

Método para la Gestión de Proyectos de Infraestructura Pública en Boyacá – Colombia

Method for the Management of Public Infrastructure Projects in Boyacá – Colombia

 **Ronald Fernando Cuervo Camargo**¹

 **Elías Alexander Gómez Alarcón**²

Artículo recibido el 04/08/2023

Artículo aprobado el 30/10/2023

Resumen

En este artículo se propone un método gerencial para mejorar la planificación de tiempo y costo de la ejecución de proyectos de infraestructura pública en los municipios del departamento de Boyacá. Para ello, adopta procesos de la guía PMBOK® que son incorporados en la planeación de las entidades territoriales. Se realiza un análisis estadístico sobre una muestra de contratos liquidados en los municipios de primera a quinta categoría del departamento, con el fin de identificar las desviaciones durante su ejecución, en cuanto al tiempo y costo, respecto a las condiciones inicialmente planteadas. Una vez analizadas las falencias se propone integrar unos procesos de buenas prácticas a la formulación de los proyectos en el sector público, que tiendan a la reducción de estas desviaciones. Con la aplicación del método se concluye que, para una adecuada planificación del tiempo y del costo, deben considerarse aspectos como los interesados del proyecto, las adquisiciones críticas, los riesgos y su probabilidad de ocurrencia e impacto en el proyecto, la cuantificación de riesgos y los requisitos y especificaciones tanto del proyecto como del producto.

91_

Palabras claves: gestión, obras públicas, presupuesto, tiempo, dirección de proyecto.

Cómo citar: Cuervo Camargo, R. F. ., y Gómez Alarcón, E. A. . (2023). Método para la Gestión de Proyectos de Infraestructura Pública en Boyacá – Colombia. *Visión Empresarial*, 2(3), 91–106. DOI: <https://doi.org/10.24267/24629898.1227>

Artículo de Investigación

¹Ingeniero Civil, Magister en Gerencia de Proyectos, Universidad de Boyacá, Grupo de investigación GISEDE, rfcuervo@uniboyaca.edu.co

²Ingeniero Civil, Magister en Gerencia de Proyectos, Universidad de Boyacá, Grupo de investigación GISEDE, eliale Gomez@uniboyaca.edu.co

Abstract

This article proposes a managerial method to improve time and cost planning for the execution of public infrastructure projects in the municipalities of the Boyacá department. To achieve this, it adopts processes from the PMBOK® guide that are incorporated into the planning of territorial entities. A statistical analysis is conducted on a sample of contracts settled in municipalities ranging from first to fifth category in the department, aiming to identify deviations during their execution regarding time and cost compared to the initially proposed conditions.

Once the deficiencies are analyzed, the article proposes integrating good practice processes into the formulation of projects in the public sector, aiming to reduce these deviations. Through the application of the method, it is concluded that for proper time and cost planning, aspects such as project stakeholders, critical acquisitions, risks and their probability of occurrence and impact on the project, risk quantification, and requirements and specifications of both the project and the product must be considered.

Keywords: Management, Public Works, Budget, Time, Project Management.

Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como objeto proponer un método gerencial que tiende al logro de mejoras en la planificación de tiempo y costo de la ejecución de proyectos de infraestructura pública en los municipios del departamento de Boyacá. Se tienen como antecedentes el manejo actual de la contratación estatal en Colombia, que ha limitado el concepto de planeación a un aspecto legal y lo ha enmarcado a lo enunciado en la Ley 80 de 1993, la Ley 1150 de 2007, la Ley 1474 de 2011 y sus decretos reglamentarios. Tal como lo afirma Aponte Díaz (2014), la contratación ha limitado el concepto de planeación a la etapa precontractual y ha descuidado las demás etapas a sabiendas de que se trata de un sistema que garantiza el cumplimiento de los fines del Estado.

En este artículo se ha propuesto un método basado en el uso de buenas prácticas en la gestión de proyectos, con el fin de fortalecer los procesos de estructuración y ejecución de obras de infraestructura pública en el departamento de Boyacá, enmarcándolos como una secuencia lógica que busca garantizar la satisfacción de una necesidad común, y que debe contemplar una serie de procesos que van más allá de la elaboración de un estudio previo, con el fin de que esta etapa de planificación se alinee con la ejecución, el monitoreo y el control, hasta garantizar el cierre del proyecto. Para ello, inicialmente se realizó un diagnóstico de la situación actual de los procesos ejecutados por entidades públicas de primera a quinta categoría del departamento. En dicho diagnóstico se relacionó el estado final de los contratos de obra pública con respecto a sus condiciones contractuales iniciales, analizando su variación en tiempo y costo en los últimos cuatro años. Además, se identificaron las desviaciones en la ejecución con respecto a las condiciones establecidas en la etapa de planeación.

Con el fin de determinar la relación entre los procesos establecidos por las administraciones públicas y las buenas prácticas de gerencia, se adaptaron una serie de etapas enmarcadas en el PMBOK® dirigidas a la disminución de desviaciones en las áreas de conocimiento tiempo y costo en el proceso de planificación de proyectos de infraestructura pública.

Metodología

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, basado en un estudio exploratorio y descriptivo que permitiera obtener información completa respecto al contexto antes mencionado, el cual ha sido poco estudiado desde la etapa de la planificación, ni abordado con el uso de estándares internacionales de gestión de proyectos. Entonces, se analizó la variación de tiempo y costo de los contratos de obra pública suscritos por los municipios de primera a quinta categoría del departamento de Boyacá durante los últimos cuatro años, con el objetivo de identificar las desviaciones en la ejecución con respecto a las condiciones establecidas en la etapa de planeación. Dicha información fue extraída de la plataforma SECOP (Sistema Electrónico para la Contratación Pública), a la que se refiere el artículo 3 de la Ley 1150 de 2007, que dispone la información de los procesos de infraestructura pública desarrollados por los municipios incluidos en esta investigación. Al tratarse de una plataforma tecnológica de libre acceso, no se requirió de consentimiento informado para la captura de la información.

