



Estimación de reservas de contingencia y gestión en costo y cronograma en la contratación de obras públicas en una Gobernación de Colombia

Estimation of contingency reserves and management in cost and schedule in the contracting of public works in a Colombian governor's region

Estimativa de reservas de contingência e gestão em custo e cronograma na contratação de obras públicas em uma governadoria da Colômbia

Armando Vargas-Fuentes¹

Universidad Benito Juárez García, Puebla – Puebla, México

Universidad Hipócrates, Guerrero – Acapulco, México

 <https://orcid.org/0000-0001-6934-6462>
aravafu@yahoo.es (correspondencia)

DOI: <https://doi.org/10.35622/j.ti.2026.01.002>

Recibido: 09/12/2025 Aceptado: 05/02/2026 Publicado: 12/02/2026

PALABRAS CLAVE

equilibrio, eventos de riesgo, incertidumbre, reservas de contingencia, reservas de gestión.

RESUMEN. Los proyectos de infraestructura pública requieren estimaciones rigurosas de los imprevistos en costo y tiempo para garantizar su viabilidad técnica, contractual y financiera. El objetivo de este estudio fue estimar el valor real ajustado de las reservas de contingencia y de gestión en costo y cronograma para obras viales contratadas durante 2023 en una Gobernación de Colombia, considerando la incertidumbre, los eventos de riesgo y las correlaciones asociadas al proyecto. Se desarrolló una investigación cuantitativa, no experimental y transversal, basada en el análisis documental de un contrato representativo de construcción vial, encuestas aplicadas a contratistas y expertos, revisión de precios unitarios y rendimientos, y simulación Montecarlo mediante @Risk y SPSS. El análisis permitió identificar la exposición real del contratista a riesgos conocidos y desconocidos, así como la insuficiencia de los porcentajes actualmente reconocidos por la entidad. Los resultados evidencian que el 71.1% de los contratistas desconoce los imprevistos que pueden afectar la ejecución y que el 73.9% considera insuficiente el porcentaje asignado por la Gobernación. La simulación estimó una reserva total del 3.42% en costo y del 3.47% en tiempo, valores superiores a los aplicados en la práctica. Se concluye que la entidad subestima los riesgos en sus presupuestos y cronogramas, afectando la ecuación económica del contrato. Se recomienda adoptar un modelo técnico basado en análisis probabilístico para la estimación de imprevistos en futuros proyectos de infraestructura.

KEYWORDS

ABSTRACT. Public infrastructure projects require rigorous estimates of unforeseen costs and time to ensure their technical, contractual, and financial viability. The objective of this study was to estimate the adjusted real value of contingency and management reserves in cost and schedule for

¹ Magíster en Gestión y Dirección de Proyectos por la Universidad Benito Juárez García, México.



equilibrium, risk events, uncertainty, contingency reserves, management reserves.	road works contracted during 2023 in a Colombian Governor's Office, considering uncertainty, risk events, and project-related correlations. A quantitative, non-experimental, cross-sectional research was conducted, based on documentary analysis of a representative road construction contract, surveys applied to contractors and experts, review of unit prices and performance, and Monte Carlo simulation using @Risk and SPSS. The analysis identified the contractor's actual exposure to known and unknown risks, as well as the insufficiency of the percentages currently recognized by the entity. The results show that 71.1% of contractors are unaware of unforeseen events that may affect execution, and 73.9% consider the percentage assigned by the Governor's Office insufficient. The simulation estimated a total reserve of 3.42% in cost and 3.47% in time, values higher than those applied in practice. It is concluded that the entity underestimates risks in its budgets and schedules, affecting the economic equation of the contract. It is recommended to adopt a technical model based on probabilistic analysis for the estimation of unforeseen events in future infrastructure projects.
---	--

