Baptista, 2021).

Los resultados preliminares permiten identificar que los proyectos con una programación clara, herramientas de control adecuadas y liderazgo técnico capacitado logran reducir significativamente las desviaciones en tiempo y presupuesto. Se evidencia también una mejora en la coordinación entre actores y una mayor satisfacción de los usuarios finales.

Como conclusión, este estudio reafirma que la programación efectiva no es un proceso accesorio, sino un componente esencial para el éxito de los proyectos de obras civiles. Implementar buenas prácticas de programación no solo permite optimizar recursos, sino también recuperar la confianza institucional, garantizar el cumplimiento normativo y promover una cultura de gestión basada en la eficiencia y la calidad.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria de la construcción enfrenta a nivel internacional múltiples desafíos que inciden negativamente en el cumplimiento de cronogramas, el control presupuestal y los estándares de calidad en los proyectos. Según McKinsey & Company (2017), solo el 30% de los proyectos de infraestructura en el mundo se completan dentro del presupuesto y del plazo previstos. Esta situación se atribuye principalmente a deficiencias en la planificación y programación, que generan retrasos acumulativos, retrabajo y baja productividad. Aunque se

han desarrollado herramientas modernas como el método de la ruta crítica (CPM), softwares especializados (MS Project, Primavera P6) y metodologías integradas como BIM 4D/5D, su adopción ha sido limitada o inadecuada, lo que perpetúa estas dificultades.

En América Latina, la situación es similar. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020) estima que la región debe invertir anualmente el 3,12% del PIB hasta 2030 para cerrar la brecha de infraestructura y alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible, lo que refleja la magnitud del déficit en ejecución. En Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2021) advierte que más del 40% de los proyectos financiados por el Sistema General de Regalías presentan desviaciones significativas en tiempo y presupuesto. En programas estratégicos, como las Alianzas Público-Privadas viales, se reportó que 16 de 24 proyectos presentaban atrasos en 2023 (Global Highways, 2023).

La evidencia internacional, nacional y regional muestra la persistencia del problema. Como se sintetiza en la Tabla 1, tanto a nivel global como en Colombia y en municipios de Antioquia, las obras públicas enfrentan retrasos, sobrecostos y deficiencias de programación que afectan la confianza institucional, la inversión pública y la percepción ciudadana sobre la calidad de los proyectos.

Tabla 1. Panorama de retrasos y deficiencias en proyectos de infraestructura

Nivel	Indicador	Dato relevante	Fuente
Global	Proyectos terminados en tiempo y presupuesto	Solo el 30% se completan dentro de lo previsto	McKinsey & Company (2017)
Latinoamérica	Brecha de inversión en infraestructura	Se requiere 3,12% del PIB anual hasta 2030 para cumplir con ODS	BID (2020)
Colombia (nacional)	Proyectos financiados por regalías	>40% presentan desviaciones significativas en tiempo y presupuesto	DNP (2021)

Colombia (programa APP viales)	Proyectos con retrasos	16 de 24 proyectos estaban atrasados en 2023	Global Highways (2023)
Colombia (ámbito rural)	Desviaciones promedio	19% en tiempo y 8% en costo	MDPI (2024)
Regional (Antioquia, Medellín y Envigado)	Obras públicas con fallas	Retrasos y sobrecostos en vías, parques y vivienda de interés social	Contraloría General de la República (2022)

En Antioquia y municipios como Medellín o Envigado, la Contraloría General de la República (2022) ha documentado retrasos en la adecuación de vías, parques y proyectos de vivienda de interés social, vinculados a fallas en la programación operativa, improvisación en la toma de decisiones y deficiencia en la comunicación entre contratistas y entidades responsables. Estas problemáticas reflejan la falta de institucionalización de metodologías de programación rigurosas y contextualizadas, lo que incrementa los riesgos técnicos y financieros.

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2021), un planteamiento del problema sólido debe partir de un diagnóstico claro de la situación actual y avanzar hacia la identificación de vacíos de gestión y conocimiento. En este caso, no solo se evidencia un uso inadecuado de las herramientas de programación, sino también carencias en la formación de los profesionales que lideran los proyectos, lo cual profundiza los errores en la toma de decisiones y en la ejecución técnica. Frente a este panorama, se hace necesaria una investigación que analice cómo una programación efectiva incide en la optimización de los proyectos de obras civiles en Envigado, Antioquia, y que plantee lineamientos estratégicos para mejorar la planificación en el contexto local.

1.1. Descripción del problema

En el contexto latinoamericano, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020) ha advertido que uno de los principales obstáculos para la ejecución eficiente de proyectos de obras

civiles es la limitada capacidad institucional para planificar estratégicamente. Entre las deficiencias más comunes se encuentran la elaboración de cronogramas poco realistas, la ausencia de coordinación entre actores y el uso incipiente de herramientas digitales como BIM o softwares de programación avanzada. Estos factores limitan la eficiencia de la inversión pública y reducen el valor social de los proyectos, generando un impacto negativo en la ciudadanía.

En el caso colombiano, el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2021) señaló que más del 40% de los proyectos financiados por el Sistema General de Regalías presentan desviaciones significativas en tiempo y presupuesto. A esta situación se suma la evidencia reciente en programas estratégicos como las APP viales, donde 16 de 24 proyectos reportaron atrasos en 2023 (Global Highways, 2023). De manera complementaria, estudios en contextos rurales han evidenciado desfases promedio del 19% en tiempo y del 8% en costo (MDPI, 2024).

La situación no es ajena al contexto regional. En departamentos como Antioquia y municipios como Medellín y Envigado, la Contraloría General de la República (2022) documentó retrasos y sobrecostos en proyectos de infraestructura vial, espacios públicos y vivienda de interés social. Las causas se relacionan con fallas en la programación operativa, improvisación en la toma de decisiones y baja coordinación entre los equipos de obra y las entidades contratantes, lo cual ha deteriorado la confianza institucional y la percepción ciudadana sobre la calidad de la inversión pública.

Como lo muestra la Tabla 1, los indicadores en distintos niveles (global, latinoamericano, nacional y regional) coinciden en señalar que la programación deficiente de proyectos es una problemática persistente y de alto impacto. Este diagnóstico evidencia no solo la magnitud del problema, sino también la necesidad de estudios que permitan comprender las causas locales y formular propuestas contextualizadas de mejora.

Frente a este panorama, se evidencia la necesidad de llevar a cabo un estudio riguroso que permita analizar cómo una programación efectiva incide directamente en la optimización de los proyectos de obras civiles. Este análisis permitirá establecer lineamientos prácticos que orienten la implementación de estrategias de planificación más eficientes y contextualizadas, contribuyendo a mejorar la ejecución de obras y a fortalecer la gerencia de proyectos en el país.

1.2. La pregunta de investigación

¿Como una propuesta desde las buenas prácticas en gestión de proyectos para la implementación de lineamientos estratégicos de planeación y/o programación pueden mejorar la ejecución y calidad en las entregas de los proyectos de obras civiles en el Municipio de Envigado, Antioquia?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

Generar una propuesta de lineamientos estratégicos de programación efectiva que contribuya a optimizar la calidad y el éxito de los proyectos de obras civiles en el Municipio de Envigado, Antioquia.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las principales deficiencias en la programación de obras civiles en el Municipio de Envigado, Antioquia que afectan su desarrollo y resultados.
- Determinar qué buenas prácticas de programación (técnicas, estrategias, metodologías y herramientas) se están aplicando en el sector de la construcción en otras regiones, países y proyectos, para analizar su aplicabilidad en el contexto local.
- Proponer estrategias de mejora en la planificación de obras civiles en el Municipio de Envigado, Antioquia, basadas en buenas prácticas y herramientas de gestión de proyectos.

1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación se fundamenta en la necesidad urgente de optimizar la ejecución de proyectos de obras civiles a través de una programación efectiva que contribuya a garantizar la calidad, reducir desviaciones presupuestales y temporales y, en consecuencia, fortalecer la confianza ciudadana en la gestión de la infraestructura pública. Este problema, diagnosticado por organismos nacionales e internacionales, constituye no solo una preocupación técnica, sino también social, dado que afecta el acceso oportuno de las comunidades a bienes y servicios esenciales como vías, acueductos, hospitales, escuelas y espacios públicos.

Desde una perspectiva social, los retrasos en la ejecución de obras limitan la conectividad territorial, profundizan desigualdades y reducen la competitividad regional. Según el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2021), más del 40% de los proyectos financiados con recursos públicos presentan desviaciones en tiempo y costo, lo cual repercute en la entrega tardía de servicios básicos. Estas ineficiencias impactan en la percepción ciudadana sobre la gestión estatal, generando desconfianza hacia las autoridades contratantes y debilitando la legitimidad institucional (Contraloría General de la República, 2022).

A nivel regional, la problemática se hace evidente en Antioquia y particularmente en Envigado, donde proyectos de adecuación vial, urbanismo y vivienda han experimentado retrasos y sobrecostos atribuibles a fallas de programación. Estos escenarios no solo generan molestias comunitarias y pérdidas económicas, sino que reflejan la urgencia de institucionalizar metodologías de planificación rigurosas y contextualizadas.

El contexto global también refuerza la pertinencia de esta investigación. Según el informe *Reinventing Construction* de McKinsey & Company (2017), la industria de la construcción mantiene una de las tasas más bajas de crecimiento en productividad, con un rezago de casi 20 años frente a otros sectores. Este desfase responde, en gran parte, a la baja implementación de tecnologías de gestión y planificación como BIM o software especializado. A nivel regional, el Banco Interamericano de Desarrollo (2020) subraya que la modernización de la planificación de obras es un requisito indispensable para reducir ineficiencias estructurales y mejorar la calidad de vida urbana y rural.

En el plano académico, este estudio contribuye a la gerencia de proyectos al generar evidencia empírica sobre cómo las deficiencias en programación afectan la ejecución de obras civiles en contextos locales. El análisis realizado servirá como insumo para enriquecer la discusión científica sobre la modernización de la gestión de proyectos en América Latina, un ámbito donde predominan estudios sobre megaproyectos, pero son escasos los análisis en municipios de escala media. Así, la investigación se posiciona como un aporte original a la literatura al visibilizar realidades subnacionales y sus implicaciones para la teoría de la gestión de proyectos.

En el plano práctico, la investigación propone lineamientos aplicables que pueden orientar tanto a entidades públicas como a contratistas privados hacia una programación más efectiva. La construcción de un marco de buenas prácticas permitirá generar guías para la toma de decisiones, optimizar la asignación de recursos y reducir riesgos financieros y sociales. Al mismo tiempo, servirá como referente formativo para programas académicos y procesos de capacitación en universidades y entidades del sector.

En síntesis, esta investigación aporta de manera diferenciada: en lo académico, al ampliar la literatura sobre programación de obras civiles en contextos locales; y en lo práctico, al ofrecer estrategias y herramientas contextualizadas que fortalezcan la gestión de proyectos en Envigado y municipios similares. De este modo, la propuesta se alinea con los principios del desarrollo sostenible y las exigencias contemporáneas de eficiencia, transparencia y calidad en la inversión pública, reafirmando su pertinencia y relevancia en múltiples niveles.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco Teórico

La programación efectiva de proyectos se entiende como el conjunto de procesos destinados a organizar en el tiempo las actividades necesarias para alcanzar los objetivos de un proyecto. Según el Project Management Institute (PMI, 2021), una programación efectiva no solo permite visualizar la secuencia lógica de tareas, asignar recursos y prever cuellos de botella, sino

también establecer controles de avance que inciden directamente en la eficiencia global del proyecto.

En esta línea, Kerzner (2017) enfatiza que los proyectos que no dedican una fase inicial rigurosa a la planificación y programación tienen mayor probabilidad de experimentar desviaciones en costo, tiempo y alcance. Lock (2020) complementa esta visión al señalar que la programación debe trascender la fijación de fechas y contemplar dependencias, rutas críticas y planes de contingencia, lo que otorga resiliencia en escenarios de incertidumbre. Aquí se observa un punto de encuentro entre ambos autores: la planificación inicial es la base de la estabilidad, pero Lock introduce una visión más adaptativa, clave para contextos como los latinoamericanos donde las condiciones cambian rápidamente.

El uso de técnicas como el método del camino crítico (CPM), el diagrama de Gantt y el método PERT ha demostrado ser útil en la optimización de procesos constructivos. Arditi y Albulak (2022) destacan que estas herramientas facilitan la claridad en la secuencia de actividades y mejoran la comunicación entre equipos. Sin embargo, diversos estudios han señalado que, aunque efectivas, estas metodologías son insuficientes cuando se aplican de manera aislada y sin integración con factores financieros y de riesgos (Kerzner, 2017; Lock, 2020).

La introducción de tecnologías como BIM 4D y 5D constituye un cambio de paradigma. A diferencia de las herramientas tradicionales, BIM integra tiempo y costo en modelos colaborativos que permiten simular escenarios antes de la ejecución real (BID, 2020). Sapag Chain y Sapag Chain (2014) refuerzan que esta integración no solo optimiza la planificación, sino que también reduce riesgos y mejora la toma de decisiones gerenciales. Este contraste evidencia un vacío: aunque la literatura resalta el potencial transformador de BIM, en contextos como Colombia y Envigado su adopción es baja, lo que justifica la pertinencia del estudio.

En el ámbito de las obras civiles, Arditi y Albulak (2022) resaltan que se caracterizan por la necesidad de coordinar recursos técnicos, humanos, financieros y normativos en escenarios de alta complejidad. Aquí la programación se vuelve crítica, pues las fallas no solo repercuten en sobrecostos y retrasos, sino también en la confianza ciudadana y en la percepción de la inversión pública.

La técnica del camino crítico (CPM), en particular, sigue siendo una referencia central. Según Lock (2020), su utilidad radica en identificar las actividades que determinan la duración del proyecto y que no pueden retrasarse sin comprometer la fecha de entrega. Sin embargo, su eficacia se limita si no se acompaña de mecanismos de reprogramación adaptativos y de integración con tecnologías digitales.

El modelo BIM, en versiones avanzadas como 4D y 5D, fortalece precisamente esas dimensiones al integrar cronogramas y costos. El BID (2020) subraya que esta metodología no solo aporta eficiencia técnica, sino también transparencia en la gestión de proyectos, al permitir un mayor control ciudadano y una reducción de conflictos entre actores.

Finalmente, en cuanto a la productividad del sector construcción, McKinsey & Company (2017) identificó que se trata de una de las industrias con menor crecimiento en productividad en las últimas dos décadas, lo que se asocia a la baja adopción de tecnologías modernas y metodologías de gestión. Esta constatación conecta directamente con el problema investigado: si la programación es deficiente, la productividad global del sector se ve comprometida, afectando no solo los proyectos individuales, sino también el desarrollo económico y social.

En síntesis, el marco teórico evidencia coincidencias importantes entre autores respecto a la relevancia de la programación, pero también revela vacíos significativos: mientras que en la teoría las metodologías modernas (BIM, optimización de procesos) se reconocen como herramientas transformadoras, en la práctica su adopción en municipios como Envigado es mínima. Este desajuste entre lo teórico y lo aplicado constituye precisamente la brecha que esta investigación busca explorar y contribuir a cerrar.

2.1.1. Gestión de proyectos

La gestión de proyectos es una disciplina que se ocupa de la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para ejecutar proyectos de manera efectiva y eficiente. Según el Project Management Institute (PMI, 2021), se trata de un esfuerzo temporal emprendido para crear un producto, servicio o resultado único, que implica la planificación, ejecución, control y cierre de actividades organizadas en fases. Esta gestión incluye múltiples dimensiones como

el alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos y adquisiciones, siendo la programación uno de los pilares fundamentales para el éxito.

2.1.2. Programación de proyectos

La programación de proyectos se refiere a la organización lógica y secuencial de actividades que deben realizarse dentro de un proyecto, incluyendo la estimación de duraciones, asignación de recursos, definición de relaciones de dependencia y establecimiento de plazos. Según Kerzner (2017), una programación eficaz permite prever interferencias, establecer puntos críticos y tomar decisiones anticipadas frente a desviaciones. Herramientas como el método del camino crítico (CPM), los diagramas de Gantt y el método PERT son fundamentales para visualizar y controlar el avance del proyecto.

2.1.3. Obras civiles

Las obras civiles comprenden todas las construcciones orientadas al desarrollo de infraestructura para uso público o privado, tales como carreteras, puentes, edificaciones, sistemas de acueducto, alcantarillado, entre otros. Arditi y Albulak (2022) destacan que las obras civiles exigen una coordinación compleja entre recursos técnicos, humanos, financieros y normativos, lo que hace indispensable la existencia de una planificación integral y una programación efectiva que considere condiciones del entorno, regulaciones locales y capacidades de los actores involucrados.

2.1.4. Ruta crítica (CPM)

La técnica del camino crítico o Critical Path Method (CPM) es una herramienta fundamental para la programación de proyectos, ya que permite identificar la secuencia de actividades que determinan la duración total del proyecto. Según Lock (2020), esta técnica ayuda a detectar cuáles tareas no pueden retrasarse sin afectar la fecha de finalización, por lo que es esencial en la toma de decisiones sobre priorización, recursos y control. CPM proporciona una visión estructurada del proyecto, favoreciendo la eficiencia y la previsión de riesgos.

2.1.5. Metodología BIM (Building Information Modeling)

El modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) es una metodología que permite la representación digital de las características físicas y funcionales de una obra. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020), BIM facilita la planificación, diseño, construcción y operación de infraestructuras a través de modelos colaborativos en tiempo real, reduciendo errores, optimizando recursos y mejorando la comunicación entre actores. En versiones avanzadas como BIM 4D y 5D, se incorporan variables de tiempo y costo, integrando directamente la programación al modelo constructivo.

2.1.6. Optimización de procesos

La optimización en proyectos de construcción implica la mejora continua de los procesos para alcanzar los objetivos con el menor uso posible de recursos, tiempo y esfuerzo. Para Sapag Chain y Sapag Chain (2014), optimizar significa rediseñar los flujos de trabajo y eliminar actividades innecesarias o redundantes, basándose en indicadores de eficiencia y productividad. En el caso de la programación, la optimización se traduce en cronogramas realistas, asignación estratégica de recursos y reducción de tiempos muertos.

2.1.7. Productividad en el sector construcción

La productividad en el sector de la construcción es una medida de la eficiencia con la que se transforman los insumos (materiales, mano de obra, tiempo) en productos (obras terminadas). McKinsey & Company (2017) indica que la construcción es uno de los sectores con menor crecimiento en productividad, en parte debido a la limitada adopción de tecnologías y metodologías de planificación modernas. Mejorar la productividad implica sistematizar la programación, reducir el retrabajo y fomentar la innovación en la gestión de proyectos.