Teniendo en cuenta la población de 101 procesos, la desviación estándar de 0,5, un nivel de confianza del 95 % y el límite aceptable de error muestral del 5 %, se obtuvo un tamaño de la muestra equivalente a 81 procesos de licitación pública, que se caracterizaron como se muestra a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Muestra por municipio

| Municipio | Categoría | Número de licitaciones de obra pública publicadas en SECOP | Muestra |
|---------------|-----------|--|-----------|
| Tunja | 1 | 24 | 19 |
| Sogamoso | 2 | 5 | 4 |
| Duitama | 3 | 7 | 6 |
| Puerto Boyacá | 3 | 21 | 17 |
| Nobsa | 4 | 19 | 15 |
| Chiquinquirá | 5 | 15 | 12 |
| Paipa | 5 | 10 | 8 |
| TOTAL | | 101 | 81 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Variaciones en tiempo de los procesos

| Variación en tiempo | Número de procesos | Porcentaje |
|--|--------------------|------------|
| Contratos sin variación en tiempo de ejecución de obra | 11 | 13,6 % |
| Contratos con variación en tiempo de ejecución de obra | 70 | 86,4 % |

Fuente: elaboración propia.

Fases de la metodología:

1. Recolección de información en la plataforma SECOP

Para la recolección de los datos que suministra la plataforma de Colombia Compra Eficiente se tuvieron en cuenta variables como número de proceso de contratación, objeto, sector o tipo de obra, plazo inicial, ampliaciones en tiempo, fecha de inicio, fecha de terminación, fecha de liquidación, valor inicial y valor final.

Estas variables permiten caracterizar las variaciones en tiempo y costo de la ejecución de los proyectos en comparación con lo contemplado en estudios previos, pliegos de condiciones y actas de inicio, suspensión, reinicio y liquidación. De ese modo, se recopiló la misma información de los 81 procesos.

2. Análisis de resultados

2.1. Variaciones en tiempo.

Para el análisis de la información recolectada se calcularon los mayores tiempos de ejecución y las diferencias entre el valor contemplado en el acta de liquidación del contrato y el valor proyectado en estudios previos y pliegos de condiciones. Con la información recopilada se analizó la variación en tiempo de los 81 procesos incluidos en la muestra estudiada y se obtuvo lo siguiente (Tabla 2):

Estos 70 procesos que presentaron una variación referente a un mayor tiempo de ejecución de la obra se clasificaron en los rangos ya descritos.

Adicionalmente, se analizaron los motivos de estas ampliaciones en el tiempo de ejecución de los proyectos, información que se encuentra en las actas de suspensión o minutas de prórrogas anexas en la plataforma SECOP según cada proceso, de lo cual se puede concluir (Tabla 3):

Tabla 3. Motivos de las variaciones en tiempo de los procesos

| Motivo de la ampliación en tiempo | Número de procesos | Porcentaje |
|-----------------------------------|--------------------|------------|
| Ajustes a diseños y presupuestos | 34 | 49 % |
| Factores climáticos | 8 | 11 % |
| Épocas de festividades | 3 | 4 % |

| Motivo de la ampliación en tiempo | Número de procesos | Porcentaje |
|-------------------------------------|--------------------|------------|
| Controversias con los beneficiarios | 7 | 10 % |
| Retrasos con adquisiciones | 4 | 6 % |
| Causas no relacionadas en actas | 14 | 20 % |

Fuente: elaboración propia.

2.2 Variaciones en Costos.

En cuanto a los costos, de igual forma se analizó la variación de estos en los 81 procesos de licitación pública de obra. Se estudió en primera instancia el porcentaje de contratos con un mayor valor al planeado en el momento de su terminación, y se clasificaron en contratos a los que se les generó una adición en valor inferior al 20 %, contratos con adición en valor entre un 20 % y 40 %, y contratos con adiciones en valor mayores al 40 %. Los resultados se evidencian en la Tabla 4:

Tabla 4. Variación en costos de los procesos

| Variación en costos | Número de procesos | Porcentaje |
|--|--------------------|------------|
| Contratos sin variación en costos de ejecución de obra | 33 | 40,7 % |
| Contratos con variación en costos de ejecución de obra | 48 | 59,3 % |

Fuente: elaboración propia.

3. Desviaciones en ejecución con respecto a las condiciones establecidas en la etapa de planeación

Una vez establecidas las variaciones en tiempo y costo presentadas en la ejecución de los proyectos liquidados de licitación de obras públicas durante los últimos cuatro años en los municipios de primera a quinta categoría en el departamento de Boyacá, se analizaron

las desviaciones presentadas entre lo **planeado** y lo **ejecutado**. Inicialmente, sobre la variable de tiempo se evidenció que un 86,4 % de los procesos estudiados presentan un aumento de tiempo de ejecución con respecto al plazo programado de manera inicial por la entidad contratante en sus estudios previos publicados en el portal de contratación. De ellos, el 45,7 % de los proyectos presentó una desviación del tiempo superior al 150 %, aspecto que resulta importante considerar debido a que, si bien es cierto que durante la ejecución de las obras se pueden presentar situaciones en campo que eran difíciles de predecir en oficina y que generan mayor tiempo o valor con respecto a lo planeado, estas desviaciones no tendrían por qué llegar a porcentajes tan altos y ocurrir con tanta frecuencia. De igual forma, es de resaltar que el principal motivo justificado en las actas de suspensión y prórrogas anexas como soporte del respectivo proceso en la plataforma SECOP hace referencia en un 49 % a ajustes de diseños y presupuestos, los cuales se presume son desarrollados por profesionales con la idoneidad suficiente y que no tendrían por qué alejarse tanto de la realidad encontrada en campo.