PALAVRAS-CHAVE equilíbrio, eventos de risco, incerteza, reservas de contingência, reservas de gestão.	RESUMO. Os projetos de infraestrutura pública requerem estimativas rigorosas dos imprevistos em custo e tempo para garantir sua viabilidade técnica, contratual e financeira. O objetivo deste estudo foi estimar o valor real ajustado das reservas de contingência e de gestão em custo e cronograma para obras viárias contratadas durante 2023 em uma Governadoria da Colômbia, considerando a incerteza, os eventos de risco e as correlações associadas ao projeto. Desenvolveu-se uma pesquisa quantitativa, não experimental e transversal, baseada na análise documental de um contrato representativo de construção viária, em questionários aplicados a contratistas e especialistas, revisão de preços unitários e rendimentos, e simulação de Monte Carlo utilizando @Risk e SPSS. A análise permitiu identificar a exposição real do contratista a riscos conhecidos e desconhecidos, bem como a insuficiência dos percentuais atualmente reconhecidos pela entidade. Os resultados evidenciam que 71,1% dos contratistas desconhecem os imprevistos que podem afetar a execução e que 73,9% consideram insuficiente o percentual atribuído pela Governadoria. A simulação estimou uma reserva total de 3,42% em custo e de 3,47% em tempo, valores superiores aos aplicados na prática. Conclui-se que a entidade subestima os riscos em seus orçamentos e cronogramas, afetando a equação econômica do contrato. Recomenda-se adotar um modelo técnico baseado em análise probabilística para a estimativa de imprevistos em futuros projetos de infraestrutura.
---	---

1. INTRODUCCIÓN

La estimación adecuada de las reservas de contingencia y de gestión es un componente crítico en la contratación de obras públicas, dado que la incertidumbre y los eventos de riesgo afectan directamente el costo y el cronograma de los proyectos. La literatura especializada señala que, cuando estos riesgos no se cuantifican mediante métodos técnicos, las obras presentan sobrecostos, retrasos y desequilibrios contractuales significativos (*Project Management Institute [PMI], 2021; Association for the Advancement of Cost Engineering [AACE International], 2019; Organización Internacional de Normalización, 2018*). En Colombia, esta problemática ha sido documentada por la Contraloría General y por diversos estudios académicos, los cuales evidencian que un número considerable de proyectos de infraestructura fracasa o requiere adiciones presupuestales debido a la ausencia de modelos formales de gestión de reservas.

Los antecedentes nacionales muestran que las empresas constructoras suelen manejar los riesgos mediante aproximaciones empíricas o “colchones ocultos” sin análisis probabilístico (López González, 2011), y que en la etapa de licitación no existe un método racional para calcular los imprevistos (Ruiz, 2012). A nivel institucional, persisten inconsistencias en la interpretación del riesgo previsible y del imprevisto del AIU, lo que ha generado prácticas dispares entre entidades públicas (Márquez, 2016; Colombia Compra Eficiente, 2013). Esta falta de

criterios uniformes se traduce en porcentajes fijos que no consideran la variabilidad operativa del territorio ni los riesgos específicos del proyecto.

En el contexto departamental, la problemática es especialmente relevante. La reducción histórica del porcentaje asignado a los imprevistos ha incrementado la exposición del contratista a riesgos conocidos y desconocidos, afectando la ejecución de obras viales y la ecuación económica del contrato. Estudios regionales han demostrado que el recurso trabajo y los materiales presentan alta sensibilidad frente a factores climáticos, logísticos y operativos (Conde Pardo et al., 2019; Solórzano-Monge & Ortiz-Hernández, 2025), lo que refuerza la necesidad de estimaciones basadas en análisis probabilísticos. Asimismo, investigaciones internacionales han mostrado que la inadecuada distribución de riesgos entre el sector público y privado genera sobrecostos y retrasos significativos (Rocha, 2016; Ortiz, 2015).

Este panorama evidencia un vacío técnico en la estimación de reservas de contingencia y de gestión en la contratación de obras públicas en una Gobernación de Colombia, lo que justifica la necesidad de aplicar metodologías cuantitativas que integren incertidumbre, eventos de riesgo y correlaciones entre variables críticas. En este marco, el presente artículo desarrolla un análisis técnico-probabilístico aplicado a un proyecto vial representativo contratado en 2023, con el fin de estimar el valor ajustado de las reservas necesarias para garantizar la viabilidad económica y contractual de las obras públicas departamentales.