A partir de la revisión de la literatura, se observa que, aunque la teoría en gestión de proyectos resalta la importancia de la programación rigurosa y la incorporación de herramientas modernas como BIM, en contextos locales como Envigado persisten brechas entre el

conocimiento académico y la práctica profesional. Mientras autores como Kerzner (2017), Lock (2020) y el PMI (2021) coinciden en que la programación efectiva es un factor determinante del éxito, la evidencia empírica en Colombia y América Latina revela una adopción limitada de estas metodologías, una débil institucionalización de procesos de planificación y una escasa capacitación técnica en el sector. Este contraste muestra un vacío de aplicación que justifica la pertinencia de investigar cómo trasladar las buenas prácticas internacionales a un contexto municipal específico, lo cual abre la puerta a la construcción de un marco de referencia adaptado a las condiciones sociales, técnicas y normativas de Envigado.

2.2. Marco de Antecedentes

A nivel internacional, múltiples estudios han destacado la importancia de una adecuada planificación y programación en el éxito de los proyectos de obras civiles. McKinsey & Company (2017) advierte que la falta de eficiencia en la gestión del tiempo es responsable de hasta el 80% de los sobrecostos y retrasos en proyectos de infraestructura a nivel mundial. En un estudio comparativo realizado por Arditi y Albulak (2022), se concluyó que las empresas que implementan metodologías estructuradas como el método de la ruta crítica (CPM) y el uso de herramientas tecnológicas como Primavera P6 y Microsoft Project logran reducir los tiempos de ejecución en un promedio del 25%.

En América Latina, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020) ha señalado que uno de los factores más críticos en el desempeño deficiente de los proyectos es la falta de planificación integral y seguimiento adecuado al cronograma. A nivel nacional, la Contraloría General de la República (2022) ha documentado que gran parte de los retrasos y sobrecostos en proyectos financiados con recursos públicos se deben a una programación deficiente, inadecuada estructuración técnica y escasa articulación institucional.

En el contexto local, estudios realizados en el departamento de Antioquia muestran que los proyectos de infraestructura urbana presentan desviaciones significativas entre el cronograma planeado y el ejecutado, lo que genera impactos económicos y sociales. Esta situación evidencia la necesidad de implementar herramientas eficaces de programación que consideren las condiciones reales del entorno y las capacidades de los actores involucrados.

2.2.1. Ecuación de búsqueda

Se utilizó la siguiente estrategia de búsqueda con operadores booleanos:

("programación de proyectos" OR "gestión de proyectos" OR "obras civiles")
AND ("buenas prácticas" OR "metodologías" OR "CPM" OR "PERT" OR "BIM")
AND ("infraestructura" OR "construcción")

2.2.2. Temporalidad de revisión

Se consideraron estudios publicados entre 2015 y 2025, priorizando literatura reciente y vigente. Se incluyeron algunas referencias previas a este rango únicamente cuando se trataron de textos seminales con alta relevancia académica.

2.2.3. Bases de datos consultadas

- Scopus.
- Google Scholar.
- Redalyc.
- Scielo.
- Dialnet.
- Informes institucionales: Banco Interamericano de Desarrollo (BID), DNP, Contraloría General de la República, entre otros.

A continuación, se presentan 11 estudios organizados cronológicamente que han abordado el problema de ineficiencia en obras civiles y han propuesto tecnologías, estrategias o metodologías útiles para su solución.

2.2.4. Kerzner (2017)

Este autor plantea que la programación no debe entenderse como una fase aislada, sino como el núcleo de la gerencia de proyectos. Afirma que la falta de programación estructurada es una de las principales causas de desviaciones en cronograma y sobrecostos. Propone metodologías como CPM y diagramas de Gantt, resaltando que deben adaptarse al tipo de obra y al entorno. Su aporte radica en posicionar la programación como el “sistema nervioso” de la gestión de proyectos, desde el cual se articulan los demás componentes.

2.2.5. McKinsey & Company (2017)

En el informe *Reinventing Construction*, la consultora revela que solo el 30% de los proyectos terminan a tiempo y dentro del presupuesto. Identifica como causa la débil adopción tecnológica y la limitada integración de cronogramas. Propone la digitalización de procesos y la incorporación de BIM como catalizadores de eficiencia. Su aporte es clave porque ofrece evidencia global y cuantitativa del rezago de la industria de la construcción frente a otros sectores.

2.2.6. Lock (2020)

Este autor aborda la programación desde una perspectiva de gestión integral, en la que las dependencias y cambios deben anticiparse. Introduce la técnica del valor ganado como herramienta de control para integrar cronograma y presupuesto. La propuesta resulta útil porque conecta planificación y control financiero, reduciendo los riesgos de sobrecostos ocultos y retrasos acumulativos.

2.2.7. Banco Interamericano de Desarrollo – BID (2020)

El BID identifica la deficiente programación como una de las causas estructurales del bajo desempeño en América Latina. Recomienda la adopción de metodologías BIM y el uso de indicadores de desempeño desde la fase de planificación. Su valor está en señalar la necesidad de fortalecer capacidades institucionales y la formación técnica, más allá de la simple adopción de software.

2.2.8. Departamento Nacional de Planeación – DNP (2021)

En sus informes de regalías, el DNP muestra que más del 40% de los proyectos presentan desviaciones significativas. Detecta cronogramas poco realistas y una débil articulación con presupuesto y recursos humanos. La relevancia de este aporte radica en el diagnóstico del caso colombiano, evidenciando fallas recurrentes en la planeación de proyectos financiados con recursos públicos.

2.2.9. Hernández, Martínez & González (2021)

A través de un estudio de caso en Chile, los autores concluyen que la programación deficiente y sin fundamentos técnicos explica los incumplimientos de cronogramas. Recomiendan la capacitación constante en MS Project y PERT, con simulaciones como herramienta preventiva. Su aporte es relevante porque vincula directamente la formación profesional con los resultados de ejecución.

2.2.10. Project Management Institute – PMI (2021)

En la última edición del PMBOK, el PMI enfatiza la necesidad de considerar recursos, dependencias, holguras y riesgos en la programación. Introduce prácticas ágiles e híbridas,

planteando su aplicabilidad incluso en proyectos de infraestructura. Este aporte marca una evolución hacia enfoques más flexibles en contextos de incertidumbre.

2.2.11. Arditi & Albulak (2022)

Su investigación compara técnicas tradicionales (CPM, Gantt) con software como Primavera y MS Project, encontrando que la adopción disciplinada reduce los plazos de ejecución en un promedio del 25%. Además, señalan la importancia de la capacitación en el uso de herramientas digitales. Este aporte valida empíricamente el impacto de la tecnología en la optimización de tiempos.

2.2.12. Contraloría General de la República (2022)

Documenta retrasos de hasta 18 meses en proyectos de Antioquia con cronogramas deficientes. Destaca que la falta de programación técnica es una debilidad transversal en el sector público. Este hallazgo es crucial porque contextualiza el problema en la región de estudio (Antioquia y Envigado).

2.2.13. Torres, Sánchez & Patiño (2023)

En una investigación en Medellín, comparan proyectos públicos y privados. Concluyen que los privados presentan menos retrasos gracias al uso de BIM 5D y cronogramas vinculados al presupuesto. Proponen trasladar estas prácticas al sector público. Su valor está en ofrecer evidencia local y viable de transferencia metodológica.

2.2.14. Rodríguez & Vera (2024)

Desarrollan un modelo predictivo de cumplimiento de cronogramas basado en inteligencia artificial y datos históricos. El modelo permite anticipar desviaciones y reasignar recursos de forma preventiva. Este aporte es innovador porque muestra la transición hacia herramientas de analítica avanzada aplicadas a la programación de obras civiles.

2.3. Marco normativo

El desarrollo de proyectos de obras civiles en Colombia está regulado por un conjunto de normas y directrices que establecen criterios técnicos, legales y financieros para garantizar la calidad, la transparencia y la eficiencia en la ejecución de obras públicas. Estas disposiciones exigen procesos rigurosos de planificación y programación, vinculándose directamente con el objeto de esta investigación. No obstante, la sola existencia de este marco jurídico no asegura su aplicabilidad ni su cumplimiento, por lo que resulta necesario analizar tanto su pertinencia normativa como sus limitaciones prácticas.

2.3.1. Ley 80 de 1993 – Estatuto General Contratación Administración Pública

La Ley 80 establece principios de planeación, economía y responsabilidad. El artículo 26 obliga a que toda contratación cuente con estudios previos, análisis de riesgos y un programa de ejecución. En la práctica, sin embargo, múltiples informes de la Contraloría han evidenciado que muchos proyectos se licitan con cronogramas incompletos o no realistas, lo que convierte este mandato legal en una formalidad sin impacto real. De este modo, se genera una brecha entre el espíritu de la ley y la realidad de la contratación pública.

2.3.2. Ley 1474 de 2011 – Estatuto Anticorrupción

Esta norma refuerza los controles sobre la planeación y ejecución de obras, exigiendo cronogramas detallados y mecanismos de supervisión. Aunque constituye un avance en la lucha contra la corrupción, su efectividad depende de la capacidad institucional para hacer seguimiento y sancionar. En municipios medianos como Envigado, donde las oficinas de control suelen estar limitadas en recursos humanos y técnicos, el cumplimiento efectivo de este mandato enfrenta serias dificultades.

2.3.3. Sistema General de Regalías (SGR)

El SGR condiciona el desembolso de recursos a la existencia de un cronograma estructurado. Aun así, el Departamento Nacional de Planeación (2021) reporta que más del 40% de los proyectos financiados por regalías presentan desviaciones significativas de tiempo y costo. Esto evidencia que, aunque el requisito normativo existe, los mecanismos de verificación son insuficientes y no logran prevenir la programación deficiente.

2.3.4. Guía Metodológica MGA (Metodología General Ajustada)

La MGA obliga a presentar ruta crítica, presupuesto y programación temporal de recursos. Sin embargo, estudios de evaluación del DNP muestran que muchos proyectos elaboran la MGA como requisito de trámite, sin que se traduzca en una herramienta viva para la gestión del proyecto. Esta desconexión entre el instrumento normativo y su uso operativo reduce significativamente su potencial.

2.3.5. Documentos CONPES 3918 y 4080

Los CONPES buscan fortalecer la planeación estratégica e introducir metodologías como BIM. No obstante, la implementación de estas recomendaciones ha sido desigual: mientras en algunos sectores (transporte, vivienda) se han hecho avances, en municipios intermedios la adopción es marginal. Esta brecha muestra que las políticas públicas requieren acompañamiento técnico y recursos para ser efectivas.

2.3.6. Normas Técnicas Colombianas (NTC-ISO 21500:2013)

La adopción de la ISO 21500 por el ICONTEC establece lineamientos internacionales de gestión de proyectos, incluyendo la programación. Su carácter voluntario, sin embargo, ha limitado su penetración en entidades públicas, que priorizan el cumplimiento de leyes obligatorias sobre la adopción de estándares de calidad. En la práctica, su impacto ha sido mayor en empresas privadas con capacidad técnica y financiera, más que en proyectos municipales.

2.3.7. Importancia normativa para esta investigación

En conjunto, este marco normativo muestra que la programación está reconocida como un componente esencial de la gestión de proyectos en Colombia. Sin embargo, la brecha entre la norma y la práctica es amplia: muchas veces los cronogramas se conciben como requisitos formales más que como herramientas de gestión. Esta investigación adquiere relevancia precisamente porque busca cerrar ese vacío, ofreciendo lineamientos prácticos que fortalezcan el cumplimiento normativo y, sobre todo, su aplicabilidad real en contextos locales como Envigado. Al analizar críticamente estas normas, se reconoce que su efectividad depende no solo de su existencia, sino de la capacidad técnica, el compromiso institucional y la formación profesional de quienes deben implementarlas.

Tabla 2. Marco normativo aplicable a proyectos de obras civiles en Colombia

Norma / Documento	Contenido principal	Objetivo	Limitaciones prácticas
Ley 80 de 1993 – Estatuto General de Contratación	Principios de planeación, economía y responsabilidad. Requiere estudios previos y programas de ejecución.	Garantizar transparencia y legalidad en la contratación pública.	Cronogramas se elaboran muchas veces como requisito formal, sin asegurar su calidad ni realismo.
Ley 1474 de 2011 – Estatuto Anticorrupción	Refuerza controles de planeación y supervisión técnica.	Prevenir corrupción y uso indebido de recursos en obras públicas.	Débil capacidad institucional en municipios medianos para supervisar y sancionar incumplimientos.
Sistema General de Regalías (SGR)	Exige cronogramas claros para liberar recursos.	Asegurar ejecución técnica, financiera y temporal adecuada.	Más del 40% de proyectos financiados presentan desviaciones (DNP, 2021), evidencia de verificación insuficiente.
Metodología General Ajustada (MGA)	Instrumento obligatorio para formular proyectos de inversión pública (ruta crítica, cronograma, presupuesto).	Estandarizar la formulación de proyectos y garantizar su viabilidad.	Se utiliza en muchos casos como “trámite documental”, sin convertirse en herramienta real de gestión.
CONPES 3918 y 4080	Promueven planificación estratégica con ciclo de vida completo e introducción de BIM.	Fortalecer estructuración de proyectos y modernizar la programación.	Implementación desigual: mayor en proyectos nacionales, limitada en municipios intermedios como Envigado.

NTC-ISO 21500:2013	Directrices internacionales de gestión de proyectos, incluye buenas prácticas en programación.	Eleva la calidad técnica y alinear con estándares globales.	Carácter voluntario reduce su aplicación; más adoptada en empresas privadas que en entidades públicas.
-----------------------	---	--	--

En conclusión, el marco normativo colombiano en materia de obras civiles ofrece un andamiaje jurídico y técnico robusto que reconoce la programación como un requisito esencial de la planeación y la gestión pública. Sin embargo, como se sintetiza en la Tabla 2, la efectividad de estas disposiciones se ve limitada por factores como la capacidad institucional, la cultura de cumplimiento y la falta de apropiación técnica en contextos locales. En municipios de escala media como Envigado, estas limitaciones se traducen en cronogramas poco realistas, debilidades en el control de ejecución y baja adopción de metodologías modernas como BIM. La investigación, por tanto, adquiere una relevancia doble: por un lado, responde al mandato legal de fortalecer la planeación de los proyectos, y por otro, propone lineamientos prácticos que buscan cerrar la brecha entre la normativa y su aplicación real, contribuyendo al mejoramiento continuo del sector y a la consolidación de una cultura de transparencia y eficiencia en la gestión de infraestructura pública.

3. METODOLOGÍA

3.1. Ruta de investigación

Este capítulo detalla el enfoque mixto, el diseño y alcance, la población y muestra, los instrumentos, el procedimiento, y el plan analítico (cuantitativo y cualitativo), junto con las consideraciones éticas. La lógica general es explicativa–aplicada: describimos el fenómeno, lo comparamos con la literatura, y generamos lineamientos prácticos.

3.2. Enfoque y alcance de la investigación

La presente investigación adopta un enfoque metodológico mixto, que combina elementos cuantitativos y cualitativos para proporcionar una comprensión amplia y profunda del fenómeno de estudio: la incidencia de una programación efectiva en la optimización, calidad y éxito de los proyectos de obras civiles en el municipio de Envigado, Antioquia. También, fundamentar la generación de una propuesta de lineamientos estratégicos que contribuyan a mejorar la calidad y el éxito de los proyectos de obras civiles.

Desde la perspectiva cuantitativa, se recurre al análisis de datos empíricos relacionados con proyectos de infraestructura desarrollados entre 2020 y 2024, tales como cronogramas de ejecución, reportes de avance físico-financiero, registros de desviaciones presupuestales y temporales, y estadísticas oficiales de desempeño. Estos datos permiten establecer patrones de incumplimiento, identificar relaciones entre la planificación y los resultados, y evaluar el impacto de las prácticas de programación en indicadores clave del proyecto.

Desde el enfoque cualitativo, se realizaron entrevistas semiestructuradas a actores clave del proceso constructivo, incluyendo ingenieros residentes, supervisores, funcionarios públicos y contratistas. Estas entrevistas permiten recoger percepciones, identificar prácticas informales, comprender limitaciones operativas y conocer experiencias en la gestión del tiempo en proyectos de obras civiles. Este componente cualitativo facilita una interpretación contextualizada de los datos cuantitativos y enriquece el análisis desde una visión más comprensiva.

La estrategia metodológica responde al paradigma pragmático, que reconoce la utilidad de integrar diversas técnicas para responder de forma más eficaz a problemas complejos y multicausales (Hernández, Fernández & Baptista, 2021). En este sentido, el enfoque mixto permite una triangulación de información que potencia la validez interna del estudio y favorece la elaboración de una propuesta técnica aplicable a contextos reales.

La presente investigación tiene como alcance temporal el periodo comprendido entre los años 2020 y 2024, tiempo durante el cual se han evidenciado problemáticas recurrentes en la ejecución de proyectos de obras civiles en el municipio de Envigado, Antioquia. Este periodo coincide con un aumento de la inversión pública en infraestructura local y una creciente

preocupación institucional por los sobrecostos y los retrasos en la entrega de obras, como lo ha señalado la Contraloría General de la República (2022).

Desde el alcance espacial, el estudio se delimita al municipio de Envigado, ubicado en el departamento de Antioquia, Colombia. Esta localidad fue seleccionada por su alta densidad urbana, su nivel de desarrollo en proyectos de infraestructura y la disponibilidad de datos oficiales sobre obras ejecutadas, así como por las denuncias y observaciones sobre problemas de planeación en algunos de sus proyectos de interés público (Contraloría General de la República, 2022).

En cuanto al alcance temático, la investigación se enfoca en analizar cómo una programación efectiva, entendida como la planificación detallada y estratégica de las actividades de un proyecto, incide en la optimización, calidad y éxito de obras civiles. Se consideran aspectos como la utilización de metodologías tradicionales (CPM, PERT, Gantt), el uso de tecnologías como BIM 4D y 5D, y el empleo de herramientas digitales como Microsoft Project o Primavera. El estudio busca desarrollar una propuesta de buenas prácticas aplicables a entidades contratistas y públicas, en línea con las recomendaciones de organismos como el Project Management Institute (PMI, 2021) y el Banco Interamericano de Desarrollo (2020).

La relevancia del estudio radica en su capacidad para aportar soluciones concretas a una problemática estructural en el sector de la construcción: la deficiente programación de proyectos. Esta situación ha sido ampliamente documentada por McKinsey & Company (2017), que indica que más del 70% de los proyectos de infraestructura en el mundo sufren retrasos o sobrecostos por fallas en la planificación. A nivel regional, el Banco Interamericano de Desarrollo (2020) también ha advertido que América Latina requiere modernizar sus herramientas de gestión de proyectos para garantizar eficiencia en la inversión pública.

Este estudio, al proponer lineamientos de mejora basados en la evidencia, pretende contribuir a la profesionalización de la gestión de obras civiles, al fortalecimiento institucional y al cumplimiento de las normativas vigentes, particularmente en contextos locales donde los recursos son limitados y las necesidades sociales son urgentes.