En lo referente a costos, se presentan desviaciones en un 59,3 % de los proyectos, que son porcentajes menores a los hallados en la variable de tiempo. Al tener un 42 % de las obras analizadas con ajustes de diseños y presupuestos, resulta razonable y frecuente que estos ajustes generen un mayor valor con respecto al presupuesto inicial. De los 48 contratos de obra que terminaron su ejecución con un mayor costo, el 43,8 % presentaron una adición en valor inferior al 20 %, porcentaje que se puede considerar como aceptable, teniendo en cuenta los ajustes a diseños ya mencionados.

4. Procesos y buenas prácticas de gerencia en la correcta planeación de un proyecto de infraestructura pública

Una vez hecho el análisis de resultados, se seleccionaron los procesos del estándar internacional PMBOK® emitido por PMI (2017), y las buenas prácticas de la gerencia de proyectos que se pudieran aplicar a la gestión pública en proyectos de infraestructura. De igual forma, se investigaron las experiencias en el desarrollo de proyectos recientes a nivel global y nacional, tomando conceptos de diferentes autores.

En el caso de Molepo (2019), evidencia que, debido a las altas incertidumbres y complejidades de los proyectos, estos se pueden dar por terminados antes de cumplir los objetivos y convertirse en proyectos fallidos. Así mismo, Sui Pheng y Shing Hou (2019) muestran una relación entre el estado de auge o caída de una economía y la calidad de la construcción, con el fin de tomar decisiones referentes a la compensación del tiempo, costo y calidad del proyecto y de la empresa. De otra parte, Kermanshchi y Safapour (2018) resaltan los indicadores de complejidad de los proyectos de infraestructura, vistos desde la perspectiva de los principales interesados, al identificar y cuantificar los proyectos de construcción en Estados Unidos. Sus resultados relacionaron “alcance” y “recursos” del proyecto como los aspectos de mayor complejidad identificados por los interesados de proyectos de construcción. Dicho estudio se complementó por Kermanshchi et al. (2020) al desarrollar el marco de gestión y evaluación de la complejidad del proyecto como herramienta para evaluar los niveles de complejidad de un proyecto.

Ahora bien, en el área específica de la gestión de proyectos de construcción, Fewings (2019) habla de un enfoque integrado que relaciona la metodología PRINCE2™ de *Office of Government Commerce*

(2009), con procesos referentes al caso de negocio, las adquisiciones, el liderazgo, el valor y gestión del diseño, la gestión del riesgo y cierre del proyecto. Este documento es un referente para los gestores y clientes que han experimentado la frustración causada por la fragmentación de los proyectos de construcción durante su ejecución.

Sumado a esto, autores como Córdova y Alberto (2018) han trabajado en la medición de la eficiencia en la industria de la construcción y su relación con el capital de trabajo. Utilizando la técnica DEA (*Data Envelopment Analysis*) lograron determinar que una reducción del capital de trabajo no se traduce en un aumento del nivel de eficiencia, dado que su correlación es directa y proporcional.

Para el contexto de nuestro país, el Centro de estudios Económicos de la ANIF (Asociación Nacional de Instituciones Financieras) ha comparado variables de tiempo y costo al cierre de los proyectos de infraestructura y en la etapa de formulación. De estas comparaciones se obtuvieron documentos como el titulado “*Joyas de la Infraestructura-Vial en Colombia (versión 6.0)*”, del autor Clavijo (2018), en el que se relacionan proyectos de infraestructura vial como el Túnel de la Línea, la vía a Buenaventura y la BTS (Bogotá-Tunja-Sogamoso), todas con retrasos en las fechas de entrega y un costo final superior al formulado.

En el mismo contexto, existen algunos artículos de carácter periodístico que han evidenciado las deficiencias en la formulación de proyectos de infraestructura pública en nuestro país. Entre otros se encuentra Delgado Gómez (11 de julio de 2018), con su artículo “El largo adiós del puente Chirajara”, y Pino (30 de enero de 2018), quien escribió “Ruta del sol, auge y decadencia”. En ambos se muestra una problemática cada vez más visible en el sector público, relacionada

frecuentemente con casos de corrupción. Ahora bien, desde el punto de vista ético, existen proyectos como el investigado por Cárdenas (2019), quien se refiere a la hidroeléctrica Hidroituango y la ética en el sector público, mientras indaga sobre la forma como se toman las decisiones en proyectos ejecutados con recursos públicos y que benefician o afectan a comunidades enteras.

Por último, en el ámbito local, Sarmiento et al. (2018) caracterizaron con un estudio preliminar la situación actual de la gerencia de proyectos de construcción en la ciudad de Tunja, relacionándola con algunos países en vía de desarrollo. Así definieron e identificaron variables como la caracterización de la empresa constructora y la gestión de la integración del proyecto con las diferentes áreas del conocimiento definidas por la guía PMBOK® del PMI®.