2. MÉTODO

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, orientado a la medición objetiva de los imprevistos en costo y tiempo en la contratación de obras de infraestructura pública. Se empleó un diseño no experimental, transversal y de alcance explicativo complementado por un componente descriptivo, dado que no se manipularon deliberadamente las variables de estudio y la información fue recolectada en un único momento temporal correspondiente al año 2023 (Sampieri et al., 2014).

La investigación se llevó a cabo en una Gobernación de Colombia, entidad territorial responsable de la contratación de obras públicas en el departamento. Respecto a la primera variable (dependiente) los imprevistos, de la base de datos total 388 contratistas de la construcción, de la cámara de comercio del departamento se calculó una muestra probabilística de población finita de 180 sujetos informantes; referente a la variable (Independiente) el costo y el tiempo se eligió una muestra no probabilística o dirigida de 5 sujetos informantes considerados expertos Ingenieros y Arquitectos con altas calidades académicas y de vasta experiencia en el sector de la construcción en la región. Esta delimitación permitió obtener información representativa del sector constructor regional y de los profesionales que participan directamente en la gestión de riesgos y en la toma de decisiones técnicas.

Para la recolección de información se emplearon tres instrumentos diferenciados, diseñados de acuerdo con la naturaleza de cada variable. El primer cuestionario, dirigido a contratistas, estuvo compuesto por preguntas cerradas de tipo dicotómico (sí/no) y politómico (opciones múltiples), orientadas a identificar su conocimiento sobre los imprevistos, la percepción de suficiencia del porcentaje reconocido por la entidad y la identificación de los factores que más afectan el costo y el tiempo de los proyectos.

El segundo y tercer cuestionario, dirigidos a expertos del sector (ingenieros y arquitectos de la región), se estructuraron mediante preguntas que solicitaban estimaciones en intervalos de valores, específicamente en las

categorías menos probable, probable y más probable, siguiendo la lógica de la estimación por tres puntos utilizada en análisis de riesgos. Estos instrumentos permitieron obtener valores mínimos, esperados y máximos para variables críticas como rendimientos de mano de obra, variaciones en precios unitarios, duraciones de actividades y probabilidad de ocurrencia de eventos adversos. Esta estructura fue fundamental para la construcción de distribuciones de probabilidad y para la posterior simulación Montecarlo (EALDE, 2018).

La validez de contenido de los instrumentos fue evaluada mediante juicio de expertos, quienes verificaron la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems en relación con los objetivos del estudio. La confiabilidad se determinó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach para los cuestionarios con respuestas categóricas múltiples, obteniéndose valores superiores a 0.80, lo que evidencia una adecuada consistencia interna. En el caso de los cuestionarios basados en intervalos de estimación, la confiabilidad se evaluó mediante estabilidad de respuestas y coherencia entre los valores mínimo, probable y máximo, verificando la ausencia de inconsistencias lógicas (EALDE, 2018).

Para el análisis técnico se utilizaron datos provenientes de análisis de precios unitarios, rendimientos de mano de obra y equipos, cronogramas detallados y estructuras de costos de proyectos contratados por la Gobernación. Con esta información se construyeron modelos probabilísticos que incorporaron la variabilidad de los insumos críticos del proyecto. La simulación Montecarlo se realizó mediante el software @Risk, utilizando distribuciones de probabilidad ajustadas a la naturaleza de cada variable, tales como triangular, PERT y normal. Se ejecutaron miles de iteraciones para obtener curvas de probabilidad, histogramas, análisis de sensibilidad y estimaciones de las reservas de contingencia y reservas de gestión tanto en costo como en tiempo (EALDE, 2018).