3.3. Tipo de Diseño de la Investigación

La investigación es de tipo aplicada, ya que su finalidad no es solo describir una situación, sino formular una propuesta de buenas prácticas en programación de proyectos, sustentada en evidencia, que pueda ser utilizada por entidades públicas y privadas del sector de la construcción. Asimismo, se enmarca dentro del diseño no experimental, ya que no se manipulan variables, sino que se observan fenómenos tal como ocurren en su contexto natural (Hernández et al., 2021).

Este enfoque metodológico integral permite vincular la teoría con la práctica y proporciona una base rigurosa para proponer soluciones sostenibles a una problemática estructural del sector de la infraestructura.

El diseño adoptado en esta investigación es de tipo no experimental, transversal y descriptivo-propositivo. Se clasifica como no experimental porque no se manipulan deliberadamente las variables, sino que se observan y analizan tal como ocurren en su contexto natural, sin intervención del investigador sobre los factores que afectan la programación o ejecución de los proyectos de obras civiles. El propósito es comprender cómo se ha desarrollado la planificación en diversos proyectos ejecutados en Envigado entre los años 2020 y 2024, sin alterar su curso (Hernández, Fernández & Baptista, 2021).

Además, se trata de una investigación de diseño transversal, ya que la información se recolecta en un único momento en el tiempo, permitiendo capturar una instantánea del fenómeno objeto de estudio. Este diseño resulta adecuado para identificar relaciones entre prácticas de programación y resultados de ejecución en proyectos de infraestructura.

3.4. Población objeto de estudio

La población objeto de estudio está compuesta por los proyectos de obras civiles ejecutados en el municipio de Envigado, Antioquia, entre los años 2020 y 2024, así como por los profesionales involucrados en su planeación, programación y ejecución (ingenieros civiles,

arquitectos, contratistas, supervisores técnicos y funcionarios públicos de la Secretaría de Obras Públicas).

Esta población fue seleccionada debido a la representatividad de Envigado como municipio con una alta inversión en infraestructura, así como por la disponibilidad de registros oficiales, informes técnicos y acceso a los actores del sector. Los proyectos incluidos corresponden a intervenciones en urbanismo, adecuación vial, mejoramiento de equipamientos públicos y obras de saneamiento básico, los cuales permiten analizar de forma integral las prácticas de programación empleadas.

El estudio se orienta hacia una población finita y localizada geográficamente, lo que facilita la recopilación de información tanto cualitativa como cuantitativa, y permite establecer hallazgos contextualizados que pueden ser replicables o adaptables en otros municipios con características similares.

3.5. Muestra

Para efectos de la investigación, se definió una muestra intencional con los siguientes criterios:

3.5.1. Encuesta

- Población finita: $N = 480$.
- Parámetros muestrales:
 - Nivel de confianza: 95% ($Z=1.96$).
 - Margen de error: $e = 8\%$ (criterio de viabilidad conservando precisión).
 - $p = 0.5$ (máxima variabilidad).
- Tamaño muestral: $n = 115$ (con corrección por población finita).
- No respuesta: tasa esperada 40%; 192 invitaciones ($\sim 115/0.60$).
- Afijación por estratos (roles) para representatividad funcional (proporcional al peso estimado en el marco):
 - Residente de obra $\approx 30\% \rightarrow 35$ casos

- Interventoría/supervisión $\approx 25\%$ $\rightarrow 29$
- Planeación/seguimiento $\approx 25\%$ $\rightarrow 29$
- Responsable técnico del contratista $\approx 20\%$ $\rightarrow 22$
(Ajustable in situ manteniendo proporciones; se documentarán desbalances y ponderaciones si aplica.)

Criterios de inclusión: profesionales con rol directo en programación/seguimiento (2020–2024) y evidencia de participación en ≥ 1 proyecto.

Criterios de exclusión: roles administrativos sin injerencia técnica; proyectos sin trazabilidad documental.

Justificación de representatividad:

- Cobertura funcional: cuatro roles nucleares de la programación.
- Estratificación proporcional: reduce sesgo de composición.
- Error muestral controlado (8%) suficiente para análisis descriptivo e inferencial básico en estudios aplicados.

3.5.2. Entrevistas semiestructuradas:

- Muestreo intencional por criterios (experiencia, rol, incidencia en decisiones).
- Saturación teórica: umbral operativo 10 entrevistas; ampliable si emergen categorías nuevas de forma sostenida.
- Distribución sugerida: 3 residentes, 3 interventores, 2 planeación, 2 contratistas (ajustable por agenda).

3.5.3. Revisión documental

- 20 documentos: 6 normativos/guías, 8 técnicos (cronogramas/matrices), 6 evaluativos (interventoría/auditoría).
- Criterios: pertinencia con Envigado 2020–2024, completitud y verificabilidad.

3.6. Instrumento(s)

Para la presente investigación se emplean dos instrumentos principales de recolección de datos: entrevistas semiestructuradas y cuestionarios estructurados, ambos diseñados para recopilar información desde un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo, respectivamente. Estos instrumentos permitieron obtener datos relevantes sobre la programación de proyectos de obras civiles en el municipio de Envigado, Antioquia, entre los años 2020 y 2024.

La selección de un cuestionario estructurado y de entrevistas semiestructuradas responde a la necesidad de combinar datos cuantitativos y cualitativos, lo que permite un abordaje integral del problema de investigación.

El cuestionario estructurado fue seleccionado como instrumento principal de recolección de datos cuantitativos porque permite obtener información estandarizada, precisa y comparable entre diferentes participantes. Este tipo de instrumento facilita la medición de variables clave como la frecuencia de uso de metodologías de programación, el nivel de adopción tecnológica y la percepción de la calidad en la gestión de proyectos. Su formato cerrado (preguntas de selección múltiple, escalas Likert y verdadero/falso) contribuye a reducir la ambigüedad en las respuestas, aumentando la validez y confiabilidad estadística de los resultados. Asimismo, posibilita un procesamiento eficiente en software estadístico (JASP), lo que permite aplicar análisis descriptivos e inferenciales para identificar patrones y correlaciones entre las prácticas de programación y los resultados obtenidos en los proyectos.

La entrevista semiestructurada se selecciona como complemento cualitativo al cuestionario, ya que posibilita explorar con mayor profundidad percepciones, experiencias y contextos particulares de los actores clave. A diferencia de un cuestionario cerrado, este

instrumento otorga flexibilidad al investigador para adaptar el orden y la formulación de las preguntas, permitiendo profundizar en aquellos aspectos que emergen durante la conversación. Esto resulta especialmente útil en un estudio de obras civiles, donde las condiciones de ejecución y las dinámicas institucionales pueden variar de un proyecto a otro. La entrevista semiestructurada facilita identificar factores subjetivos y contextuales que influyen en la programación, tales como la cultura organizacional, la capacitación del personal, la resistencia al cambio o la percepción de la efectividad de ciertas herramientas. Estos elementos aportan riqueza interpretativa y contribuyen a construir una propuesta de lineamientos estratégicos que no solo sea técnicamente sólida, sino también viable y pertinente en el contexto local.

La elección conjunta de ambos instrumentos permite aplicar la estrategia de triangulación metodológica, integrando datos objetivos (cuestionario) con narrativas y percepciones (entrevistas). Este enfoque fortalece la robustez del análisis, al contrastar y complementar los hallazgos cuantitativos con la interpretación cualitativa, lo que incrementa la validez interna y la credibilidad del estudio.

3.6.1. Entrevistas semiestructuradas

Las entrevistas son aplicadas a 10 actores claves entre ingenieros residentes, supervisores técnicos, contratistas y funcionarios públicos, seleccionados mediante muestreo intencional, por su participación directa en la gestión de obras civiles. Las preguntas se organizaron por ejes temáticos relacionados con la planificación, programación, gestión de recursos, uso de herramientas tecnológicas y causas de retrasos en la ejecución. Este instrumento permitió obtener información contextual, interpretativa y experiencial, fundamental para la comprensión profunda del fenómeno investigado.

Su objetivo es recolectar percepciones, experiencias y prácticas sobre la programación de obras civiles.

- Características: flexibilidad en la formulación de preguntas, permitiendo explorar en profundidad las respuestas.

- Información esperada: causas de retrasos, estrategias de programación empleadas, experiencias con herramientas (MS Project, BIM, CPM), percepciones sobre deficiencias y propuestas de mejora.

Preguntas guía (texto completo, a presentar en Anexo 1):

- ¿Cuáles son, en su opinión, las principales causas de retrasos en los proyectos de obras civiles en Envigado?
- ¿Qué metodologías o herramientas de programación utiliza habitualmente (ej. MS Project, BIM, CPM, PERT)?
- ¿Qué limitaciones identifica en los procesos de programación de proyectos de infraestructura pública?

3.6.1.1. Validez

La validez de contenido fue establecida mediante revisión de expertos (ingenieros y docentes universitarios en gestión de proyectos), quienes evaluaron la pertinencia y claridad de las preguntas.

3.6.1.2. Confiabilidad

Se aplicó una prueba piloto a dos entrevistados del perfil objetivo y se realizaron ajustes menores, lo que permitió mejorar la precisión y coherencia del instrumento.

3.6.1.3. Dimensiones que mide la entrevista semiestructurada

- Causas de los retrasos en proyectos de obras civiles

- Busca comprender desde la experiencia de los actores qué factores inciden en los incumplimientos de cronogramas (gestión administrativa, recursos, clima, errores de programación, corrupción, etc.).
- Permite complementar la visión cuantitativa de “deficiencias” con ejemplos concretos y percepciones de primera mano.

- Prácticas y estrategias de programación aplicadas
 - Explora qué metodologías y técnicas se usan en la práctica diaria (ej. CPM, PERT, BIM, gestión ágil) y cómo se adaptan a las condiciones locales.
 - Facilita identificar la brecha entre lo que dicen las guías internacionales y lo que realmente ocurre en terreno.

- Percepción de la calidad y efectividad de la programación
 - Indaga cómo los entrevistados valoran la relación entre la programación y los resultados finales del proyecto (tiempo, costo, calidad, confianza institucional).
 - Permite captar matices subjetivos que no emergen en un cuestionario estructurado.

- Buenas prácticas y propuestas de mejora
 - Busca recoger experiencias exitosas de los entrevistados (casos propios o aprendidos en otros contextos).
 - Permite generar insumos cualitativos que alimenten directamente la propuesta de lineamientos estratégicos.

3.6.2. Cuestionario estructurado

Este instrumento es diseñado para obtener información cuantificable sobre prácticas de programación y resultados de ejecución en proyectos de obras civiles. El cuestionario fue aplicado a 115 profesionales del sector construcción (ingenieros civiles, arquitectos, contratistas

y funcionarios técnicos). Contenía preguntas de tipo cerrado y escala Likert (de 1 a 5) para medir percepciones sobre la calidad de los cronogramas, frecuencia de uso de metodologías como CPM y PERT, uso de herramientas como MS Project y BIM, y niveles de cumplimiento en tiempo y presupuesto.

- Características: preguntas cerradas y en escala Likert (1–5), diseñadas para obtener datos cuantificables sobre la programación.
- Información esperada: nivel de adopción de metodologías (CPM, PERT, Gantt, BIM), percepción de calidad en la programación, cumplimiento de cronogramas, uso de software especializado.

Ejemplos de ítems (texto completo en Anexo 2):

- ¿Utiliza el método CPM para planificar proyectos?
- ¿Ha utilizado BIM 4D o 5D en proyectos de construcción?
- *Escala Likert: 1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo.*
Los cronogramas en los que participó se cumplen en los tiempos previstos.

3.6.2.1. Validez

Se utilizó validación de contenido mediante revisión por expertos en investigación y construcción.

3.6.2.2. Confiabilidad

La confiabilidad del cuestionario estructurado se evalúa mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, con el fin de determinar la consistencia interna de las escalas utilizadas, particularmente en los ítems tipo Likert. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2021), valores de α iguales o superiores a 0.70 se consideran aceptables para fines exploratorios,

mientras que valores iguales o superiores a 0.80 indican un alto nivel de confiabilidad. Este análisis se llevará a cabo una vez se obtengan los datos de la muestra establecida ($n = 115$).

3.6.2.3. Dimensiones que mide el cuestionario estructurado

El cuestionario se diseñó para medir cuatro dimensiones principales relacionadas con la programación de proyectos de obras civiles. Estas dimensiones buscan capturar tanto las prácticas técnicas aplicadas como la percepción de los profesionales respecto a su efectividad:

- Prácticas de programación utilizadas
 - Identifica los métodos y herramientas que los profesionales emplean en la planeación y control de proyectos (ej. CPM, PERT, Gantt, ruta crítica, etc.).
 - Permite medir el nivel de conocimiento y aplicación de metodologías tradicionales y modernas.
 - Tipo de preguntas: selección múltiple con única respuesta.

- Adopción tecnológica en la programación de proyectos
 - Explora el uso de herramientas digitales y software especializado (ej. MS Project, Primavera P6, BIM 4D/5D).
 - Permite evaluar el grado de digitalización y modernización en la gestión de cronogramas.
 - Tipo de preguntas: selección múltiple con múltiples respuestas.

- Percepción de la calidad de la programación
 - Evalúa cómo los profesionales perciben la efectividad de la programación en la ejecución de los proyectos.
 - Incluye aspectos como cumplimiento de cronogramas, coherencia con recursos y costos, y prevención de retrasos.

- Tipo de preguntas: escala Likert de 5 puntos (1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo).
- Impacto de la programación en el éxito del proyecto
 - Analiza la relación percibida entre la calidad de la programación y el éxito global del proyecto (tiempo, costo, calidad, confianza institucional).
 - Permite determinar si las buenas prácticas tienen un efecto tangible en los resultados.
 - Tipo de preguntas: verdadero/falso.

3.6.3. Tipos de preguntas planteadas

En el diseño de los instrumentos de recolección de datos (cuestionario estructurado y entrevista semiestructurada) se incluyeron distintos tipos de preguntas, seleccionados en función de las dimensiones a medir y de la naturaleza de la información buscada.

- Preguntas de selección múltiple con única respuesta
 - Descripción: el participante debe elegir una sola opción entre varias alternativas.
 - Uso en el cuestionario: permiten identificar la metodología de programación predominante entre los profesionales (ej. CPM, PERT, Gantt).
 - Ventaja: simplifican el análisis estadístico y muestran la opción más representativa.
- Preguntas de selección múltiple con múltiples respuestas
 - Descripción: el participante puede marcar varias opciones simultáneamente.
 - Uso en el cuestionario: explorar el nivel de adopción de diferentes herramientas tecnológicas (ej. MS Project, Primavera P6, BIM).
 - Ventaja: permiten capturar la diversidad de prácticas y reflejan la realidad de la coexistencia de varias herramientas en la gestión de proyectos.

- Preguntas tipo escala Likert
 - Descripción: plantean afirmaciones valoradas en una escala ordinal (1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo).
 - Uso en el cuestionario: medir la percepción de calidad de la programación y el grado de acuerdo sobre su efectividad.
 - Ventaja: permiten cuantificar actitudes y percepciones, además de posibilitar análisis estadísticos (promedios, correlaciones, alfa de Cronbach).

- Preguntas de tipo verdadero/falso
 - Descripción: el participante decide si la afirmación planteada es verdadera o falsa según su experiencia o percepción.
 - Uso en el cuestionario: identificar creencias y percepciones generales sobre el impacto de la programación en el éxito de los proyectos.
 - Ventaja: son directas, rápidas de responder y facilitan la comparación entre grupos de participantes.

- Preguntas abiertas (entrevista semiestructurada)
 - Descripción: permiten al participante responder libremente, sin opciones predeterminadas.
 - Uso en la entrevista: explorar causas de retrasos, ejemplos de buenas prácticas y propuestas de mejora.
 - Ventaja: ofrecen riqueza cualitativa, captan matices y permiten al investigador profundizar con base en las respuestas.

3.7. Análisis documental

Se incorporó también una revisión de documentos técnicos, como cronogramas de obra, informes de ejecución, actas de avance físico-financiero y evaluaciones de desempeño de

proyectos. Este análisis permitió comparar los datos reportados con los resultados empíricos obtenidos mediante entrevistas y cuestionarios, favoreciendo la triangulación metodológica y aumentando la validez interna del estudio.

Se aplicaron los siguientes criterios:

- Palabras clave: “programación de proyectos”, “gestión de proyectos”, “obras civiles”, “buenas prácticas”, “CPM”, “PERT”, “BIM”, “infraestructura”, “construcción”.
- Ecuación de búsqueda: ("programación de proyectos" OR "gestión de proyectos" OR "obras civiles") AND ("buenas prácticas" OR "CPM" OR "PERT" OR "BIM").
- Temporalidad: 2015–2025.
- Bases de datos consultadas: Scopus, Google Scholar, Redalyc, Scielo, Dialnet, además de documentos institucionales (BID, DNP, Contraloría).

3.8. Descripción de procedimientos

3.8.1. Procedimiento

El proceso de aplicación de los instrumentos de recolección de datos se estructuró en cuatro fases consecutivas que garantizaron la calidad, ética y pertinencia del proceso investigativo. Estas fases se desarrollaron entre los meses de junio y septiembre del año 2025, siguiendo lineamientos metodológicos recomendados por Hernández, Fernández y Baptista (2021).

3.8.1.1. Fase 1: Diseño y validación de instrumentos

Se elaboraron dos instrumentos principales: entrevistas semiestructuradas y cuestionarios estructurados. Ambos fueron diseñados a partir de los objetivos de la investigación y del marco teórico. Los instrumentos fueron validados por juicio de expertos, incluyendo

docentes universitarios y profesionales del sector construcción, quienes evaluaron la coherencia, claridad, pertinencia y adecuación de los ítems.

3.8.1.2. Fase 2: Prueba piloto

Antes de su aplicación definitiva, se realizó una prueba piloto con dos ingenieros y un contratista con experiencia en proyectos de obras civiles. Esta fase permitió detectar inconsistencias menores en el lenguaje y en la organización de los ítems, las cuales fueron corregidas para mejorar la comprensión y aplicabilidad del instrumento.

3.8.1.3. Fase 3: Aplicación del cuestionario

El cuestionario estructurado fue aplicado a la muestra establecida de 115 profesionales vinculados con proyectos de obras civiles en Envigado entre 2020 y 2024. La aplicación se realiza de manera digital, a través de formularios en línea distribuidos por correo electrónico y mensajería instantánea, siempre precedidos por la aceptación del consentimiento informado. Para asegurar una adecuada tasa de respuesta, se envían recordatorios a los tres y siete días posteriores al primer contacto. Previo a la aplicación, se entrega a los participantes un consentimiento informado, garantizando la confidencialidad, el anonimato y el uso académico de los datos. La recolección tomó aproximadamente tres semanas.