5. Deficiencia en los procesos establecidos en la formulación de proyectos de infraestructura pública

Debido a los altos porcentajes de desviaciones en tiempo y costo encontradas en el proceso de ejecución de los contratos de obra pública, es necesario determinar la deficiencia en los procesos establecidos en la formulación de proyectos. Inicialmente, hay que saber que, en la actualidad, la planeación en materia de contratación pública se está limitando a la acción técnica y legal de seleccionar un contratista mediante la elaboración de un estudio previo. Este sería el trámite determinado para llegar a la contratación. Sin embargo, la planeación de un proyecto va más allá de la estructuración de la parte del proceso licitatorio y el componente legal del contrato. Una correcta gestión de la obra pública implica la atención al componente social del proyecto, la reglamentación ambiental, el cumplimiento del plan de gestión integral de obra, la materialización de imprevistos o riesgos, la solicitud y aprobación de cambios, la validación del cumplimiento

de criterios de calidad y la entrega de la obra a la población beneficiaria, teniendo en cuenta que cada una de estas actividades también necesitan planeación.

La formulación de proyectos hace parte integral de la planificación y esta, a su vez, del ciclo de vida de los proyectos de inversión pública. Por esta razón, el Gobierno nacional faculta al Departamento Nacional de Planeación, mediante el artículo 49 de la Ley 152 del año 1994, para organizar los procedimientos, criterios y metodologías que permitan integrar los sistemas para la planeación, así como una Red Nacional de Bancos de Programas y Proyectos. Teniendo en cuenta lo anterior, se adoptó la Metodología General Ajustada (MGA), mediante Resolución 1450 de 2013, como herramienta estandarizada para la presentación de los proyectos de inversión pública.

En este sentido, autores como Castro (2005), por medio del Grupo Asesor de la Gestión de Programas y Proyectos de Inversión Pública, han estructurado un *Manual metodológico general para la identificación, preparación y evaluación de programas y proyectos madre*. Se entiende por proyectos madre el conjunto de proyectos que, ejecutados en forma complementaria y coordinada, cumplen con un objetivo de tipo sectorial. La deficiencia de estos proyectos se plantea en el sentido de que se deben gestionar como un programa, y por ende el perfil del gerente del programa debe ser de características superiores a las de un gerente de proyectos, situación que puede implicar que no se generen los beneficios esperados con la inversión de los dineros públicos destinados.

Analizando la MGA, esta hace referencia a la comparación con la variable TSD (Tasa Social de Deescuento), que para proyectos de inversión pública se establece en un valor fijo del 12 %. Esta se identifica como una deficiencia en el proceso de formulación de proyectos

sociales, pues hasta indicadores no convenientes se pueden justificar con la inclusión de beneficiarios netos de difícil valoración. Otra deficiencia se relaciona con la no inclusión del análisis cuantitativo de los riesgos identificados en los procesos de formulación de la MGA, el involucramiento de todos los interesados antes de elaborar estudios, diseños y presupuestos, y las estimaciones o desarrollo de cronogramas. Estas deficiencias de igual forma se presentan en la elaboración de los estudios previos del proceso de contratación, y la reglamentación de contratación pública los identifica como parte de la estructura y de los documentos del proceso. La contratación los considera soporte para elaborar el proceso licitatorio y la suscripción del contrato, acto con el cual se da por terminada la etapa de planeación para continuar con la ejecución a través del contratista seleccionado en el proceso de licitación pública.

6. Buenas prácticas en la Gerencia de Proyectos

Alrededor del mundo, la dirección de proyectos ha tomado una relevancia significativa, lo que ha llevado a que asociaciones internacionales enfocadas en ella estructuren diferentes estándares o guías de buenas prácticas de gerencia. Entre dichas asociaciones se encuentran:

- Organización APM, ubicada en el Reino Unido, dedicada al desarrollo y promoción de la dirección de proyectos, quien publicó el estándar APMBOK (APM Body of Knowledge, 2018), que proporciona la base para la exitosa entrega de proyectos.
- Asociación Internacional para la Gerencia de Proyectos y las Bases para la Excelencia en los Proyectos (IPMA), organización de Suiza, que se constituye como una federación de más de 55 asociaciones nacionales de gestión de proyectos, cuya visión es promover la

competencia en toda la sociedad para permitir un mundo en el que los proyectos tengan éxito.

- Project Management Association of Japan (PMAJ) es la organización no lucrativa, establecida en mayo del 2002, que se encarga de mantener y promover el P2M, estándar de sistema de dirección de proyectos.

- Axelos Global Best Practice, OGC y Prince2, quien desarrollo un estándar que se fundamenta en la metodología PRINCE2 y pertenece al Reino Unido, a través de la Oficina de Comercio del Gobierno (OGC). El enfoque de este estándar está en los proyectos de informática y telecomunicaciones.

- El manifiesto Agile y la metodología Agile, producto de la asociación de varias CEO americanas del sector tecnológico, quienes decidieron unificar varias ideas de gestión de proyectos con el objeto de crear una alternativa a los métodos de trabajo ineficientes que no estaban dando respuesta a las necesidades reales de los proyectos y de las organizaciones.

- El Project Management Institute (PMI®, 2017), asociación profesional sin ánimo de lucro con sede en Estados Unidos y de aplicación en América Latina, la cual generó la Guía del PMBOK® sexta edición, entendida como un compendio de buenas prácticas en gerencia que han sido comprobadas como efectivas en diferentes proyectos.