El procesamiento estadístico de los datos provenientes del primer cuestionario se realizó con el software SPSS versión 26, aplicando análisis descriptivos para caracterizar las percepciones de los contratistas. Este enfoque metodológico combinó la percepción de los actores del sector con análisis técnico y probabilístico, proporcionando una estimación robusta y contextualizada de las reservas necesarias para la ejecución de obras de infraestructura en el departamento.

3. RESULTADOS

Percepción de los contratistas sobre los imprevistos

El primer cuestionario, aplicado a contratistas registrados en la Cámara de Comercio del departamento y residentes de la región, permitió identificar el nivel de conocimiento sobre los imprevistos y su percepción respecto a la suficiencia del porcentaje reconocido por la entidad. Los resultados más representativos tenemos: La Tabla 1 presenta los resultados generales.

Tabla 1

Conocimiento de los contratistas sobre los imprevistos en obras de infraestructura

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	52	28,9	28,9
	NO	128	71,1	71,1
	Total	180	100,0	100,0

Se evidencia una brecha significativa en la comprensión de los riesgos asociados a los proyectos. Esta falta de conocimiento limita la capacidad de los contratistas para anticipar eventos adversos y afecta la formulación de ofertas económicamente equilibradas.

Tabla 2

Percepción de suficiencia del porcentaje de imprevistos reconocido por la entidad

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	47	26,1	26,1
	NO	133	73,9	73,9
	Total	180	100,0	100,0

Lo que sugiere que el valor asignado en el AIU no refleja la realidad operativa de los proyectos. Esta percepción coincide con la evidencia técnica que indica que los porcentajes fijos no consideran la variabilidad de los insumos ni los riesgos específicos del territorio.

Incidencia del recurso trabajo y los materiales en el costo y el tiempo. Resultados de la simulación Montecarlo

El segundo y tercer cuestionario, aplicados a ingenieros y arquitectos de la región, permitieron obtener estimaciones en intervalos (menos probable, probable y más probable) sobre la incidencia del recurso trabajo y los materiales en las variaciones del costo y el tiempo. Las Tablas 3 y 4 presenta los valores consolidados.

Con base en los valores proporcionados por contratistas y expertos, y en los análisis de precios unitarios y rendimientos, se construyeron modelos probabilísticos para estimar las reservas de contingencia (riesgos identificados) y las reservas de gestión (riesgos no identificados). La simulación Montecarlo se ejecutó con 10.000 iteraciones, utilizando distribución PERT.

Tabla 3

Estimación probabilística de las reservas de contingencia y gestión en costo

	Frecuencia	Porcentaje
Válido	De Contingencia (riesgos identificados)	2.88%
	De Gestión (riesgos no identificados)	0.54%
	Total (aditiva)	3.42%

Los resultados muestran que la reserva total en costo requerida es del 3.42%, valor superior al porcentaje actualmente reconocido por la Gobernación. Esto confirma que los imprevistos están subestimados en los presupuestos oficiales, lo que afecta la ecuación económica del contrato y expone al contratista a desequilibrios financieros.