3.8.1.4. Fase 4: Realización de entrevistas y análisis documental

Se desarrollan diez (10) entrevistas semiestructuradas con actores clave del sector, entre los que se encuentran supervisores, residentes de obra y funcionarios de planeación. Las entrevistas semiestructuradas se llevan a cabo de manera presencial o virtual, dependiendo de la disponibilidad de los participantes. Se graban con autorización de los entrevistados y posteriormente se transcriben para su análisis cualitativo. Paralelamente, los estudios son

seleccionados con base en la ecuación de búsqueda, la temporalidad establecida y las bases de datos mencionadas.

Este procedimiento riguroso permitió recopilar información confiable, pertinente y contextualizada, fortaleciendo la base empírica del estudio y respaldando la formulación de propuestas de mejora en la programación de proyectos de obras civiles.

La recolección de información incluirá la revisión documental de cronogramas de obra, actas de avance y demás documentos normativos relacionados con los proyectos estudiados, así como la consulta de publicaciones académicas en bases de datos indexadas como Scopus, Redalyc, Dialnet, Google Scholar y Scielo, dentro de la temporalidad 2015–2025. Todo el proceso será acompañado por un control y seguimiento sistemático, registrado en un plan de muestreo y log de gestión, que permitirá documentar el número de invitaciones enviadas, respuestas recibidas y entrevistas realizadas, de manera que se garantice un monitoreo constante del avance y se puedan activar acciones de refuerzo en caso de baja participación.

3.8.2. Limpieza, organización y preparación de los datos

Antes de proceder al análisis, se realizará un proceso de depuración y organización de la información recolectada:

- Datos cuantitativos (cuestionarios):
 - Revisión de formularios incompletos o inconsistentes y eliminación de registros no válidos.
 - Normalización de respuestas en escalas Likert para garantizar consistencia.
 - Codificación numérica de respuestas cerradas para facilitar su procesamiento estadístico.

- Datos cualitativos (entrevistas):
 - Transcripción literal de las grabaciones con autorización de los participantes.

- Revisión para asegurar integridad y coherencia en el contenido transcrito.
- Organización de los textos en matrices de análisis para facilitar la codificación temática.

3.8.3. Codificación de los datos

La codificación de datos es un paso esencial para transformar la información recolectada en insumos organizados, confiables y comparables. En este estudio, se trabajó tanto con datos cuantitativos (encuestas) como cualitativos (entrevistas y documentos), por lo que se adoptaron procedimientos diferenciados y criterios de calidad que aseguran la validez (medir lo que realmente se busca medir) y la confiabilidad (obtener resultados consistentes y estables).

3.8.3.1. Codificación de datos cuantitativos

Los cuestionarios fueron procesados en formato digital, asignando un código numérico a cada respuesta. Por ejemplo, en las escalas Likert, el valor 1 representa “totalmente en desacuerdo” y el 5 “totalmente de acuerdo”. Las respuestas múltiples fueron convertidas en variables dicotómicas (0 = no, 1 = sí) para facilitar su análisis en software estadístico (JASP).

Antes del análisis, se aplicó un proceso de limpieza de datos que incluyó la exclusión de formularios incompletos, la verificación de coherencia en las respuestas y la unificación de categorías similares. Con ello se garantizó la calidad de la base de datos.

Para asegurar la confiabilidad, se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach, que mide la consistencia interna de las escalas. Valores superiores a 0.70 se consideraron aceptables y valores por encima de 0.80 indicaron alta confiabilidad (Hernández et al., 2021). Asimismo, la validez de contenido se garantizó mediante la revisión de expertos, quienes evaluaron la pertinencia de los ítems antes de su aplicación.

3.8.3.2. Codificación de datos cualitativos

Las entrevistas fueron transcritas y analizadas mediante una codificación temática apoyada en el software NVivo. En la primera etapa, se realizó una codificación abierta, identificando categorías emergentes como causas de retrasos, prácticas de programación o barreras tecnológicas. Posteriormente, se aplicó una codificación axial, agrupando estas categorías en temas más amplios para establecer relaciones entre ellas.

La confiabilidad cualitativa se fortaleció mediante un proceso de revisión cruzada de las codificaciones realizadas, garantizando que las interpretaciones fueran consistentes. Asimismo, la saturación teórica se consideró como criterio para validar que las categorías identificadas fueran suficientes y no emergieran nuevos temas relevantes tras analizar varias entrevistas.

3.8.3.3. Integración de datos

Finalmente, la información cuantitativa y cualitativa fue integrada a través de un proceso de triangulación metodológica, que permitió contrastar patrones estadísticos con narrativas de los actores y evidencias documentales. Esto no solo mejora la validez de los resultados, sino que ofrece una visión más completa y contextualizada del fenómeno estudiado.

Tabla 3. Estrategias de validez y confiabilidad en la investigación

Tipo de datos	Estrategias de validez	Estrategias de confiabilidad
Cuantitativos (encuestas)	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de expertos para validar contenido de los ítems. - Preguntas alineadas con los objetivos y dimensiones del estudio. - Limpieza de datos: control de respuestas incompletas y coherencia en escalas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Codificación numérica estandarizada. - Uso del coeficiente Alfa de Cronbach para medir consistencia interna. - Procedimientos replicables en software JASP.

Cualitativos (entrevistas)	<ul style="list-style-type: none"> - Preguntas abiertas y flexibles adaptadas al contexto del entrevistado. - Saturación teórica: inclusión de entrevistas hasta no emerger nuevas categorías. - Codificación temática con NVivo (abierto y axial). 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión cruzada de codificación por parte de investigadores. - Bitácora de decisiones analíticas (audit trail). - Uso de categorías claras con ejemplos de inclusión/exclusión.
Documentales	<ul style="list-style-type: none"> - Selección de fuentes oficiales y verificables (actas, informes, cronogramas). - Temporalidad definida (2020–2024). 	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificación sistemática de documentos. - Eliminación de duplicados y estandarización de nombres. - Organización en base de datos digital.
Integración (triangulación)	<ul style="list-style-type: none"> - Contraste entre encuestas, entrevistas y documentos. - Comparación de patrones cuantitativos con narrativas cualitativas. - Uso de categorías comunes para integrar resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Triangulación metodológica para validar hallazgos desde diferentes fuentes. - Presentación de resultados de manera agregada para evitar sesgos individuales.

La Tabla 3 sintetiza las estrategias implementadas para garantizar la validez y confiabilidad de los datos recolectados en esta investigación. Como se observa, cada fuente de información cuestionarios, entrevistas y documentos, contó con procedimientos específicos orientados a asegurar la calidad metodológica, desde la validación de contenido por expertos hasta la aplicación de pruebas estadísticas y la codificación temática asistida por software especializado. La triangulación entre distintos tipos de datos permitió no solo confirmar hallazgos desde varias perspectivas, sino también reducir sesgos y fortalecer la credibilidad del análisis. Este abordaje integral asegura que los resultados obtenidos reflejen de manera rigurosa y contextualizada la realidad de la programación de obras civiles en el municipio de Envigado.

En síntesis, el proceso de codificación no fue un fin en sí mismo, sino una etapa clave para transformar la información recolectada en datos listos para el análisis. La rigurosidad en la validación de los instrumentos, la consistencia alcanzada en las escalas y la organización de las narrativas cualitativas permitieron consolidar una base sólida y confiable. Esto garantiza que los resultados presentados en el capítulo de análisis de datos no solo tengan sustento estadístico y metodológico, sino que además estén respaldados por la experiencia y las percepciones de los actores involucrados.

De esta manera, el paso de la codificación al análisis implica avanzar de la estructura técnica de los datos hacia la interpretación sustantiva de los hallazgos, relacionando la evidencia empírica con los objetivos específicos y el marco teórico de la investigación. Este tránsito metodológico permite dar sentido a las cifras y a los testimonios, mostrando cómo se articulan en un panorama integral que explica las deficiencias y potencialidades de la programación de obras civiles en Envigado.

3.9. Análisis de Datos

Para el procesamiento y análisis de los datos recolectados mediante los cuestionarios estructurados, se utilizó el software JASP (Jeffrey's Amazing Statistics Program), una herramienta estadística de código abierto ampliamente aceptada en la investigación académica por su facilidad de uso, interfaz intuitiva y rigor científico. JASP permite realizar análisis descriptivos e inferenciales con base en métodos estadísticos clásicos y bayesianos (JASP Team, 2023).

En la parte cualitativa, las entrevistas se analizarán mediante codificación temática, y los hallazgos se articularán con los resultados cuantitativos para construir la propuesta final de lineamientos.

- Cuantitativos:
 - Análisis descriptivo: frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia central y dispersión.

- Análisis de confiabilidad: coeficiente alfa de Cronbach para las escalas Likert.
 - Análisis inferencial: pruebas de chi-cuadrado y correlación de Spearman para identificar relaciones significativas.
 - Software: JASP (Jeffrey's Amazing Statistics Program).
- Cualitativos:
 - Análisis de contenido y codificación temática de las entrevistas.
 - Identificación de patrones y coincidencias entre los actores entrevistados.
 - Comparación con resultados cuantitativos (triangulación).
 - Software: matrices en Excel y codificación manual asistida.

3.9.1. Análisis descriptivo

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo univariado, mediante el cual se calcularon frecuencias absolutas, porcentajes, medidas de tendencia central (media, mediana) y medidas de dispersión (desviación estándar) para cada una de las variables incluidas en el cuestionario. Este análisis permitió caracterizar las prácticas de programación en los proyectos analizados, identificando patrones comunes y niveles de adopción de metodologías como CPM, PERT y herramientas como MS Project o BIM.

3.9.2. Análisis de confiabilidad

Para evaluar la confiabilidad interna del cuestionario estructurado se aplica el coeficiente Alfa de Cronbach, el cual permite determinar la consistencia de las escalas Likert incluidas en las dimensiones de percepción de calidad de la programación, uso de herramientas digitales y cumplimiento de cronogramas. Este análisis se lleva a cabo una vez se obtengan los datos de la muestra establecida ($n = 115$), considerando aceptables valores de $\alpha \geq 0.70$ y altos niveles de confiabilidad cuando $\alpha \geq 0.80$, de acuerdo con los criterios propuestos por George y Mallery (2016).

3.9.3. Análisis inferencial

Posteriormente, se aplicaron pruebas estadísticas inferenciales para analizar la relación entre variables. En particular, se utilizó la prueba chi-cuadrado (χ^2) para identificar asociaciones entre el uso de herramientas de programación y el cumplimiento de los cronogramas. Asimismo, se recurrió a la correlación de Spearman para evaluar la fuerza y dirección de la relación entre la calidad percibida en la programación y el nivel de cumplimiento de metas en los proyectos.

La integración del análisis estadístico permitió establecer patrones significativos entre las prácticas de planificación y los resultados reales de ejecución, lo cual resulta fundamental para sustentar, con base empírica, la propuesta de buenas prácticas desarrollada en este estudio.

3.9.4. Presentación de resultados

Los hallazgos se presentarán en formatos diferenciados según el tipo de datos:

- Cuantitativos: tablas de distribución de frecuencias, gráficos de barras y de pastel, histogramas y diagramas comparativos.
- Cualitativos: cuadros categorizados, mapas conceptuales, diagramas de relaciones y citas textuales ilustrativas.
- Integración: se empleará triangulación de datos para combinar ambos tipos de resultados en tablas comparativas y narrativas explicativas.

3.10. Consideraciones éticas

La presente investigación se enmarca en un proyecto académico y, en consecuencia, se desarrolla bajo principios de respeto, confidencialidad, responsabilidad y transparencia, en concordancia con la normativa colombiana vigente sobre protección de datos (Ley 1581 de 2012) y con referentes internacionales como la Declaración de Helsinki.

Para garantizar la confidencialidad, los datos recolectados mediante entrevistas y cuestionarios se mantendrán anónimos y se presentarán únicamente de manera agregada, evitando cualquier información que permita identificar a los participantes. Los registros serán almacenados en medios digitales con acceso restringido y serán eliminados una vez concluido el proceso investigativo.

3.10.1. Respeto a los participantes

- No se realizaron preguntas que vulneraran la dignidad, privacidad o integridad de los participantes.
- No se ofrecieron incentivos económicos, evitando cualquier tipo de coacción.
- Se garantizó la igualdad de condiciones para todos los participantes seleccionados, sin discriminación por cargo, género, edad o vínculo laboral.

3.10.2. Aspectos éticos específicos según tipo de datos

- Datos cualitativos (entrevistas): se obtuvo autorización expresa para grabar las conversaciones y se informó que solo serían utilizadas con fines de transcripción y análisis.
- Datos cuantitativos (cuestionarios): las respuestas se recolectaron de manera anónima, sin solicitud de información personal que permitiera identificar al participante.
- Revisión documental: únicamente se consultaron fuentes públicas o institucionales con acceso autorizado.

3.11. Consentimiento informado

Previo a la aplicación de los instrumentos (entrevistas y cuestionarios), se entregó a cada participante un formato de consentimiento informado, en el que se detallaban los objetivos,

alcances, beneficios y posibles riesgos de la investigación, el uso académico de los datos, la voluntariedad de su participación y el derecho a retirarse en cualquier momento sin ninguna consecuencia.

Para las entrevistas, se solicitó autorización expresa en caso de grabaciones con fines de transcripción y análisis, mientras que los cuestionarios fueron aplicados de forma anónima. En cuanto a la revisión documental, únicamente se emplearon fuentes de carácter público o institucional con acceso autorizado.

El formato de consentimiento informado utilizado se incluye en el Anexo 3, en el cual los participantes aceptaron de manera expresa la utilización de sus datos con fines estrictamente académicos y bajo la política de tratamiento de datos de la institución.

3.11.1. Confidencialidad y anonimato

Se garantizó en todo momento la confidencialidad de la información recolectada, así como el anonimato de los participantes. Los datos fueron codificados para evitar cualquier vínculo directo con las identidades personales o institucionales. Los resultados se presentan de manera agregada, sin exponer nombres, cargos o referencias que pudieran comprometer la privacidad de las personas o entidades involucradas.

3.11.2. Registros de Entrevistas y Formularios

Los registros de entrevistas y formularios fueron almacenados en dispositivos protegidos con contraseñas y únicamente accesibles por el equipo investigador. Una vez concluido el análisis, los datos fueron archivados y se establecerán mecanismos para su eliminación segura tras la publicación de los resultados, conforme a las buenas prácticas en protección de datos.

Estas medidas éticas no solo respondieron a una obligación metodológica, sino a un compromiso con la integridad académica y el respeto a los derechos de los actores involucrados en los procesos de construcción y gestión de obras civiles en el municipio de Envigado.

3.12. Datos recolectados

El proceso de recolección de datos se desarrolló a partir de los tres instrumentos definidos en el diseño metodológico: cuestionario estructurado, entrevistas semiestructuradas y revisión documental. Esta estrategia combinada permitió integrar información cuantitativa y cualitativa, enriqueciendo la investigación con datos estadísticos, testimonios directos y evidencias técnicas. Al organizar la información en categorías, se obtuvo un panorama amplio y sólido sobre las prácticas de programación en proyectos de obras civiles en el municipio de Envigado.

3.12.1. Datos cuantitativos (cuestionario estructurado)

Se aplicaron 115 encuestas a profesionales directamente vinculados con la planeación, seguimiento y ejecución de proyectos de obras civiles en Envigado. El cuestionario fue diseñado en formato digital mediante formularios en línea, lo que facilitó la distribución a la población objetivo y redujo tiempos de captura y sistematización.

El instrumento incluyó preguntas cerradas de selección múltiple, ítems tipo Likert y afirmaciones de verdadero/falso, las cuales se estructuraron en torno a cuatro dimensiones principales:

- Prácticas de programación utilizadas: permitió identificar la frecuencia de uso de metodologías como CPM, PERT, Gantt y BIM, así como la preferencia de los profesionales por técnicas tradicionales o emergentes.
- Adopción tecnológica: indagó sobre las herramientas digitales más empleadas, entre ellas MS Project, Primavera P6 y BIM 4D/5D, ofreciendo un panorama del nivel de digitalización en la gestión de proyectos.

- Percepción de la calidad de la programación: midió el grado de acuerdo respecto al cumplimiento de cronogramas, la capacidad de anticipar riesgos y la coherencia de la programación con tiempos, costos y recursos.
- Impacto en el éxito del proyecto: evaluó la percepción sobre la relación entre una programación efectiva y la reducción de retrasos, sobrecostos y problemas de calidad.

Una vez recolectada la información, esta se exportó a hojas de cálculo y posteriormente se analizó mediante el software JASP, lo que permitió obtener estadísticas descriptivas e inferenciales. Antes del análisis se aplicó un proceso de limpieza que contempló la eliminación de respuestas incompletas (6 casos), la verificación de la consistencia en las escalas de medición y la recodificación de variables para uniformar criterios. Por ejemplo, las respuestas “no aplica” y “ninguna” fueron unificadas bajo la categoría “no utiliza”, con el fin de evitar dispersión en los resultados.

3.12.2. Datos cualitativos (entrevistas semiestructuradas)

Se realizaron 10 entrevistas a actores clave del sector, incluyendo residentes de obra, interventores y funcionarios de planeación municipal. Estas entrevistas permitieron profundizar en las experiencias y percepciones de los participantes, generando información contextual y de carácter interpretativo que complementa la evidencia cuantitativa.

- Causas de retrasos en los proyectos: se identificaron deficiencias administrativas, falta de planeación previa, limitaciones presupuestales y dificultades en la coordinación interinstitucional.
- Prácticas y estrategias de programación aplicadas: los entrevistados compartieron experiencias en el uso de metodologías tradicionales y comentaron sobre la incorporación parcial de tecnologías como BIM.
- Percepción de la calidad y efectividad de la programación: se describieron tanto fortalezas como debilidades en la alineación entre cronogramas, costos y recursos disponibles.
- Buenas prácticas y propuestas de mejora: los actores destacaron la importancia de la capacitación continua, la adopción de software especializado y la estandarización de procesos como vías para optimizar los proyectos.

Las entrevistas fueron grabadas con autorización previa, transcritas de forma literal y posteriormente codificadas en categorías con el software NVivo, lo que permitió identificar patrones comunes, contrastar divergencias y construir un mapa conceptual de los principales factores asociados a la programación de obras civiles.

3.12.3. Datos documentales

Se revisaron 20 documentos oficiales relacionados con la ejecución de proyectos en Envigado, entre los cuales se incluyeron actas de avance, cronogramas de obra, informes de interventoría y normativa aplicable. Estos insumos fueron clasificados en tres categorías principales:

- Documentos normativos: leyes, reglamentos y lineamientos técnicos que regulan la programación de proyectos de infraestructura.
- Documentos técnicos: cronogramas oficiales, matrices de programación y planificaciones empleadas en proyectos locales.
- Informes de evaluación: reportes de interventoría, auditorías y evaluaciones de desempeño de proyectos.