Estas prácticas propuestas por el PMI, entendidas como un conjunto de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas, han sido evaluadas por comités que las han catalogado como buenas prácticas generalmente reconocidas. La guía presenta de manera estructurada una serie de procesos que están agrupados por grupos de procesos de acuerdo con el inicio, la planificación, la ejecución, el monitoreo y control, y el cierre del proyecto, los cuales se desglosan en diez

Tabla 5. Procesos y documentos seleccionados para la propuesta de método para la gestión de proyectos de infraestructura pública en Boyacá

| Documento | | 1.2.6.1 Caso de Negocio del Proyecto | |
|---|---|---|---|
| Áreas de conocimiento | Grupos de procesos de la dirección de proyectos | | |
| | Grupo de procesos de inicio | | Grupo de procesos de planificación |
| 5. Gestión del alcance del proyecto | | | 5.2 Recopilar requisitos |
| | | | 5.3 Definir el alcance |
| 6. Gestión del cronograma del proyecto | | | 6.2 Definir las actividades |
| | | | 6.3 Secuenciar las actividades |
| | | | 6.4 Estimar duración de las actividades |
| | | | 6.5 Desarrollar el cronograma |
| 7. Gestión de los costos del proyecto | | | 7.2 Estimar los costos |
| | | | 7.3 Determinar el presupuesto |
| 9. Gestión de los recursos del proyecto | | | 9.2 Estimar los recursos de las actividades |
| 11. Gestión de los riesgos del proyecto | | | 11.2 Identificar los riesgos |
| | | | 11.3 Realizar el análisis cualitativo de riesgos |
| | | | 11.4 Realizar el análisis cuantitativo de riesgos |
| 12. Gestión de las adquisiciones del proyecto | | | 12.1 Planificar la gestión de las adquisiciones |
| 13. Gestión de los interesados | 13.1 Identificar los interesados | 13.2 Planificar el involucramiento de los interesados | |

_99

Fuente: Elaboración propia, basados en la guía PMBOK® sexta edición.

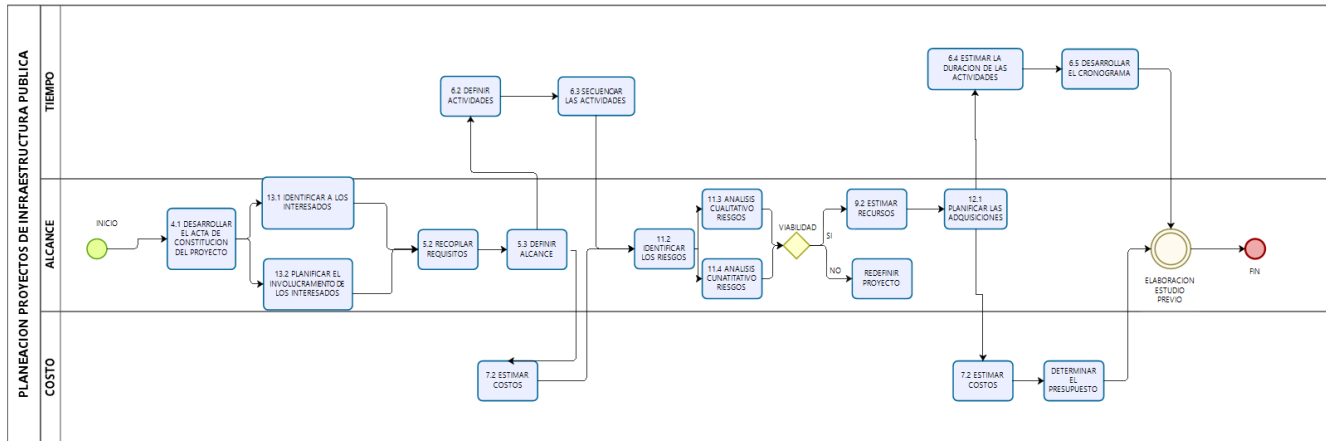
áreas de conocimiento: integración, alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicación, riesgos, adquisiciones e interesados.

Ahora bien, de la Guía PMBOK® del PMI® seleccionamos unos procesos con el fin de proponer un método con el cual se fusionen las buenas prácticas del estándar con los contenidos de los estudios previos mencionados en el decreto único reglamentario del sector administrativo de planeación nacional, en el cual se planifica la estimación de costos y el cronograma de los procesos de contratación pública.

Los procesos y documentos establecidos en la Guía PMBOK® que seleccionados fueron:

De las diez áreas de conocimiento que contempla la guía PMBOK®, se seleccionaron siete y quince procesos pertenecientes a los grupos inicio y planificación. Estos se pueden incorporar a la planificación de los procesos de contratación en la modalidad de licitación de obra pública, como insumo previo tanto a la formulación de los estudios y diseños complementarios para el proyecto, como a la formulación del documento denominado estudios previos.

Figura 1. Diagrama de secuencia de procesos PMBOK® propuesto



Fuente. Elaboración propia

Con el fin de adaptar una serie de etapas y procesos enmarcados en la guía PMBOK® dirigidos a buscar la disminución de desviaciones en tiempo y costo en el proceso de planificación de los proyectos de infraestructura pública en el departamento de Boyacá, se ordenó de forma secuencial el proceso y se ajustó a la ley y reglamentación colombiana, así como a las políticas nacionales respecto a participación ciudadana, transparencia y acceso a la información pública. Acto seguido, se estructuró una propuesta de método de gestión de proyectos en el cual se fusiona la legislación colombiana, referente a la planificación de proyectos de inversión pública, con los procesos y documentos seleccionados de la guía PMBOK®. Esta guía es una base sobre la cual las organizaciones pueden construir metodologías, políticas, procedimientos, reglas, herramientas y técnicas, y fases del ciclo de vida necesarios para la práctica de la dirección de proyectos.