Tabla 4

Estimación probabilística de las reservas de contingencia y gestión en tiempo

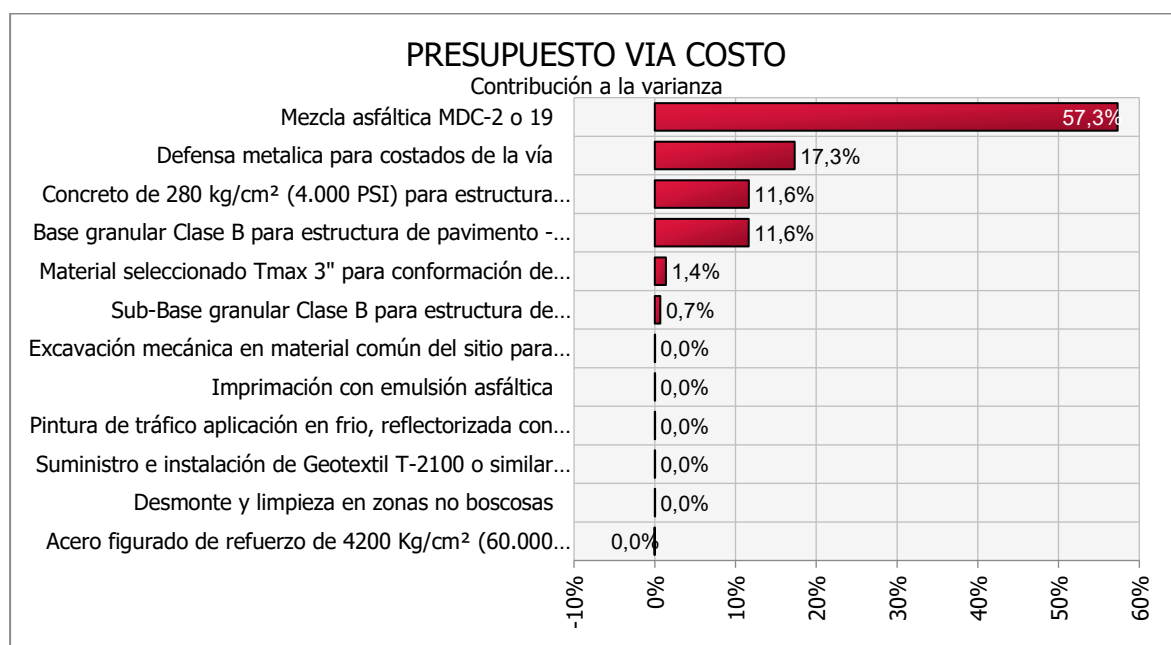
	Frecuencia	Porcentaje
Válido	De contingencia (riesgos identificados)	2.12%
	De gestión (riesgos no identificados)	1.35%
	Total (aditiva)	3.47%

La reserva total en tiempo asciende a 3.47%, lo que evidencia que el cronograma base no incorpora adecuadamente la variabilidad asociada a los rendimientos, disponibilidad de materiales y condiciones operativas del territorio. Este hallazgo coincide con la percepción de los contratistas y con la evidencia técnica recopilada.

Gráficos de TORNADO para reservas de contingencia y de gestión en costo y tiempo

Figura 1

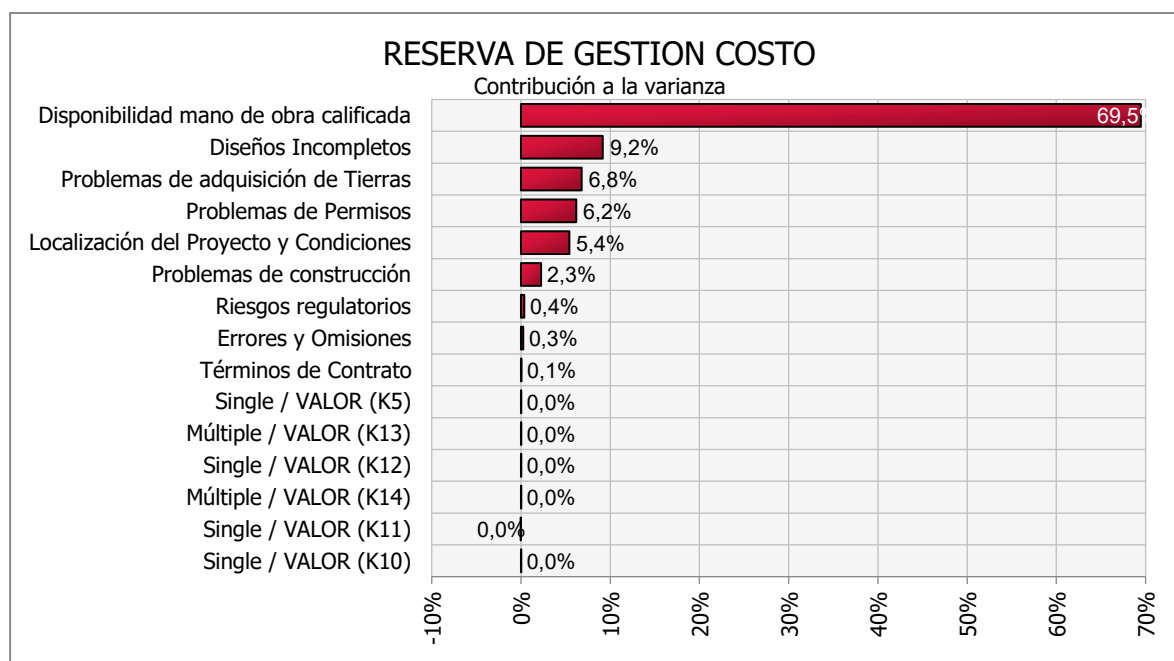
Esquema de Tornado reserva de contingencia COSTO