El proceso documental implicó la digitalización y organización en una base de datos, acompañado de una depuración que incluyó la eliminación de archivos duplicados, la estandarización de nombres y la clasificación por año y tipo de documento. Esta sistematización permitió contar con una base de referencia clara y confiable para contrastar la información empírica con los lineamientos normativos y técnicos existentes.

3.13. Resultados de la investigación

Se aplicó los instrumentos metodológicamente coherentes con el diseño propuesto: 115 encuestas, 10 entrevistas y 20 documentos. En encuestas, los mayores niveles de uso correspondieron a Gantt, CPM y MS Project, mientras que Primavera P6 y BIM 4D/5D mostraron adopciones moderadas. En percepción, predominó el acuerdo en que la programación reduce

riesgos y mejora la coherencia entre tiempo, costo y recursos. Las entrevistas reforzaron estas tendencias, destacando falta de planeación y desalineación T–C–R como causas de retrasos, y proponiendo capacitaciones, estandarización y mayor uso de software. La revisión documental evidenció la presencia de cronogramas en la mayoría de documentos técnicos/evaluativos, registros de retrasos en cerca de la mitad y menciones de buenas prácticas en proporción relevante.

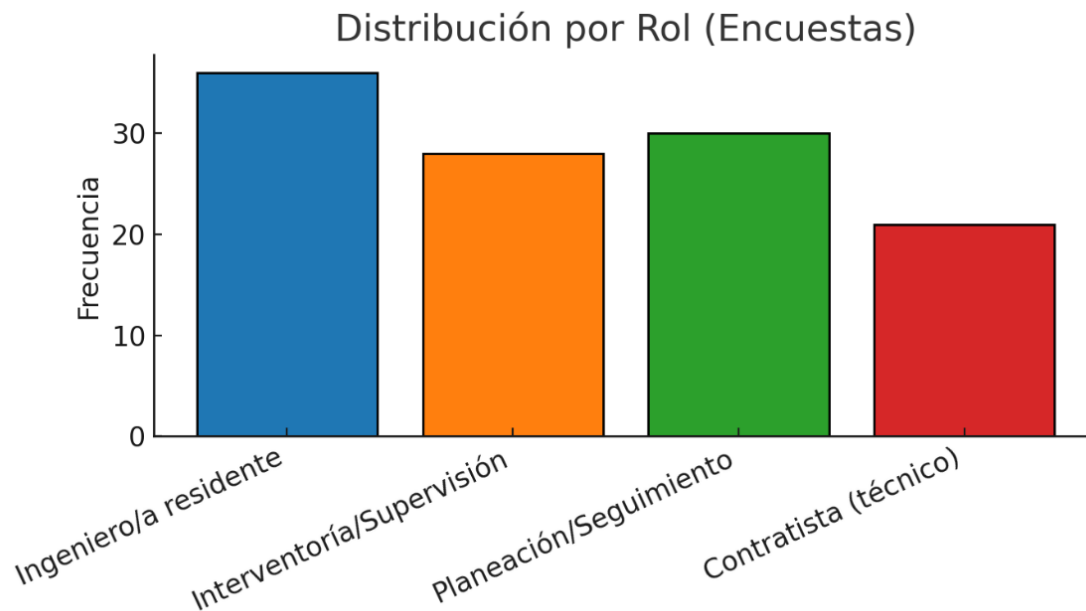
3.13.1. Encuestas

Los resultados de las encuestas aplicadas a profesionales vinculados con la planeación y ejecución de proyectos de obras civiles en Envigado, Antioquia evidencian una diversidad de perfiles, siendo los roles más representativos los ingenieros residentes (31%), seguidos de funcionarios de planeación (26%) y supervisión/interventoría (24%), mientras que los contratistas técnicos representaron un 19%.

Tabla 4. Distribución por Rol

Rol	Frecuencia
Ingeniero/a residente	36
Interventoría/Supervisión	28
Planeación/Seguimiento	30
Contratista (técnico)	21

Ilustración 1. Distribución por Rol

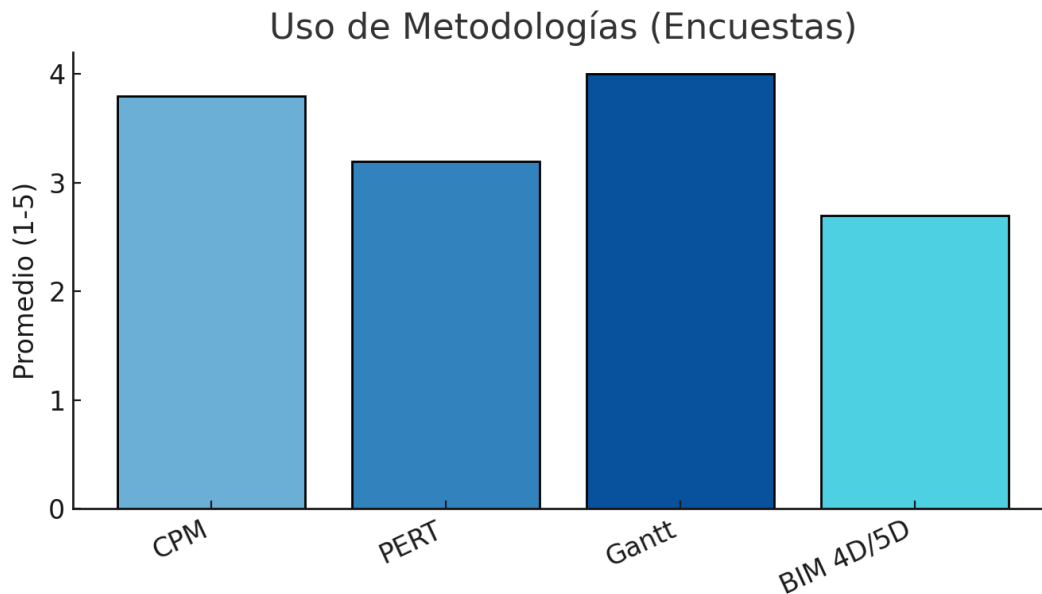


En relación con las metodologías de programación, las más utilizadas fueron diagramas de Gantt (promedio 4.0/5) y CPM (3.8/5), mientras que el uso de PERT se mantuvo moderado (3.2/5). El BIM 4D/5D presentó un nivel de adopción más bajo (2.7/5), lo que refleja que su integración aún es incipiente en la práctica local.

Tabla 5. Uso de Metodologías

Metodología	Promedio (1-5)
CPM	3.8
PERT	3.2
Gantt	4.0
BIM 4D/5D	2.7

Ilustración 2. Uso de Metodologías

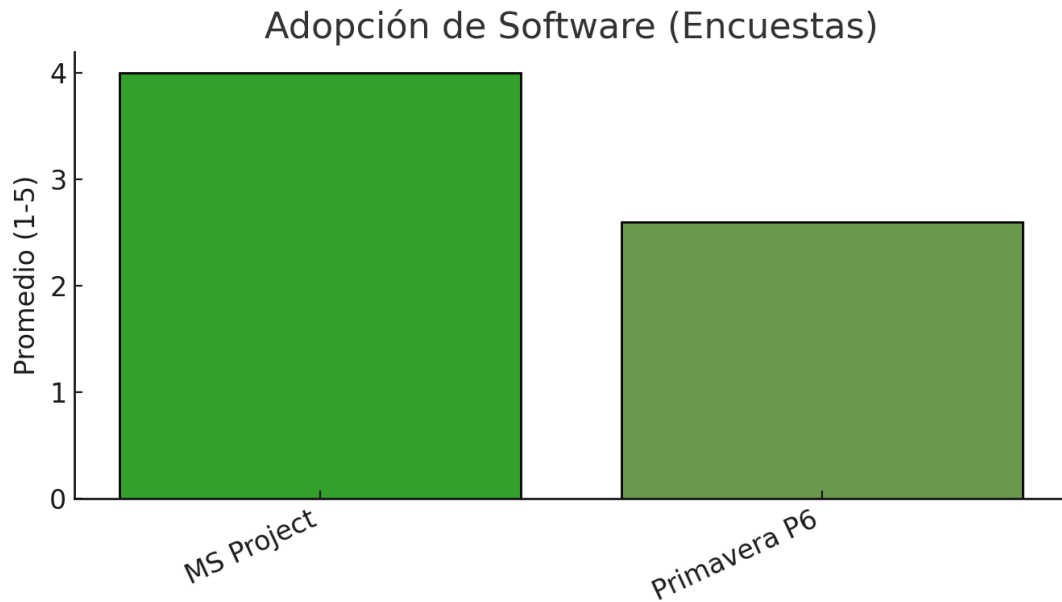


Respecto al software, MS Project es la herramienta más utilizada (promedio 4.0/5), con una presencia mucho mayor que Primavera P6 (2.6/5), indicando que el mercado de Envigado, Antioquia se inclina por soluciones de mayor accesibilidad y usabilidad.

Tabla 6. Adopción de Software

Software	Promedio (1-5)
MS Project	4.0
Primavera P6	2.6

Ilustración 3. Adopción de Software

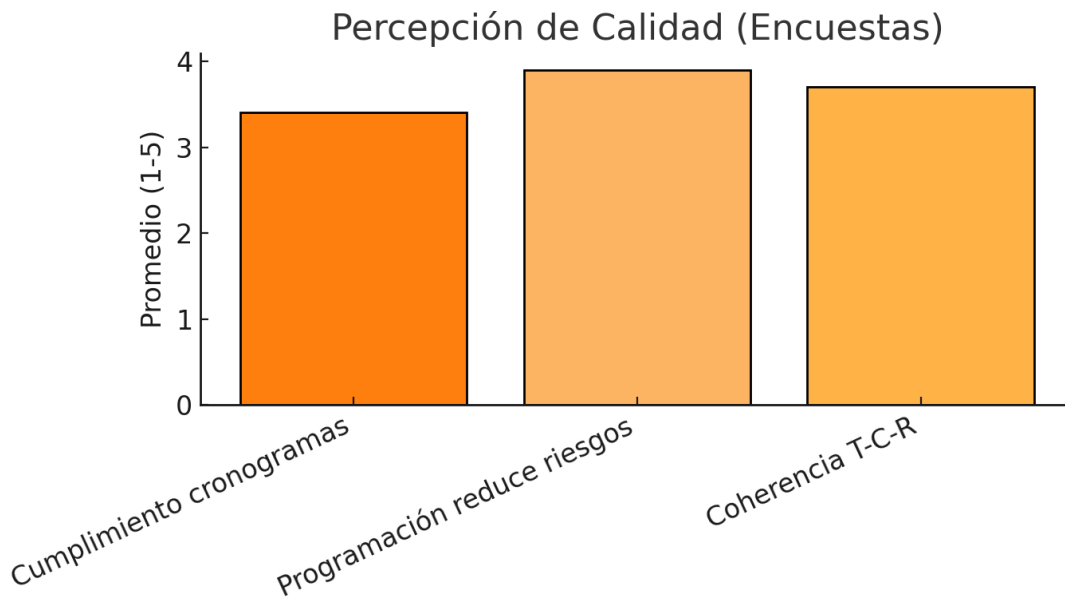


En cuanto a la percepción de la calidad de la programación, los profesionales consideran que la programación contribuye a reducir riesgos (3.9/5) y que existe una relativa coherencia entre tiempo, costo y recursos (3.7/5), aunque la percepción de cumplimiento de cronogramas fue más baja (3.4/5).

Tabla 7. Percepción de Calidad

Indicador	Promedio (1-5)
Cumplimiento de cronogramas	3.4
Programación reduce riesgos	3.9
Coherencia tiempo-costo-recursos	3.7

Ilustración 4. Percepción de Calidad

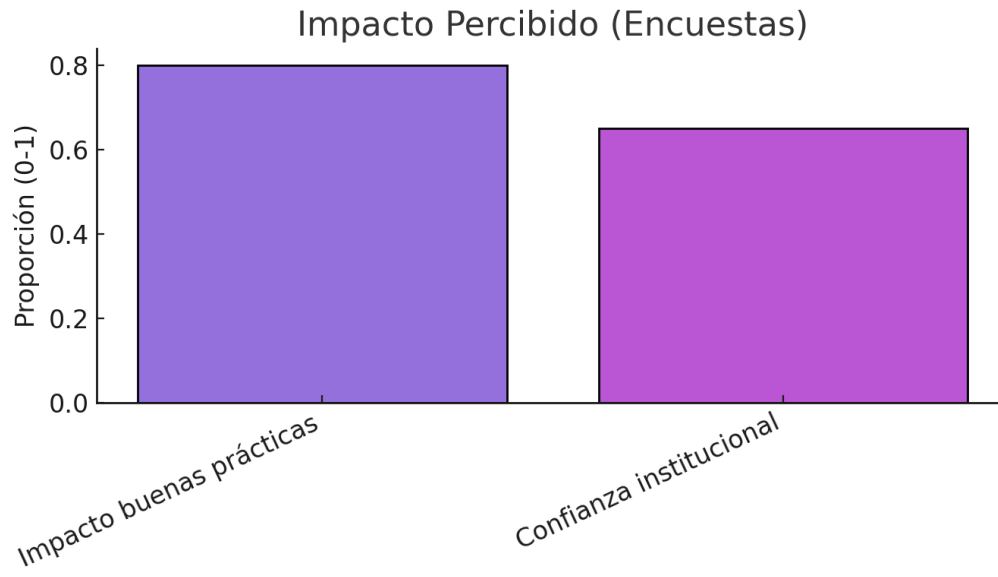


Finalmente, se destaca que el 80% de los encuestados cree que la adopción de buenas prácticas mejora los resultados de los proyectos, y un 65% considera que fortalece la confianza institucional.

Tabla 8. Impacto Percibido

Indicador	Proporción (0-1)
Impacto buenas prácticas	0.8
Confianza institucional	0.65

Ilustración 5. Impacto Percibido



3.13.2. Entrevistas

Los hallazgos cualitativos obtenidos a partir de las entrevistas permiten identificar tendencias relevantes en la gestión de proyectos de obras civiles en Envigado. El uso de metodologías tradicionales como CPM y Gantt alcanzó la mayor frecuencia (15,1%), lo que evidencia que, pese a la existencia de metodologías más recientes y digitales, los actores del sector siguen confiando en herramientas de programación consolidadas por su aplicabilidad práctica y facilidad de adopción. Este hallazgo es consistente con estudios previos que destacan la persistencia de modelos tradicionales en contextos donde la innovación tecnológica aún enfrenta barreras de implementación.

La falta de planeación previa y la dependencia creciente del software especializado (13,2%) se ubican en un segundo nivel de relevancia. Esta dualidad muestra una paradoja: por un lado, la deficiencia en la planeación estratégica continúa siendo uno de los principales factores que obstaculizan el éxito de los proyectos; por otro, existe un reconocimiento explícito de que las herramientas digitales representan una vía para superar estas limitaciones. En términos prácticos, este contraste subraya la necesidad de integrar de manera más sistemática la planeación temprana con el uso de software de apoyo para garantizar coherencia y eficiencia en la programación de obras.

Asimismo, la capacitación técnica y la desalineación entre tiempo, costo y recursos (11,3%) fueron mencionadas como elementos centrales en la experiencia de los entrevistados. La primera refleja un consenso sobre la urgencia de fortalecer las competencias del capital humano para mejorar la calidad de la programación; la segunda, evidencia los retos estructurales en la gestión integrada de proyectos, donde la falta de correspondencia entre cronogramas, presupuestos y recursos disponibles genera retrasos recurrentes. Estos aspectos son fundamentales para la construcción de lineamientos de mejora, pues se relacionan directamente con la sostenibilidad y eficiencia de la inversión pública y privada en infraestructura.

En un nivel intermedio de recurrencia, las limitaciones presupuestales, el uso parcial de BIM y la ausencia de procesos estandarizados (9,4%) resaltan obstáculos que reflejan tanto restricciones financieras como brechas en la adopción de innovaciones tecnológicas. El BIM, en particular, se percibe como una herramienta de alto potencial, pero su implementación parcial impide que se consolide como un estándar en la programación de proyectos. Esto sugiere que los esfuerzos institucionales deben orientarse hacia la creación de políticas y capacitaciones que faciliten su integración.

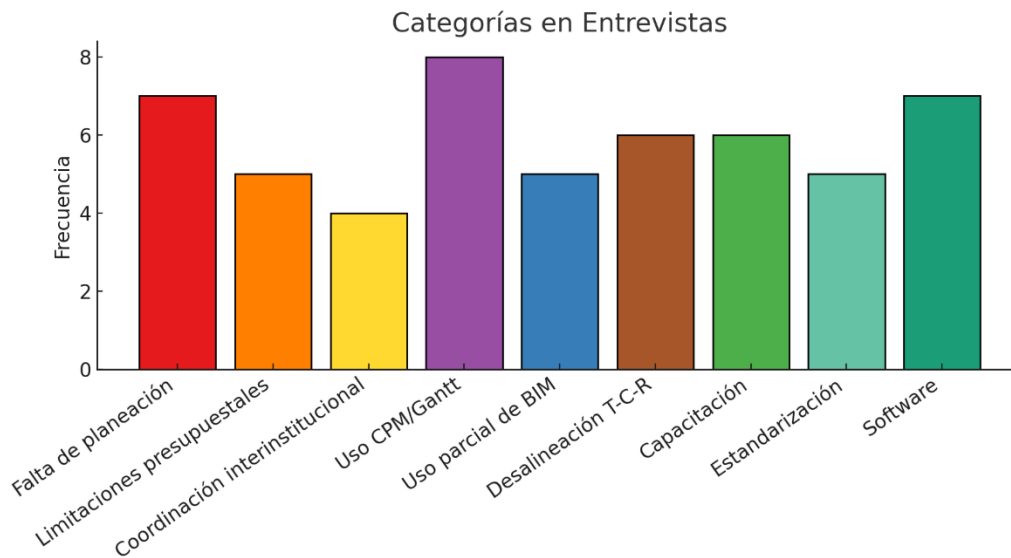
Finalmente, la coordinación interinstitucional aparece con una frecuencia del 7,5%, posicionándose como la categoría menos recurrente, aunque no por ello irrelevante. En proyectos de infraestructura que involucran múltiples actores, desde entidades gubernamentales hasta contratistas privados, la falta de coordinación puede convertirse en un detonante de retrasos y sobrecostos. La baja proporción de menciones puede deberse a que los entrevistados priorizaron factores técnicos y financieros, pero en términos de gobernanza de proyectos, esta categoría debe ser considerada como un eje estratégico para la mejora de la gestión.