Resultados

Para la elaboración de la estructura fusión de la propuesta del método de gestión pública para la planificación de proyectos de infraestructura pública para el departamento de Boyacá, se tomó como base la secuencia de actividades para la planificación de la inversión pública que utilizan actualmente las entidades estatales. Dicha secuencia se modificó y se le incorporaron los procesos seleccionados de la guía PMBOK®, para lo cual se estructuró el siguiente diagrama:

Esta figura se desglosó de la siguiente estructura fusión entre la legislación colombiana y las buenas prácticas de la guía PMBOK®:

Tabla 6. Estructura fusión

| Ítem | Actividad | Referente legal | Proceso por incorporar de la Guía PMBOK® |
|------|---|--|--|
| 1. | Inclusión del proyecto en el Plan de Desarrollo por parte de los Consejos Territoriales de Planeación | Ley 152 de 1994. Ley Orgánica del Plan de Desarrollo. | <p>Elaboración del caso de negocio. En este documento proponemos que se plasme la información básica y necesaria del proyecto, y se estime una aproximación de costo y alcance. Se citan los objetivos principales, se listan los interesados y los beneficios del proyecto. A su vez, se enmarca en una línea programática la fuente para la asignación de recursos y se proyecta en el cuatrienio la posible fecha de ejecución.</p> |
| 2. | Elaboración estudios y diseños complementarios para el proyecto | <p>Ley 80 de 1993. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. ARTÍCULO 25. DEL PRINCIPIO DE ECONOMÍA: Cuando el objeto de la contratación incluya la realización de una obra, en la misma oportunidad señalada en el inciso primero, la entidad contratante deberá contar con los estudios y diseños que permitan establecer la viabilidad del proyecto</p> | <p>13.1 Identificar los interesados: En este proceso es necesario identificar a los interesados del proyecto, ampliar el listado inicial del caso de negocio, y analizar y documentar su interés y poder en el proyecto, lo mismo que el papel o rol que desempeñarán en el proyecto.</p> <p>13.2 Planificar el involucramiento de los interesados: En esta etapa se debe planificar la interacción eficaz de los interesados con el proyecto teniendo en cuenta sus necesidades, expectativas e interés en este.</p> <p>5.2 Recopilar requisitos: Proceso que busca documentar las necesidades, expectativas y requerimientos de los diferentes interesados ya identificados del proyecto, con el principal objetivo de predefinir un alcance del producto y la magnitud del proyecto.</p> <p>12.1. Planificar las adquisiciones: En este proceso se busca seleccionar a un proveedor calificado que realice los, estudios, diseños, servicios, etc., necesarios para la correcta ejecución del proyecto. El contrato debe cumplir los requisitos legales y suplir las necesidades futuras del proyecto para su planeación. Los resultados finales del proceso son la base para la estructuración del proyecto. El beneficio de esta etapa es determinar la complejidad del proyecto y su forma de abordarlo, sea por etapas o fases, y la necesidad de buscar otras fuentes de cofinanciación.</p> <p>6.2 Definir actividades: En esta etapa se identifican y documentan las actividades que se deben ejecutar para la culminación del proyecto producto de los estudios y diseños complementarios, se descomponen las actividades a nivel de paquetes de trabajo y se definen los entregables del proyecto.</p> <p>6.3 Secuenciar actividades: Una vez definidas las actividades, se deben secuenciar de una forma lógica para ubicarlas en etapas o fases que sean medibles y cuantificables en el tiempo.</p> <p>7.2 Estimar costos: En este proceso se debe estimar un costo aproximado inicial del proyecto y determinar una relación beneficio-costo antes de la estructuración del estudio previo.</p> |

| Ítem | Actividad | Referente legal | Proceso por incorporar de la Guía PMBOK® |
|------|----------------------------|---|---|
| 3. | Elaboración estudio previo | Artículo 2.2.1.1.2.1.1. del decreto 1082 de 2015. | <p>5.3 Definir alcance: Este proceso consiste en estructurar una descripción detallada del proyecto y del producto. Se deben incluir en esta descripción aspectos como los objetivos del proyecto, los beneficios esperados del proyecto, las características del producto, la meta física esperada y los criterios de aceptación.</p> <p>11.2 Identificar riesgos: Es indispensable el proceso de identificar los riesgos negativos y positivos propios del proyecto con sus características, como lo son la fuente de generación del riesgo y las características del riesgo.</p> <p>11.3 Análisis cualitativo de riesgos: Una vez identificados los diferentes riesgos inherentes del proyecto, se deben priorizar o categorizar teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia del riesgo y el impacto generado por el riesgo al proyecto.</p> <p>11.4 Análisis cuantitativo de riesgos: Una vez priorizados los riesgos se debe cuantificar la materialización de un riesgo y el impacto de este al proyecto con el objetivo de planificar la respuesta a los riesgos.</p> <p>9.2 Estimar recursos: El objetivo de este proceso es identificar recursos y sus características, las cuales puedan afectar la ejecución del proyecto. A su vez, estimar el recurso humano competente para la ejecución del proyecto.</p> <p>12.1 Planificar las adquisiciones: El objetivo de este proceso es prever la gestión de adquisiciones claves del proyecto que puedan afectar su normal desarrollo.</p> <p>6.4 Estimar la duración de las actividades: Se trata de estimar la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos propuestos.</p> <p>6.5 Desarrollar el cronograma: Es el proceso de analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma, para crear el modelo del cronograma del proyecto para la ejecución, el monitoreo y el control del proyecto. Lo anterior, con el fin de obtener un tiempo de ejecución estructurado y acorde al entorno del proyecto.</p> <p>7.2. Estimar costos: Se deben estimar de una manera ascendente los costos de todas las actividades necesarias para la ejecución del proyecto.</p> <p>7.3. Determinar el presupuesto: Se recopilan los costos, el valor de las adquisiciones y los costos anexos del proyecto para determinar la línea base de costos del proyecto.</p> |