En este gráfico de tornado podemos observar cuales son los ítems que más influyen en los riesgos como lo son la materia prima, la edificación y los gastos generales, los cuales si aplicamos Pareto representan más del 80% del total y es donde podemos empezar a gestionar y mejorar estas partidas para mitigar los imprevistos.

Figura 2

Esquema de tornado reserva de gestión COSTO

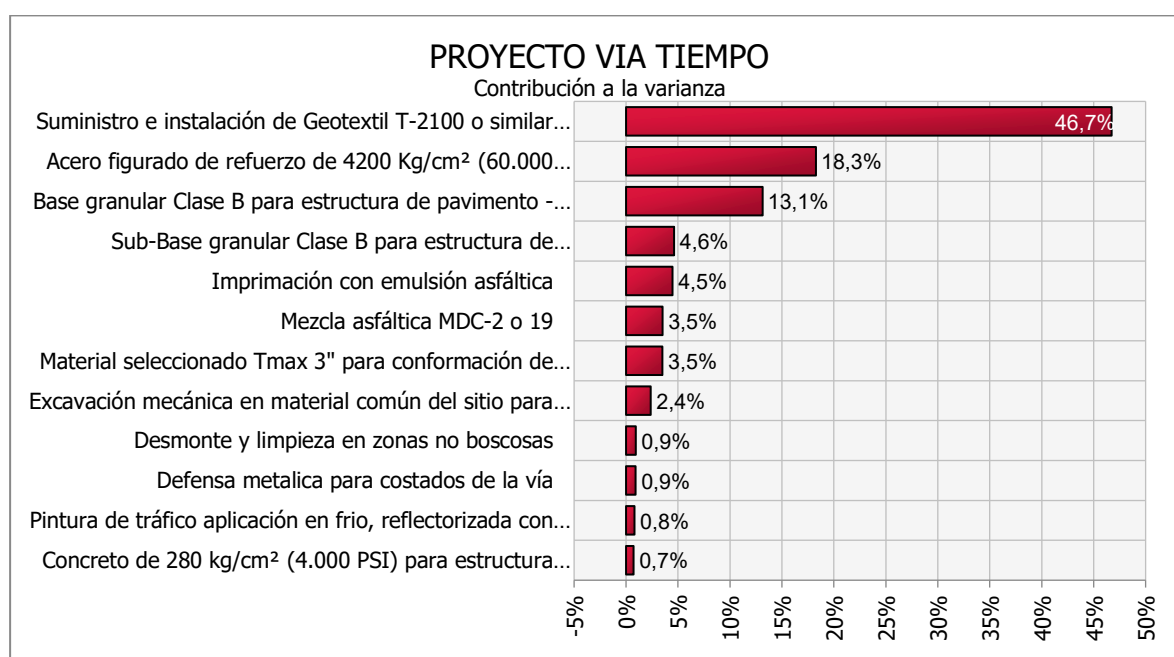


Para este gráfico de tornado podemos observar cuales son los ítems que más influyen en los riesgos como lo son la disponibilidad de mano de obra, diseños incompletos y problemas de construcción. Así podemos empezar a gestionar y mejorar estas partidas para mitigar los imprevistos.

Se ve gráficamente la incidencia de los registros de riesgo donde se presenta baja probabilidad de ocurrencia pero alto impacto, (P X I).