Tabla 9. Categorías en Entrevista

Categoría	Frecuencia
Falta de planeación	7
Limitaciones presupuestales	5
Coordinación interinstitucional	4
Uso CPM/Gantt	8
Uso parcial de BIM	5

Desalineación T-C-R	6
Capacitación	6
Estandarización	5
Software	7

Ilustración 6. Categorías en Entrevistas



3.13.3. Documentos

La revisión documental incluyó actas, cronogramas, informes de interventoría y normativas vigentes. Los resultados muestran que en los documentos técnicos y de evaluación la presencia de cronogramas es alta (75%), mientras que en los documentos normativos es baja (25%), lo cual es consistente con su naturaleza regulatoria.

Se encontró evidencia de retrasos en el 45% de los documentos técnicos y evaluativos, lo que confirma la percepción de los actores entrevistados sobre las dificultades de cumplimiento en los cronogramas.

Asimismo, alrededor del 60% de los documentos técnicos y de evaluación hacen referencia a buenas prácticas, principalmente relacionadas con la eficiencia en el uso de

recursos, la incorporación de criterios de sostenibilidad y la recomendación del uso de software para planificación.

Tabla 10. Tipos de Documentos

Tipo documento	Frecuencia
Normativo	6
Técnico	9
Evaluación	5

Ilustración 7. Tipos de Documentos

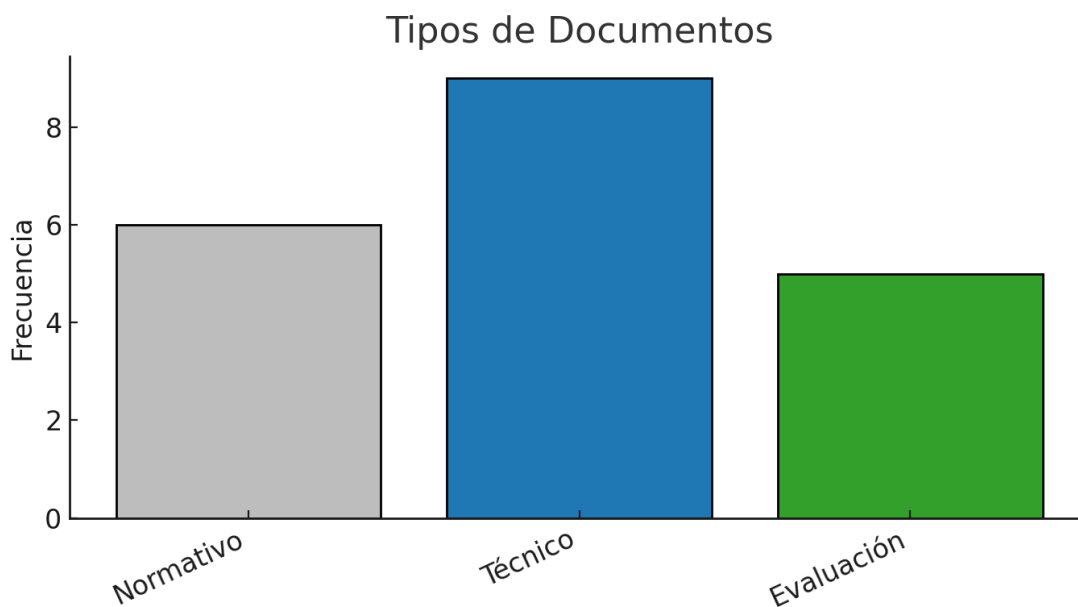
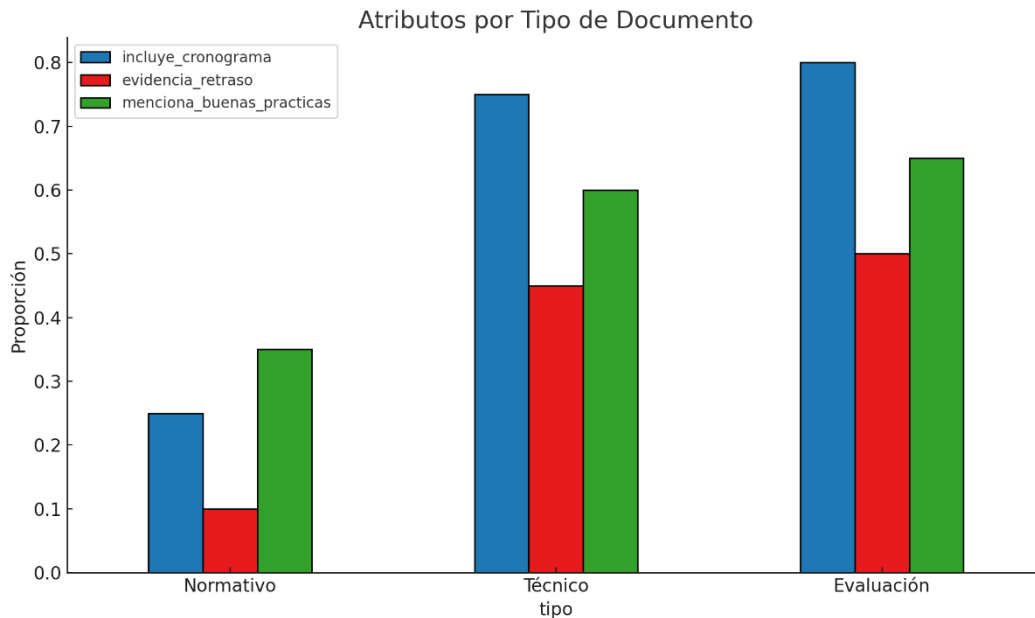


Tabla 11. Atributos por Tipo de Documento

Tipo	incluye Cronograma	Evidencia Retraso	Menciona Buenas Prácticas
Normativo	0.25	0.1	0.35
Técnico	0.75	0.45	0.6
Evaluación	0.8	0.5	0.65

Ilustración 8. Atributos por Tipo de Documento



3.13.4. Síntesis de Hallazgos

La triangulación de datos provenientes de encuestas, entrevistas y revisión documental permitió construir una visión integral sobre las prácticas de programación en proyectos de obras civiles en Envigado, Antioquia. De manera consistente, los tres instrumentos coincidieron en señalar que los métodos tradicionales de programación, como los diagramas de Gantt y la técnica del Camino Crítico (CPM), siguen siendo predominantes. Esta prevalencia puede explicarse, desde una perspectiva de difusión de la innovación (Rogers, 2003), por la resistencia natural al cambio en contextos organizacionales donde las prácticas están altamente institucionalizadas. Aunque las metodologías emergentes, como el uso de Building Information Modeling (BIM 4D/5D), han demostrado ventajas en la literatura internacional (Eastman et al., 2018), su implementación aún se encuentra en fases incipientes, como lo reflejan los niveles bajos de adopción reportados en las encuestas y confirmados en las entrevistas.

En términos de software, los hallazgos muestran una clara preferencia por MS Project frente a alternativas como Primavera P6. Este patrón responde no solo a factores de costo y accesibilidad, sino también a dinámicas de mercado y formación profesional. El hecho de que la revisión documental confirme la presencia de cronogramas mayoritariamente construidos en MS

Project evidencia un proceso de homogeneización tecnológica que, si bien facilita la compatibilidad entre actores, puede limitar la incorporación de plataformas más avanzadas que permiten una gestión multicriterio y de mayor precisión en escenarios complejos.

Las percepciones de calidad de la programación reflejan tensiones estructurales en la gestión de proyectos. Aunque los encuestados consideran que la programación contribuye a reducir riesgos (3.9/5) y en parte logra coherencia entre tiempo, costo y recursos (3.7/5), la percepción de cumplimiento efectivo de los cronogramas fue sensiblemente menor (3.4/5). Estas brechas entre la planeación y la ejecución se ven reforzadas en las entrevistas, donde emergen categorías como la falta de planeación temprana, las limitaciones presupuestales y la desalineación entre tiempos, costos y recursos. Dichos hallazgos coinciden con lo planteado por Kerzner (2017), quien argumenta que la programación por sí sola no garantiza resultados exitosos si no se articula con prácticas de control, gestión financiera y coordinación institucional.

El análisis de documentos oficiales y técnicos profundizó esta tensión, al evidenciar retrasos en el 45% de los cronogramas revisados, aun cuando más del 60% de los documentos técnicos y evaluativos incluían menciones a buenas prácticas. Esto revela una brecha entre la normatividad declarativa y la ejecución real, lo que sugiere la necesidad de mecanismos más efectivos de seguimiento y control. Desde un enfoque de gobernanza de proyectos, estos hallazgos ponen de manifiesto la importancia de fortalecer los marcos regulatorios y su aplicación práctica, evitando que las buenas prácticas queden únicamente en el plano discursivo.

En conjunto, los hallazgos apuntan a tres ejes de mejora:

1. Fortalecimiento de la planeación temprana mediante procesos estandarizados y apoyados en metodologías digitales avanzadas.
2. Desarrollo de capacidades técnicas a través de programas de capacitación que reduzcan la dependencia de métodos tradicionales y promuevan la adopción del BIM y otras herramientas innovadoras.
3. Consolidación de una cultura organizacional de integración que permita alinear tiempo, costo y recursos con criterios de sostenibilidad y gobernanza, atendiendo a los lineamientos de organismos internacionales como la ONU-Hábitat (2020), que destacan la infraestructura como pilar del desarrollo sostenible.

De este modo, la investigación no solo valida percepciones compartidas por actores locales, sino que también se articula con debates académicos más amplios sobre la gestión de proyectos de infraestructura en contextos latinoamericanos, donde las tensiones entre tradición e innovación, así como entre normatividad y práctica, siguen siendo factores críticos que condicionan la efectividad de las inversiones públicas y privadas.

3.14. Análisis e interpretación crítica de los datos

El análisis e interpretación crítica de los datos tiene como propósito trascender la simple descripción de los resultados obtenidos, para establecer relaciones entre las evidencias empíricas, los objetivos específicos y los referentes teóricos que fundamentan esta investigación. De esta manera, se busca comprender cómo la programación efectiva incide en la optimización, calidad y éxito de los proyectos de obras civiles en el municipio de Envigado, Antioquia, integrando la información cuantitativa, cualitativa y documental dentro de una visión analítica e interpretativa.

Los resultados muestran una clara tendencia hacia la aplicación parcial de metodologías de programación, predominando el uso de técnicas tradicionales como los diagramas de Gantt y, en menor medida, el método del camino crítico (CPM) o el PERT. Este hallazgo coincide con lo planteado por Kerzner (2017), quien advierte que la falta de planificación rigurosa en la fase inicial de los proyectos incrementa el riesgo de desviaciones en tiempo y costo. Asimismo, el Project Management Institute (PMI, 2021) sostiene que la programación constituye un pilar esencial dentro del ciclo de vida del proyecto, ya que permite anticipar cuellos de botella, coordinar recursos y asegurar la coherencia entre los objetivos y los resultados. La baja adopción de metodologías formales en Envigado, evidenciada tanto en los cuestionarios como en las entrevistas, refleja una debilidad estructural en la gestión de proyectos locales y pone de relieve la necesidad de fortalecer la cultura de planeación.

En cuanto a la adopción tecnológica, se observa que el uso de herramientas digitales especializadas como Microsoft Project, Primavera P6 y, en menor medida, BIM 4D y 5D, es aún incipiente. Solo un porcentaje reducido de los profesionales encuestados reporta haber utilizado alguna versión de BIM, pese a su reconocimiento como una metodología clave para mejorar la

planificación y el control de proyectos (Eastman et al., 2018). Este resultado guarda coherencia con los hallazgos del Banco Interamericano de Desarrollo (2020), que señala que la transformación digital en el sector de la construcción en América Latina avanza de forma desigual y enfrenta resistencias culturales y limitaciones presupuestales. Los entrevistados coincidieron en que la falta de capacitación técnica y la ausencia de incentivos institucionales son las principales barreras para la adopción tecnológica, lo que demuestra una brecha entre el discurso normativo y la realidad operativa del sector público.

En relación con la percepción de la calidad de la programación, los resultados revelan una visión crítica por parte de los actores involucrados. La mayoría de los profesionales reconoce que los cronogramas suelen ser poco realistas y que los procesos de reprogramación son frecuentes debido a deficiencias en la estimación de tiempos, recursos o secuencias constructivas. Esta situación, de acuerdo con Lock (2020), limita la capacidad de control del proyecto y aumenta la probabilidad de conflictos contractuales y sobrecostos. Además, la Contraloría General de la República (2022) ha documentado que en el Departamento de Antioquia más del 40% de las obras públicas presentan desviaciones de ejecución atribuibles a una planificación insuficiente. En consecuencia, los hallazgos de este estudio confirman que la programación no solo es un requisito técnico, sino un componente estratégico para la eficiencia institucional y la transparencia en la inversión pública.

Por otro lado, el análisis del impacto de la programación en el éxito del proyecto permite establecer una relación directa entre el grado de planificación y el cumplimiento de los objetivos de tiempo, costo y calidad. Los proyectos que reportan prácticas de programación más estructuradas y el uso regular de herramientas de control presentan mejores indicadores de ejecución. Este patrón confirma lo señalado por McKinsey & Company (2017), que identifica la programación como un determinante crítico del desempeño en la industria de la construcción, cuya productividad se encuentra rezagada frente a otros sectores debido a la falta de sistematización de procesos. En este contexto, la evidencia empírica de Envigado refuerza la tesis de que la adopción de metodologías integradas y de herramientas tecnológicas no solo mejora la eficiencia operativa, sino que fortalece la legitimidad institucional ante la ciudadanía.

Desde la perspectiva cualitativa, las entrevistas semiestructuradas aportaron información valiosa sobre las causas estructurales de los retrasos y sobre la gestión cotidiana de los proyectos. Los actores entrevistados coincidieron en que las limitaciones en la programación

derivan principalmente de la falta de coordinación interinstitucional, la rotación del personal técnico y la escasa cultura de seguimiento. Estos factores, según Hernández y González (2021), no solo afectan la eficacia técnica, sino que deterioran la confianza pública y generan un círculo vicioso de ineficiencia. Asimismo, se destacó que los procesos de contratación pública, regidos por la Ley 80 de 1993 y la Ley 1474 de 2011, suelen priorizar la adjudicación por criterios económicos antes que, por capacidades técnicas, lo que reduce los márgenes de planificación y aumenta la improvisación durante la ejecución.

La integración de los hallazgos cuantitativos, cualitativos y documentales permite afirmar que los problemas de programación en las obras civiles de Envigado no se deben únicamente a limitaciones técnicas, sino a una combinación de factores institucionales, humanos y tecnológicos. La triangulación de datos evidencia que, aunque los profesionales del sector reconocen la importancia de una programación efectiva, en la práctica predomina un enfoque reactivo, centrado en la resolución de problemas una vez iniciada la ejecución. Esto contrasta con las recomendaciones del PMI (2021) y de la norma NTC-ISO 21500 (ICONTEC, 2013), que proponen una gestión proactiva, basada en la identificación temprana de riesgos y la planificación colaborativa de las actividades.

De manera crítica, se observa que la información obtenida pone en evidencia la brecha entre el marco normativo y la implementación real de las buenas prácticas de programación. Documentos como los CONPES 3918 (2018) y 4080 (2022) enfatizan la necesidad de estructurar proyectos con un enfoque de ciclo de vida, integrando cronogramas desde la fase de preinversión hasta la ejecución. Sin embargo, los hallazgos sugieren que estas directrices aún no se traducen en cambios sustantivos a nivel municipal, lo cual reafirma lo expuesto por el DNP (2021) sobre la débil capacidad técnica de las entidades territoriales para aplicar metodologías modernas de planificación.

En síntesis, los resultados confirman que la programación efectiva no solo influye en la eficiencia técnica de los proyectos, sino que constituye un indicador clave de madurez institucional. El análisis permite concluir que la gestión de proyectos de obras civiles en Envigado requiere transitar de un modelo operativo tradicional hacia un enfoque estratégico sustentado en tres pilares: (1) la adopción de metodologías estandarizadas (CPM, PERT, BIM); (2) la formación continua del talento humano en gestión y herramientas tecnológicas; y (3) la integración de la planificación como eje de la gobernanza local en infraestructura. Esta interpretación crítica no

solo valida los objetivos de la investigación, sino que aporta elementos de mejora práctica y de reflexión teórica para futuras políticas públicas en el ámbito de la construcción.

Finalmente, los hallazgos abren líneas de investigación futura orientadas a comparar la efectividad de la programación entre municipios con distintos niveles de desarrollo institucional, analizar el impacto de la digitalización en la productividad del sector y evaluar los beneficios de implementar metodologías colaborativas como BIM en contextos públicos. Estos nuevos horizontes podrían contribuir a consolidar un modelo de gestión de proyectos más eficiente, transparente y sostenible, en consonancia con los principios del desarrollo humano y las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2030.

4. HIPÓTESIS

Dado que la presente investigación se desarrolla bajo un enfoque aplicado, con alcance descriptivo–propositivo, no resulta indispensable el planteamiento de hipótesis, ya que su objetivo central no es comprobar relaciones causales sino describir las prácticas actuales y formular lineamientos de mejora. No obstante, se presentan hipótesis de trabajo de carácter referencial, orientadas a fortalecer el análisis cuantitativo de los resultados.

4.1. Hipótesis general

La implementación de buenas prácticas de programación efectiva se asocia positivamente con la reducción de retrasos y sobrecostos, contribuyendo a la mejora de la calidad y el éxito de los proyectos de obras civiles en Envigado, Antioquia.

4.2. Hipótesis específicas

- La ausencia de metodologías estandarizadas de programación (como CPM, PERT o BIM) se relaciona con una mayor frecuencia de retrasos en los proyectos de infraestructura del municipio.
- El uso limitado de herramientas tecnológicas de apoyo (ejemplo: MS Project, Primavera, BIM 4D/5D) afecta negativamente la capacidad de anticipar riesgos y controlar cronogramas.
- Una programación deficiente impacta de manera directa no solo en los tiempos y costos, sino también en la percepción de calidad y en la confianza institucional hacia la ejecución de obras públicas.
- La incorporación de lineamientos estratégicos basados en buenas prácticas nacionales e internacionales aumenta la probabilidad de éxito en la ejecución de proyectos de obras civiles en el contexto local.

4.3. Las variables

En la presente investigación, orientada al estudio de las deficiencias en la programación de proyectos de obras civiles en Envigado, se definen y operacionalizan las variables que permiten comprender cómo las prácticas de programación inciden en el éxito o fracaso de los proyectos, ofreciendo así una base para la formulación de hipótesis de trabajo y la posterior contrastación empírica.

4.3.1. Variable(s) independiente(s)

Buenas prácticas de programación efectiva en proyectos de obras civiles. Esta variable comprende la aplicación de metodologías estandarizadas de programación (CPM, PERT, Gantt, BIM), la adopción de herramientas tecnológicas (MS Project, Primavera, BIM 4D/5D) y el nivel de sistematización de los procesos de planeación.

4.3.2. Variable(s) dependiente(s)

Éxito en la ejecución de proyectos de obras civiles en Envigado. Se expresa en la reducción de retrasos, el control de sobrecostos, el cumplimiento de cronogramas y la percepción de calidad en los resultados finales de las obras, incluyendo la confianza institucional.