| Ítem | Actividad | Referente legal | Proceso por incorporar de la Guía PMBOK® |
|------|---|--|---|
| 4. | Ajuste disponibilidad presupuestal (traslados presupuestales) | Ley 80 de 1993. ARTÍCULO 25. DEL PRINCIPIO DE ECONOMÍA: Las entidades estatales abrirán licitaciones e iniciarán procesos de suscripción de contratos cuando existan las respectivas partidas o disponibilidades presupuestales. | 7.3.3.1 Línea Base de Costos: Una vez determinado el presupuesto se debe acometer en la consecución de los recursos para la correcta ejecución del proyecto. A su vez, se debe prever una reserva de contingencia y una reserva de gestión, teniendo en cuenta el análisis cuantitativo de los riesgos. |
| 5. | Solicitud disponibilidad presupuestal | | |
| 6. | Inicio proceso licitatorio | Ley 1150 de 2017. ARTÍCULO 2°. DE LAS MODALIDADES DE SELECCIÓN | |

Fuente: Elaboración propia, basados en la guía PMBOK® sexta edición.

De esta estructura fusión se elaboró una estrategia de gestión organizacional que consiste en la implementación de una serie de plantillas que faciliten el desarrollo de los procesos sugeridos, previo a la elaboración de los estudios de conveniencia y oportunidad de cada proyecto de inversión de infraestructura pública contemplados en el Plan de Desarrollo ya aprobado. Dicha estrategia se propone como método para implementar en las administraciones municipales, como herramienta de apoyo a la formulación de los proyectos de inversión pública, con el fin de reducir las desviaciones en tiempo y costo en su etapa de ejecución. El método se basa en la incorporación de buenas prácticas en la dirección de proyectos, que han sido comprobadas como efectivas en diferentes proyectos a nivel mundial y que se han compilado en la Guía PMBOK®, sexta edición.

A continuación, presentamos el listado y los códigos de las plantillas elaboradas.

Discusiones

En cuanto a la estructura metodológica, el método gerencial se sometió a un proceso de validación con expertos cuyos perfiles principales implicaron ser funcionarios públicos del departamento de Boyacá. Esta validación se hizo mediante el método Delphi, el cual es definido por Linstone (1975) como un método de

Tabla 7. Índice de plantillas

| No | CÓDIGO | NOMBRE |
|----|-------------|-----------------------------|
| 1 | CO-P001-F01 | CASO DE NEGOCIO |
| 2 | CO-P001-F02 | IDENTIFICACIÓN INTERESADOS |
| 3 | CO-P001-F03 | ESTRATEGIA INTERESADOS |
| 4 | CO-P001-F04 | GESTIÓN DE REQUISITOS |
| 5 | CO-P001-F05 | GESTIÓN DEL CRONOGRAMA |
| 6 | CO-P001-F06 | DECLARACIÓN DEL ALCANCE |
| 7 | CO-P001-F07 | IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS |
| 8 | CO-P001-F08 | PLAN DE ACCIÓN DE RIESGOS |
| 9 | CO-P001-F09 | EVALUACIÓN MÉTODO GERENCIAL |

Fuente: Elaboración propia

estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo para tratar un problema complejo.

Del juicio de expertos, en la primera vuelta, que se refirió al trabajo de investigación sobre los procesos analizados en la plataforma SECOP en búsqueda de las desviaciones en tiempo y costos entre la ejecución y lo planificado, se evidenció un consenso en cuanto a la realidad de estas desviaciones: unos expertos las consideran típicas y otros atribuyen el problema a las bajas exigencias en cuanto la elaboración de los estudios y diseños.

En la segunda vuelta, que tuvo que ver con la estructura fusión de procesos PMBOK® y legislación colombiana, existe un consenso en cuanto a la pertinencia del método gerencial como una herramienta que puede llegar a ser útil para los servidores públicos y profesionales encargados de la formulación de los proyectos, más aún en los municipios de sexta categoría que no cuentan con el personal de apoyo suficiente para poder gestionar mejor el tiempo y los costos proyectados. Esta sería la razón por la que dichos profesionales se limitan a seguir la lista de precios unitarios fijos de Obra Pública y de Consultoría en el departamento de Boyacá. En ese sentido, si se optimizan los recursos con que ya cuenta la administración pública, como la MGA y las bases de datos de precios de la Gobernación de Boyacá, se pueden disminuir las desviaciones durante la ejecución. Así, el método propuesto en este trabajo sería una herramienta viable y compatible con el modelo de gestión pública actual para la formulación de los proyectos de infraestructura pública en el departamento de Boyacá.

Conclusiones

Esta investigación concluyó que un 86,4 % de los procesos estudiados presentan un mayor tiempo de ejecución con respecto al plazo programado. De ellos, el 45,7 % de proyectos presentó una desviación de tiempo superior al 150 %. La principal justificación en las actas de suspensión y prórrogas hace referencia a ajustes de diseños y presupuestos, con un porcentaje del 49 %, lo que confirma la deficiencia en el proceso de planeación realizado por las entidades territoriales.

Los costos de los proyectos de infraestructura analizados presentan desviaciones en esta variable que ascienden a 59,3 %; sin embargo, el porcentaje es menor con respecto a la variable de tiempo. A pesar de ello, con la información recolectada es difícil determinar si el alcance de los 40,7 % proyectos restantes se cumplió a

cabalidad o por motivos de ausencia de recursos no se finalizaron. Para la estimación del costo del proyecto se deben involucrar todos los requisitos y especificaciones del producto, cuantificar la implementación de los riesgos en el caso de la ocurrencia y presupuestar una reserva de gestión para actividades de cumplimiento del alcance.