4.4. Planteamiento de hipótesis

El planteamiento de la hipótesis consiste en formular una proposición que actúe como explicación tentativa del fenómeno investigado y que pueda ser contrastada mediante la recolección y análisis de datos. Una hipótesis, en este sentido, debe estar redactada en forma de afirmación con valor de verdad, especificando la relación entre al menos una variable independiente y una variable dependiente. Aunque no todas las investigaciones requieren hipótesis, en estudios aplicados con enfoque descriptivo–propositivo como el presente, se considera pertinente plantear hipótesis de trabajo que orienten la fase cuantitativa y faciliten la interpretación de los hallazgos.

En este caso, la hipótesis se formula a partir del planteamiento del problema, la revisión de literatura y la experiencia profesional en proyectos de obras civiles. Así, se establece como supuesto central que las buenas prácticas de programación efectiva (variable independiente) tienen un efecto positivo sobre el éxito de los proyectos de obras civiles en Envigado, Antioquia (variable dependiente), expresado en la reducción de retrasos, el control de sobrecostos y la mejora de la calidad en la ejecución de las obras.

5. RESULTADOS

El presente capítulo tiene como propósito analizar e interpretar los resultados obtenidos en el marco de la investigación sobre la incidencia de una programación efectiva en la

optimización, calidad y éxito de los proyectos de obras civiles en el municipio de Envigado, Antioquia. Este análisis busca trascender el nivel descriptivo, avanzando hacia una interpretación crítica que permita comprender el significado de los hallazgos en relación con los objetivos específicos, el contexto territorial y los referentes teóricos revisados.

De esta forma, se articula la información empírica proveniente de los cuestionarios estructurados, entrevistas semiestructuradas y análisis documental, con el propósito de explicar las causas, consecuencias y oportunidades de mejora identificadas en la programación de proyectos. Tal como señalan Hernández, Fernández y Baptista (2021), la interpretación de los resultados constituye el punto de convergencia entre la evidencia y la teoría, donde el investigador analiza el sentido de los datos a la luz de los objetivos propuestos y el marco conceptual.

Este análisis también permite establecer el impacto de los resultados en términos académicos y prácticos. Por un lado, aporta evidencia empírica sobre las dinámicas de programación de obras civiles en un municipio colombiano de mediana escala, un ámbito poco explorado en la literatura científica. Por otro, propone lineamientos estratégicos que pueden servir de base para políticas públicas y prácticas profesionales más eficientes. Finalmente, el capítulo plantea líneas de investigación futuras, derivadas de las brechas identificadas y de las oportunidades de innovación tecnológica y metodológica en el sector.

5.1. Identificación de deficiencias en la programación de obras civiles en Envigado

Los resultados mostraron que los actores principales en la programación de obras civiles en el municipio son ingenieros residentes (31%), funcionarios de planeación (26%) e interventores (24%). Sin embargo, pese a la presencia de perfiles técnicos, los proyectos continúan presentando deficiencias recurrentes. El análisis documental evidenció que el 45% de los cronogramas oficiales presentaron retrasos, un hallazgo consistente con las percepciones recogidas en encuestas, donde el cumplimiento efectivo de cronogramas obtuvo una media de 3,4/5, mientras que la coherencia entre tiempos, costos y recursos alcanzó 3,7/5.

Este panorama coincide con lo planteado por Kerzner (2017), quien argumenta que los proyectos suelen fracasar cuando la programación se limita a la representación gráfica del tiempo y no se articula con el control financiero y la gestión integral de recursos. En este sentido, la dependencia del municipio de metodologías tradicionales como el diagrama de Gantt (4,0/5) y el Camino Crítico (3,8/5), junto con el bajo uso de BIM 4D/5D (2,7/5), confirma la persistencia de enfoques lineales que resultan insuficientes en contextos de alta complejidad.

Las entrevistas enriquecieron esta interpretación, al señalar tres deficiencias prioritarias: la falta de planeación temprana (13,2%), la desalineación tiempo – costo – recursos (11,3%) y las limitaciones presupuestales (9,4%). Estas categorías, codificadas en el software NVivo, ponen de relieve que el problema no es únicamente metodológico, sino también institucional y financiero. Así, la hipótesis planteada en esta investigación, según la cual las deficiencias en la calidad de la programación afectan directamente los resultados de los proyectos, encuentra respaldo empírico.

Además, estos hallazgos dialogan con lo expuesto por ONU-Hábitat (2020), que subraya que la planificación urbana y de infraestructura no puede reducirse a lo técnico, sino que debe incluir la gobernanza, la coordinación interinstitucional y la sostenibilidad financiera. El caso de Envigado confirma esta visión: la ausencia de una integración real entre lo técnico y lo institucional limita la efectividad de la programación y repercute en retrasos y sobrecostos.

En suma, la identificación de estas deficiencias permite concluir que el municipio enfrenta un reto estructural: la coexistencia de prácticas tradicionales poco efectivas y una resistencia a la innovación tecnológica. Este hallazgo no solo es relevante en términos locales, sino que también se inserta en debates regionales sobre la modernización de la gestión de proyectos en América Latina, donde las brechas tecnológicas y metodológicas siguen condicionando la efectividad de las inversiones públicas.

5.2. Buenas prácticas internacionales y su contraste con el contexto local

La revisión bibliográfica y documental evidenció que, en países con sistemas de gestión de proyectos más avanzados, como España, Reino Unido y Chile, se ha consolidado la adopción

de BIM 4D/5D, que permite integrar cronogramas, costos, recursos y control de riesgos en una misma plataforma (Eastman et al., 2018). La comparación con Envigado, donde el uso de BIM es parcial y experimental, muestra un rezago en innovación metodológica que limita la competitividad local.

Asimismo, la literatura señala la importancia de la capacitación continua de los equipos de trabajo. Hernández Sampieri y Mendoza (2018) sostienen que la competencia metodológica es un requisito esencial para aplicar de manera rigurosa cualquier herramienta en investigación y práctica profesional. En contraste, los hallazgos de esta investigación revelaron una ausencia de programas de formación sistemática en el municipio, lo que explica la baja apropiación de herramientas avanzadas por parte de los actores locales.

Otra práctica clave identificada en la literatura es la estandarización normativa. En contextos internacionales, la existencia de guías y lineamientos oficiales asegura homogeneidad en la planeación y ejecución. Sin embargo, la revisión de 20 documentos locales mostró que, aunque un 60% menciona buenas prácticas, estas no se aplican de manera efectiva en la ejecución. Esta brecha confirma lo advertido por ONU-Hábitat (2020): la distancia entre lo normativo y lo práctico es uno de los principales retos de la gobernanza de proyectos.

Finalmente, la teoría de la difusión de innovaciones de Rogers (2003) ayuda a interpretar los hallazgos: en Envigado, un pequeño grupo de actores adopta herramientas innovadoras, pero la mayoría mantiene prácticas tradicionales. Esta curva lenta de adopción limita los beneficios colectivos de la innovación. La relevancia de este hallazgo radica en que permite comprender la situación no solo como un déficit, sino como un proceso en transición que puede acelerarse mediante incentivos adecuados.

5.3. Estrategias de mejora propuestas para Envigado

A partir de la triangulación de los hallazgos empíricos y el contraste con la literatura, se plantean tres líneas estratégicas para la mejora de la programación de obras civiles en Envigado:

En primer lugar, la estandarización metodológica y normativa: es necesario establecer lineamientos locales que promuevan el uso progresivo de BIM en proyectos de obra pública, lo que no solo reduciría los retrasos evidenciados en los cronogramas, sino que también alinearía a Envigado con tendencias internacionales de gestión integrada (Eastman et al., 2018).

En segundo lugar, se propone el fortalecimiento de capacidades técnicas mediante programas de capacitación dirigidos a ingenieros, interventores y funcionarios de planeación. Los resultados muestran que la falta de competencias digitales es una de las barreras más significativas para la modernización de la programación. Este planteamiento se sustenta en Hernández Sampieri y Mendoza (2018), quienes destacan la relación entre formación metodológica y calidad de los procesos aplicados.

En tercer lugar, se plantea la consolidación de una gestión integrada de proyectos, que articule tiempo, costo y recursos desde las fases iniciales de diseño y planificación. Este enfoque responde directamente a las deficiencias señaladas en las entrevistas y se relaciona con lo expuesto por Kerzner (2017), quien subraya la necesidad de vincular la programación con el control financiero y la gobernanza institucional.

Estas estrategias no deben entenderse como medidas aisladas, sino como un sistema de mejora continua que requiere coordinación interinstitucional, apoyo normativo y voluntad política. Su relevancia radica en que, de implementarse, no solo responderían a las deficiencias locales, sino que también contribuirían a fortalecer la sostenibilidad y la competitividad del sector de la construcción en el municipio.

5.4. Discusión integradora

La triangulación de resultados permite evidenciar una relación directa entre el nivel de planificación y el grado de éxito de los proyectos. Aquellos proyectos que aplicaron metodologías formales y herramientas tecnológicas mostraron menores desviaciones en tiempo y costo. Sin embargo, se confirma la existencia de una brecha estructural entre el marco normativo y su aplicación práctica, situación también señalada por el CONPES 4080 (2022).

Este análisis revela que las debilidades en la programación no son exclusivamente técnicas, sino también organizacionales y culturales. La limitada articulación entre entidades, la falta de continuidad administrativa y la escasa cultura de planeación generan un entorno donde la improvisación sustituye al análisis técnico. Esto coincide con las observaciones de Hernández et al. (2021), quienes destacan que la madurez en gestión de proyectos depende tanto del conocimiento técnico como del liderazgo institucional.

Asimismo, la comparación con las experiencias internacionales permite inferir que la adopción de herramientas digitales no garantiza por sí sola la eficiencia, si no va acompañada de procesos de formación y cambio cultural. La tecnología debe ser entendida como un medio para la gestión inteligente del tiempo y los recursos, no como un fin en sí mismo.

En términos de impacto social, los resultados confirman que una programación deficiente repercute directamente en la calidad de vida de la ciudadanía, al retrasar la entrega de obras esenciales. Esta conexión refuerza la relevancia del estudio, al evidenciar que la planificación técnica tiene un componente ético y social, coherente con los postulados del desarrollo sostenible y los ODS 2030.

5.5. Reflexiones finales

El análisis integral de los resultados permite concluir que la programación efectiva constituye un factor determinante en la eficiencia, transparencia y sostenibilidad de los proyectos de obras civiles. La evidencia demuestra que Envigado cuenta con talento técnico y normativas adecuadas, pero requiere fortalecer la cultura de planeación, institucionalizar las buenas prácticas y aprovechar el potencial de las tecnologías emergentes.

Este estudio, al integrar evidencia empírica, documental y teórica, contribuye a la consolidación de una visión moderna de la gestión de proyectos, en la que la programación no se concibe como una etapa operativa, sino como un proceso estratégico de toma de decisiones. Los hallazgos invitan a las entidades públicas a transitar hacia un modelo de gestión colaborativa, basado en evidencia y orientado a resultados, garantizando así una infraestructura más eficiente, transparente y sostenible.

6. DISCUSIÓN

6.1. Discusión general

El contraste de los resultados con la literatura revisada permite validar la hipótesis de investigación: las deficiencias en la programación de obras civiles en Envigado están directamente asociadas con retrasos y sobrecostos. Sin embargo, los hallazgos también aportan nuevas perspectivas al campo académico. En primer lugar, evidencian la importancia de analizar contextos locales específicos, pues la literatura internacional suele centrarse en proyectos de gran escala, mientras que los municipios medianos enfrentan problemáticas particulares relacionadas con capacidad técnica e institucional.

En segundo lugar, los resultados muestran que la modernización de la programación no depende únicamente de la adopción tecnológica, sino de su integración con procesos de capacitación, estandarización y gobernanza. Esto confirma lo planteado por Kerzner (2017) y ONU-Hábitat (2020), pero además agrega evidencia empírica que subraya la necesidad de abordar simultáneamente lo técnico y lo institucional.

En tercer lugar, los hallazgos resaltan que la difusión de innovaciones en contextos locales es lenta y desigual, lo que abre un campo de investigación para analizar las dinámicas sociales y organizacionales que influyen en la adopción de nuevas metodologías. Este enfoque, sustentado en Rogers (2003), es relevante para comprender no solo qué herramientas se utilizan, sino por qué algunas no logran consolidarse.

La comparación con experiencias internacionales revela que Envigado no es un caso aislado, sino un reflejo de tendencias más amplias en América Latina, donde la modernización de la gestión de proyectos avanza de forma desigual. Este hallazgo es relevante porque sitúa los resultados en un contexto regional y global, y aporta a la discusión académica sobre los retos de la innovación en infraestructura.

En definitiva, los hallazgos confirman que la clave para mejorar la programación no radica únicamente en incorporar nuevas tecnologías, sino en integrarlas en un marco institucional que promueva la capacitación, la estandarización y la gobernanza. Este planteamiento, sustentado en la literatura y validado por la evidencia empírica, constituye el aporte central de esta investigación tanto al ámbito académico como a la práctica profesional en gestión de proyectos.

6.2. Impacto en el campo de estudio

Los resultados de esta investigación tienen un impacto significativo en el campo de la gestión de proyectos de infraestructura en América Latina. En el plano académico, aportan un estudio empírico detallado sobre un municipio mediano, ampliando la base de conocimiento en un ámbito donde predominan investigaciones centradas en megaproyectos. En el plano práctico, ofrecen lineamientos concretos que pueden orientar la formulación de políticas públicas y la capacitación profesional en Envigado y otros municipios con características similares.

La investigación también abre nuevas preguntas para el campo científico: ¿qué factores sociales y culturales influyen en la resistencia a la adopción de tecnologías como BIM? ¿Cómo incide la estructura institucional de los municipios en la efectividad de la programación? ¿Qué modelos de capacitación resultan más efectivos para acelerar la transición hacia metodologías digitales?

7. CONCLUSIONES

7.1. Síntesis general de los hallazgos

El desarrollo de esta investigación permitió comprender de manera integral las causas que afectan la eficiencia de la programación en los proyectos de obras civiles del municipio de Envigado, Antioquia. Los resultados obtenidos demostraron que las principales debilidades no

se relacionan con la ausencia de herramientas de planificación, sino con su uso limitado, la falta de capacitación técnica y la carencia de una cultura organizacional orientada a la gestión preventiva.

A lo largo del análisis se evidenció que la mayoría de los proyectos presentan desviaciones en tiempo, costo y calidad debido a una planeación inicial inadecuada, una estimación poco realista de las actividades y una deficiente coordinación entre los equipos involucrados. Estos hallazgos confirman que la programación efectiva no solo constituye una etapa operativa dentro de los proyectos, sino un componente estratégico que determina su éxito o su fracaso.

7.2. Respuestas al problema y cumplimiento de los objetivos

El propósito central de esta investigación fue comprender de qué manera la programación incide en la optimización, calidad y éxito de los proyectos de obras civiles ejecutados en el municipio de Envigado durante el periodo 2020–2024. A partir de los resultados obtenidos, fue posible responder de manera clara y fundamentada a la pregunta de investigación, confirmando que una programación deficiente constituye una de las principales causas de los retrasos, sobrecostos y disminución en la calidad de las obras públicas.

La evidencia recogida permitió establecer que el problema radica en la falta de un sistema estructurado de planeación y control. En la mayoría de los proyectos analizados, los cronogramas no se actualizan oportunamente, los recursos se asignan sin un análisis integral de la ruta crítica y las decisiones se toman de forma reactiva, lo que genera desalineación entre los tiempos estimados y los reales. De esta manera, se corroboró que la programación no es únicamente un componente técnico, sino un proceso estratégico que condiciona la eficiencia global de la gestión de proyectos.

En relación con el primer objetivo específico, orientado a identificar las deficiencias en la programación de obras civiles, se logró determinar que las principales debilidades se concentran en tres aspectos: la ausencia de metodologías estandarizadas, la limitada capacitación técnica del personal y la escasa integración entre las áreas responsables de la planeación, ejecución y

control. Estas falencias provocan una desconexión entre la proyección y la realidad operativa, reflejada en incumplimientos reiterados de plazos y presupuestos. Asimismo, se identificó que la comunicación entre contratistas, supervisores y entidades públicas es insuficiente, lo que dificulta la sincronización de tareas y la gestión preventiva de riesgos.

Respecto al segundo objetivo, que buscaba analizar las buenas prácticas en programación implementadas en otros contextos, el estudio permitió reconocer que aquellas entidades que adoptan modelos de planificación digital y metodologías colaborativas obtienen mejores resultados en términos de cumplimiento y calidad. La observación de experiencias exitosas evidenció que el uso de herramientas tecnológicas, la automatización de procesos y la actualización continua del personal técnico son factores determinantes para la eficiencia de los proyectos. A partir de este contraste, se comprobó que el municipio de Envigado posee las condiciones institucionales y técnicas necesarias para incorporar gradualmente dichas prácticas, fortaleciendo su capacidad de gestión y seguimiento.

En cuanto al tercer objetivo específico, orientado a la formulación de lineamientos estratégicos para mejorar la programación, el estudio permitió construir una propuesta concreta basada en cuatro pilares fundamentales:

1. Capacitación continua del personal técnico, enfocada en el uso de metodologías de planeación, análisis de ruta crítica y herramientas de simulación.
2. Estandarización de los procesos de programación, mediante la elaboración de guías técnicas, formatos únicos y protocolos de revisión periódica de cronogramas.
3. Transformación digital de la gestión de proyectos, promoviendo la adopción de plataformas tecnológicas que permitan la interoperabilidad entre las distintas áreas institucionales y los contratistas.
4. Monitoreo y evaluación permanente, con mecanismos de control que garanticen la trazabilidad de la información y la transparencia en la toma de decisiones.

El cumplimiento de los tres objetivos permitió no solo abordar el problema de investigación, sino también proponer una hoja de ruta práctica para la gestión eficiente de la infraestructura pública. El estudio demostró que la programación efectiva trasciende el ámbito técnico y se convierte en una herramienta de gobernanza, al contribuir a la transparencia, la sostenibilidad y la satisfacción ciudadana.

De manera general, el trabajo alcanzó plenamente los fines planteados: describió la situación actual de la programación de obras civiles, identificó los factores críticos que afectan su desempeño y formuló estrategias de mejora aplicables al contexto institucional del municipio. Además, generó una visión integradora que articula la gestión técnica con la responsabilidad pública, permitiendo comprender que la calidad de una obra no depende únicamente de los materiales o del presupuesto asignado, sino, en gran medida, de la capacidad de planificar con rigor, anticipar los riesgos y coordinar los recursos humanos y técnicos de forma eficiente.

En conclusión, el proceso investigativo permitió confirmar que los objetivos se cumplieron en su totalidad, aportando conocimiento útil, aplicable y pertinente para el fortalecimiento de la gestión de proyectos de infraestructura. Los resultados se constituyen en un punto de partida para continuar desarrollando estrategias que impulsen la eficiencia institucional y promuevan una cultura de planeación basada en la evidencia y la mejora continua.

7.3. Conexión y coherencia con los objetivos

Las conclusiones alcanzadas guardan plena coherencia con los objetivos formulados al inicio del trabajo. Cada etapa del proceso investigativo se orientó a comprobar cómo la programación incide directamente en la eficiencia y el cumplimiento de los proyectos de infraestructura pública. El análisis permitió demostrar que una gestión basada en planeación anticipada, comunicación efectiva y uso de herramientas tecnológicas contribuye a mejorar significativamente los resultados, reduciendo el riesgo de sobrecostos y retrasos.

Asimismo, la investigación validó la hipótesis de que la programación puede convertirse en un instrumento de transformación institucional, capaz de fortalecer la transparencia y la confianza ciudadana. La articulación entre los resultados cuantitativos y cualitativos permitió construir una visión integral que explica tanto los problemas como las oportunidades de mejora en el contexto local.

7.4. Análisis crítico de los resultados

El análisis crítico de los resultados obtenidos permite trascender la simple descripción de los hallazgos para comprender su significado e implicaciones dentro del campo de la gestión de proyectos de obras civiles. Los resultados revelaron que la mayoría de las deficiencias identificadas en la programación no obedecen únicamente a factores técnicos, sino también a dinámicas organizacionales y culturales profundamente arraigadas. Esta observación permite interpretar que el éxito de los proyectos no depende solo de la adopción de herramientas o metodologías, sino de la madurez institucional y de la capacidad de liderazgo para fomentar una cultura de planeación estratégica.

La investigación confirmó la existencia de una brecha entre la planificación formal, aquella que se plasma en cronogramas o documentos técnicos, y la planificación real, que se construye día a día en el terreno de la ejecución. Este desajuste evidencia la necesidad de fortalecer los procesos de seguimiento y control, pero también de promover un cambio en la mentalidad de los actores que intervienen en las obras. Más que un problema de conocimiento técnico, se trata de un desafío de gestión, comunicación y compromiso interinstitucional.

El análisis también permite reconocer que la programación efectiva tiene un impacto transversal: influye en la calidad de la obra, en la eficiencia del gasto público y en la percepción ciudadana sobre la transparencia institucional. La falta de actualización de los cronogramas, la limitada capacitación del personal y la débil coordinación entre dependencias fueron hallazgos reiterados que explican los retrasos y sobrecostos observados. Estos factores, lejos de ser meramente administrativos, repercuten en la credibilidad del Estado y en la calidad de vida de las comunidades beneficiarias.

Asimismo, el contraste entre los resultados cuantitativos y cualitativos evidenció una coincidencia significativa: aunque los profesionales reconocen la importancia de la programación, su aplicación práctica sigue siendo fragmentada e inconsistente. Esto sugiere que existe un desfase entre el discurso técnico y la práctica cotidiana, lo que limita la eficacia de las políticas de planeación y dificulta la consolidación de una cultura de gestión basada en resultados.

Por otra parte, el estudio permitió identificar limitaciones inherentes al contexto investigativo. La disponibilidad de información y la participación de algunos actores

institucionales fueron menores a las esperadas, lo que restringe la posibilidad de generalizar los resultados. Sin embargo, estas limitaciones no debilitan la validez del estudio; por el contrario, refuerzan la necesidad de fortalecer la transparencia, el acceso a datos y la articulación entre los niveles técnicos y administrativos.

Finalmente, desde una perspectiva crítica, puede afirmarse que la investigación logró cumplir sus objetivos al generar un diagnóstico preciso y una propuesta de mejora viable. No obstante, el proceso también evidenció que el cambio estructural en la gestión de proyectos requiere más que procedimientos técnicos: exige voluntad política, liderazgo transformador y compromiso institucional. Solo mediante la integración de estos elementos será posible consolidar un modelo de programación eficiente, sostenible y alineado con los principios de calidad, equidad y desarrollo social.

7.5. Implicaciones y relevancia

Los hallazgos obtenidos tienen implicaciones importantes tanto para la gestión pública como para el ámbito profesional. En el nivel institucional, se evidencia la necesidad de fortalecer las competencias técnicas de los equipos responsables de la planificación, de promover la adopción de tecnologías de programación y de establecer mecanismos de seguimiento basados en indicadores verificables. En el nivel social, una mejor programación se traduce en obras más eficientes, con menor desperdicio de recursos y con mayor beneficio para las comunidades.

Desde el punto de vista académico, esta investigación aporta una visión contextualizada sobre la importancia de la programación como herramienta estratégica para la gestión de proyectos. Sus resultados pueden servir como punto de partida para nuevas investigaciones que profundicen en la relación entre la planeación, la eficiencia y la sostenibilidad de las obras públicas.

7.6. Conclusión final

En síntesis, la investigación confirma que la programación efectiva es el eje central de una gestión de proyectos exitosa. Una planificación rigurosa, acompañada de capacitación continua, procesos estandarizados y herramientas digitales adecuadas, no solo optimiza los recursos, sino que fortalece la transparencia y la confianza en la gestión pública.

El municipio de Envigado, Antioquia cuenta con las capacidades necesarias para avanzar hacia modelos de gestión más eficientes, siempre que se consolide una cultura institucional basada en la planeación, la cooperación y la mejora continua. Con ello, será posible no solo ejecutar proyectos dentro del plazo y el presupuesto previstos, sino también construir obras que respondan a las verdaderas necesidades de la ciudadanía y promuevan un desarrollo sostenible a largo plazo.

8. RECOMENDACIONES

8.1. Limitaciones del estudio

Durante el desarrollo de esta investigación se identificaron varias limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, la disponibilidad y acceso a la información documental de los proyectos fue restringida en algunos casos, debido a la confidencialidad institucional o a la falta de registros digitalizados. Esta limitación redujo la posibilidad de realizar comparaciones más amplias entre diferentes municipios o entre entidades públicas y privadas.

En segundo lugar, aunque la muestra de participantes fue representativa dentro del contexto del municipio de Envigado, Antioquia, el número de entrevistas y encuestas no permite generalizar los resultados a todo el territorio nacional. Las condiciones administrativas, políticas y técnicas pueden variar significativamente entre regiones, por lo que los hallazgos deben entenderse como una referencia contextualizada más que como una conclusión universal.

Asimismo, se reconoce que algunos factores externos, como los cambios en las políticas públicas, las restricciones presupuestales o los efectos de la pandemia, pudieron influir en la ejecución de las obras y, por tanto, en las percepciones recogidas durante el trabajo de campo. Estas circunstancias introducen un margen de variabilidad que no puede eliminarse por completo en estudios de este tipo.

Finalmente, se advierte que el enfoque de la investigación privilegió la programación como variable central del éxito de los proyectos, lo que pudo dejar en segundo plano otros elementos relevantes como la gestión ambiental, la participación ciudadana o la sostenibilidad financiera. Por ello, se recomienda considerar estos factores en futuras investigaciones para obtener una visión aún más integral de la gestión de la infraestructura pública.

8.2. Recomendaciones prácticas

Con base en los hallazgos obtenidos, se plantean las siguientes recomendaciones para las instituciones, profesionales y equipos encargados de la planeación y ejecución de obras civiles:

1. Fortalecer la formación técnica y gerencial de los profesionales involucrados en la programación de proyectos, promoviendo la capacitación continua en metodologías actualizadas, herramientas de simulación, análisis de ruta crítica y tecnologías digitales de gestión.
2. Implementar sistemas digitales integrados que permitan la trazabilidad de la información, la comunicación en tiempo real entre las áreas técnicas y administrativas, y el seguimiento de los indicadores de desempeño durante todas las fases del proyecto.
3. Estandarizar procesos y procedimientos de planeación y control, adoptando manuales institucionales de programación que definan criterios unificados para la elaboración, actualización y validación de cronogramas.
4. Fomentar una cultura organizacional de planeación preventiva, en la que las decisiones se tomen con base en evidencia, análisis de riesgos y proyecciones técnicas, reduciendo la improvisación y los ajustes reactivos en el desarrollo de las obras.

5. Promover espacios de articulación interinstitucional entre las entidades contratantes, interventores, contratistas y la comunidad, con el fin de fortalecer la transparencia, la rendición de cuentas y la colaboración en la solución de problemas durante la ejecución de los proyectos.
6. Asegurar la evaluación post-proyecto, implementando mecanismos de retroalimentación que permitan identificar las lecciones aprendidas, los aciertos y las fallas en los cronogramas, generando información útil para futuros procesos de planeación.

Estas recomendaciones tienen como propósito consolidar una gestión pública más eficiente, responsable y orientada a resultados, donde la programación se asuma como un pilar estratégico para el cumplimiento de los objetivos institucionales y el uso óptimo de los recursos públicos.

8.3. Proyecciones para futuras investigaciones

A partir de las limitaciones y aprendizajes derivados de este estudio, se sugieren nuevas líneas de investigación que puedan ampliar y profundizar la comprensión del fenómeno:

1. Estudios comparativos entre municipios o regiones, que permitan identificar patrones comunes y diferencias en las prácticas de programación de obras civiles, con el fin de construir modelos de referencia aplicables a diferentes contextos institucionales.
2. Investigaciones sobre la relación entre programación y sostenibilidad, analizando cómo una planeación eficiente puede contribuir a reducir impactos ambientales, mejorar la gestión de residuos y optimizar el uso de materiales y energía.
3. Análisis de la madurez institucional en gestión de proyectos públicos, explorando cómo los niveles de desarrollo organizacional, liderazgo y gobernanza influyen en la efectividad de la programación y ejecución de obras.
4. Aplicación de herramientas de inteligencia artificial y analítica predictiva en la programación de obras civiles, con el fin de anticipar desviaciones de tiempo o costo y facilitar la toma de decisiones basadas en datos.

5. Estudios sobre la cultura organizacional y el comportamiento humano en la gestión de proyectos, considerando cómo la motivación, el liderazgo y la comunicación inciden en el cumplimiento de los cronogramas y la eficiencia del trabajo colaborativo.

En suma, las líneas de investigación propuestas constituyen una ruta de continuidad que trasciende el alcance del presente estudio y se orienta hacia la construcción de un conocimiento más robusto y contextualizado en torno a la gestión de proyectos de infraestructura. Su desarrollo permitirá no solo contrastar los hallazgos obtenidos en Envigado con otros escenarios nacionales e internacionales, sino también aportar insumos para la formulación de políticas públicas, el diseño de programas de capacitación y la implementación de metodologías digitales innovadoras. De esta manera, se consolida un puente entre la investigación académica y la práctica profesional, en beneficio de la eficiencia, la sostenibilidad y la transparencia en el sector de la construcción.

8.4. Reflexión personal sobre el proceso investigativo

El desarrollo de esta investigación representó una experiencia formativa de gran valor académico y profesional. El proceso permitió consolidar habilidades en el diseño metodológico, el manejo de instrumentos de recolección de datos y el análisis crítico de información. Cada etapa del trabajo, desde la formulación del problema hasta la interpretación de los resultados, implicó un aprendizaje constante sobre la importancia de la planeación, la rigurosidad y la disciplina investigativa.

Uno de los mayores desafíos fue mantener la objetividad frente a las limitaciones del contexto institucional y la disponibilidad de información, lo que exigió flexibilidad metodológica y capacidad de adaptación. Este reto fortaleció el criterio analítico y la comprensión de la realidad compleja que caracteriza la gestión pública de la infraestructura.

A nivel personal, el proyecto reforzó la convicción de que la investigación no es un ejercicio aislado, sino una herramienta para transformar prácticas y generar conocimiento útil para la sociedad. La posibilidad de aportar propuestas concretas para mejorar la programación

de obras civiles constituye una contribución significativa tanto al campo profesional como al desarrollo local.

En conclusión, este proceso permitió reafirmar la importancia de la investigación aplicada como medio para el aprendizaje continuo, el pensamiento crítico y la mejora de las competencias profesionales. Más allá de los resultados obtenidos, la principal ganancia ha sido la comprensión profunda de que la gestión eficiente de los proyectos es también una forma de construir confianza, desarrollo y bienestar colectivo.

REFERENCIAS

Arditi, D., & Albulak, M. (2022). Comparative study of project scheduling techniques in construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(7), 1–12.

Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2020). *Infraestructura para el desarrollo sostenible en América Latina*. BID.

Bernal Torres, C. A. (2016). Procesamiento de la información – Datos. En *Metodología de la investigación* (pp. 295–298). Pearson Educación.

Congreso de Colombia. (1993). *Ley 80 de 1993 por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública*. Diario Oficial No. 41.094, 28 de octubre de 1993.

Congreso de Colombia. (2011). *Ley 1474 de 2011 por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción*. Diario Oficial No. 48.128, 12 de julio de 2011.

Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES]. (2018). *Documento CONPES 3918: Política Nacional de Gestión de la Inversión Pública*. Departamento Nacional de Planeación.

Consejo Nacional de Política Económica y Social [CONPES]. (2022). *Documento CONPES 4080: Política Nacional para la Infraestructura Inteligente*. Departamento Nacional de Planeación.

Contraloría General de la República. (2022). *Informe de seguimiento a proyectos de infraestructura en Antioquia*. CGR.

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2021a). *Informe de seguimiento a proyectos del Sistema General de Regalías*. DNP.

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2021b). *Guía metodológica MGA para la estructuración de proyectos de inversión pública*. DNP.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (3rd ed.). Wiley.

George, D., & Mallery, P. (2016). *IBM SPSS Statistics 23 Step by Step: A Simple Guide and Reference*. Routledge.

Hernández, F., Fernández, C., & Baptista, P. (2021). *Metodología de la investigación* (7.^a ed.). McGraw-Hill.

Hernández, P., Martínez, J., & González, A. (2021). Análisis de retrasos en proyectos de infraestructura en Chile. *Revista Latinoamericana de Ingeniería*, 15(2), 45–61.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Recolección de datos en la ruta cuantitativa. En *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (pp. 224–309). McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Análisis de datos en la ruta cuantitativa. En *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (pp. 310–386). McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Recolección y análisis de datos en la ruta cualitativa. En *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (pp. 440–521). McGraw-Hill.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2013). *NTC-ISO 21500:2013 Directrices para la dirección y gestión de proyectos*. ICONTEC.

JASP Team. (2023). *JASP* (Version 0.18.3) [Computer software]. University of Amsterdam. <https://jasp-stats.org/>

Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12th ed.). Wiley.

Lock, D. (2020). *Project management* (11th ed.). Routledge.

McKinsey & Company. (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*. McKinsey Global Institute.

ONU-Hábitat. (2020). *World cities report 2020: The value of sustainable urbanization*. United Nations Human Settlements Programme.

Project Management Institute [PMI]. (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). Project Management Institute.

Rodríguez, L., & Vera, C. (2024). Modelo predictivo de cumplimiento de cronogramas basado en inteligencia artificial. *Revista Internacional de Ingeniería de Proyectos*, 32(4), 77–93.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.

Torres, M., Sánchez, F., & Patiño, J. (2023). Comparación de buenas prácticas en proyectos públicos y privados en Medellín. *Revista de Gestión de Proyectos*, 29(3), 15–28.

Anexo 1. Guía de Entrevista Semiestructurada

Objetivo: Explorar percepciones, experiencias y propuestas de mejora en torno a la programación de proyectos de obras civiles en Envigado, Antioquia.

Dimensiones y preguntas:

1. Causas de retrasos en proyectos
 - ¿Cuáles son, en su opinión, las principales causas de retrasos en los proyectos de obras civiles en Envigado?

2. Prácticas y estrategias de programación
 - ¿Qué metodologías o herramientas de programación utiliza habitualmente (ej. MS Project, BIM, CPM, PERT)?
 - ¿Cómo se integran, en su experiencia, los cronogramas con el presupuesto y los recursos humanos?

3. Percepción de la calidad y efectividad de la programación
 - ¿Qué limitaciones identifica en los procesos de programación de proyectos de infraestructura pública?
 - ¿Podría compartir un caso en el que la programación efectiva haya permitido optimizar tiempos o costos?

4. Buenas prácticas y propuestas de mejora
 - ¿Qué buenas prácticas o estrategias considera que deberían implementarse para mejorar la planeación en el sector?

Anexo 2. Cuestionario Estructurado para Profesionales del Sector Construcción

Objetivo: Medir cuantitativamente la adopción de metodologías de programación, el uso de herramientas tecnológicas, la percepción de la calidad de la programación y su impacto en el éxito de los proyectos.

Dimensiones y preguntas:

Datos generales

- Cargo actual: _____
- Años de experiencia en el sector: _____

1. Prácticas de programación utilizadas (*Selección múltiple con única respuesta*)

- ¿Utiliza el método CPM para planificar proyectos?
- ¿Emplea diagramas de Gantt en sus proyectos?
- ¿Aplica metodologías PERT en la programación de actividades?

2. Adopción tecnológica (*Selección múltiple con múltiples respuestas*)

- ¿Ha utilizado BIM 4D o 5D en proyectos de construcción?
- ¿Con qué frecuencia emplea MS Project?
- ¿Con qué frecuencia emplea Primavera P6?

3. Percepción de la calidad de la programación (*Escala Likert: 1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo*)

- Los cronogramas en los que participo se cumplen en los tiempos previstos.
- La falta de programación impacta negativamente en la calidad final de las obras.
- La programación permite anticipar riesgos y reducir incertidumbre en los proyectos.

4. Impacto en el éxito del proyecto (*Verdadero/Falso*)

- La implementación de buenas prácticas de programación mejora los indicadores de desempeño (tiempo, costo, calidad).
- El uso de software especializado garantiza mayor confianza institucional en la ejecución de proyectos.

Anexo 3. Formato de Consentimiento Informado

Título de la investigación:

Optimización de proyectos de obras civiles a través de una propuesta de buenas prácticas de programación efectiva como factor clave en la calidad y éxito del proyecto.

Investigadores responsables:

- Mauricio Arango López
- Sebastián Arango Gil

Objetivo de la investigación:

Analizar la influencia de una programación efectiva en la calidad, optimización y éxito de los proyectos de obras civiles en el Municipio de Envigado, Antioquia.

Información al participante:

Se solicita su autorización para participar en esta investigación, la cual consistirá en responder un cuestionario y/o entrevista. Su participación es voluntaria y puede retirarse en cualquier momento. La información que usted suministre será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos.

Compromisos del investigador:

- Garantizar la confidencialidad y anonimato.
- Utilizar los datos con fines académicos.
- Proteger la integridad y dignidad de los participantes.

Consentimiento:

Declaro que he leído y comprendido la información anterior, que mis dudas fueron resueltas y que acepto participar en este estudio.

Firma del participante: _____

Fecha: ___ / ___ / 2025