El Estado colombiano ha desarrollado herramientas para la presentación de proyectos de inversión pública, como la Metodología General Ajustada (MGA). Esta es una herramienta que ayuda a la planeación y aprobación de proyectos, pero adolece de una adecuada gestión de riesgos e involucramiento de interesados en el proyecto. Para una adecuada planeación del tiempo en los proyectos de infraestructura se deben considerar aspectos como el análisis de interesados, las adquisiciones críticas, los riesgos y su probabilidad de ocurrencia e impacto.

Por esa razón, se propuso una herramienta metodológica basada en el método gerencial. En el proceso de validación del método gerencial los expertos concluyeron como reales los resultados obtenidos en cuanto a las desviaciones y las consideraron típicas en la ejecución de los contratos. Otros atribuyen el problema a las bajas exigencias en cuanto a la elaboración de los estudios y diseños, y consideran útil y precisa la herramienta metodológica que aquí se propone para la planeación de proyectos de infraestructura.

La presente herramienta metodológica propuesta a manera de método gerencial, en caso de ser implementada por las administraciones municipales de la región, podría llegar a ser de gran utilidad en el propósito de disminuir las desviaciones en tiempo y costo de las obras durante su etapa de ejecución. Esto porque al estructurar la formulación del proyecto teniendo en cuenta más variables a las contempladas en los requerimientos legales de la contratación pública, se

pueden estimar con un mayor criterio los presupuestos y cronogramas, e involucrar procesos de cuantificación de riesgos y a los interesados. Estos últimos son la razón fundamental del porqué se decidió dar inicio al proyecto como tal.

Referencias bibliográficas

- APM. (2018). APM Body of knowledge definitions. Princes Risborough: APM.
- Aponte Díaz, I. (2014). Las fallas de planeación y su incidencia en el contrato estatal de obra. *Revista Digital de Derecho Administrativo*, (11), 177-207. <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/De-radm/article/view/3831>.
- Cárdenas, M. H. R. (2019). Proyecto hidroeléctrico Hidroituango y la ética de lo público. *Revista Kavilando*, 11(1), 70-77.
- Castro, R. (2005). Manual metodológico general para la identificación, preparación y evaluación de programas o proyectos madre. DNP.
- Clavijo, S. (15 de marzo de 2018). "Joyas" de la infraestructura-vial en Colombia (versión 6.0). *La República*. <https://www.larepublica.co/analisis/sergio-clavijo-500041/joyas-de-la-infraestructura-vial-en-colombia-version-60-2610746>.
- Córdova, J., & Alberto, C. (2018). Medición de la eficiencia en la industria de la construcción y su relación con el capital de trabajo. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(1), 69-82.
- Delgado Gómez, P. (11 de julio de 2018). El largo adiós del puente Chirajara. *El Espectador*. <https://www.elsepectador.com/economia/el-largo-adios-del-puente-chirajara-articulo-799595>.
- Fewings, P., & Henjewe, C. (2019). Construction Project Management, An Integrated Approach. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Third Edit). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- International Project Management Association. (2006). ICB - IPMA Competence Baseline Version 3.0 (3.0 ed.). International Project Management Association.
- Kermanshchi, S., Dao, B., Rouhanizadeh, B., Shane, J., & Anderson, S. (2020). Development of the Project Complexity Assessment and Management Framework for Heavy Industrial Projects. *International Journal of Construction Education and Research*, 16(1), 24-42. <https://doi.org/10.1080/15578771.2018.1499568>.
- Kermanshchi, S., & Safapour, E. (2018). Identification and quantification of project complexity from perspective of primary stakeholders in us construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 25(4), 380-398. <https://doi.org/10.3846/jcem.2019.8633>.
- Ley 152 de 1994. Ley Orgánica del Plan de Desarrollo. 15 de julio de 1994. Departamento Administrativo de la Función Pública. República de Colombia. D.O. No. 41.450
- Ley 1150 de 2007. Ley para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos. 16 de julio de 2007. Congreso de la República de Colombia. D.O. No. 46.691.
- Ley 80 de 1993. Ley de Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. 28 de octubre de 1993. Congreso de la República de Colombia. D.O. No. 41.094.

Linstone, H. A., & Turoff, M. (Eds.). (1975). The delphi method (pp. 3-12). Reading, MA: Addison-Wesley.

Molepo, P. M., Marnewick, A., & Joseph, N. (2019). Complexity factors affecting research and development projects duration. 2019 IEEE Thechnology and Ingeineering Mangement Conference, TEM-SCON 2019, 1-6. <https://doi.org/10.1109/TEM-SCON.2019.8813667>

Pino, D. A. (30 de enero de 2018). Ruta del sol, auge y decadencia. *Las2orillas*. <https://www.las2orillas.co/ruta-del-sol-auge-y-decadencia/>

Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (6 ed.). Project Management Inst.

Resolución 1450 de 2013. Por la cual se adopta la metodología para la formulación y evaluación previa de proyectos de inversión susceptibles de ser financiados con recursos del Presupuesto General de la Nación y de los Presupuestos Territoriales. 21 de mayo de 2013. Departamento Nacional de Planeación. República de Colombia.

Sarmiento Rojas, J. A., Gutiérrez Junco, O. J., & Medina Suárez, M. A. (2018). *Caracterización de la gerencia de proyectos de construcción en la ciudad de Tunja*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC.

Sui Pheng, L., & Shing Hou, L. (2019). Construction Quality and the Economy, A Study at the Firm Level. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-5847-0>.