Figura 3

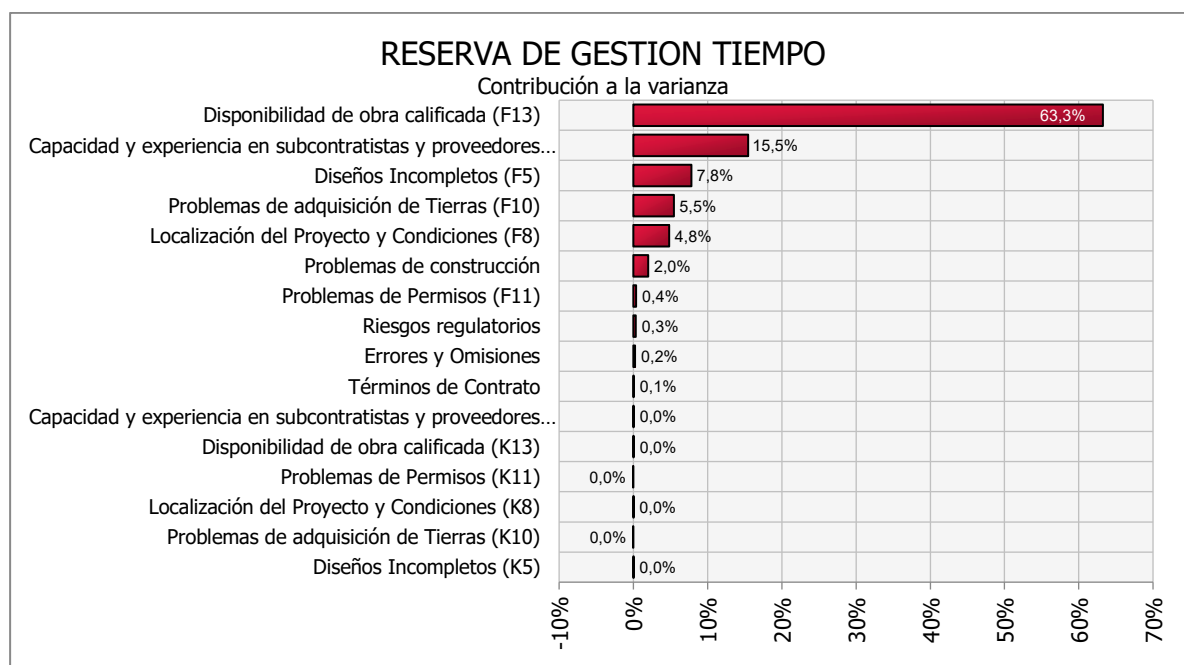
Esquema de tornado reserva de contingencia CRONOGRAMA



Respecto a este gráfico de tornado podemos observar cuales son los ítems que más influyen en los riesgos como lo son suministro e instalación de Geotextil, acero figurado y base granular. Donde podemos empezar a gestionar y mejorar estas partidas para mitigar los imprevistos.

Figura 4

Esquema de tornado reserva de gestión CRONOGRAMA



Para este gráfico de tornado podemos observar cuales son los ítems que más influyen en los riesgos como lo son disponibilidad de mano de obra calificada, capacidad y experiencia de subcontratistas y proveedores y diseños incompletos. Así podemos empezar a gestionar y mejorar estas partidas para mitigar los imprevistos.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten comprender la magnitud real de los imprevistos en los proyectos de infraestructura contratados por la Gobernación y evidencian la necesidad de adoptar metodologías probabilísticas y no porcentajes fijos para la estimación de reservas en costo y tiempo. En cuanto al análisis de sensibilidad del gráfico de tornado se identificaron ítems críticos que se deben gestionar desde la gerencia del proyecto.

En primer lugar, la percepción de los contratistas muestra que el 71.1% desconoce los imprevistos que pueden afectar la ejecución, lo que coincide con estudios nacionales que evidencian la falta de herramientas formales de gestión del riesgo en el sector constructor. Esta situación también se relaciona con lo planteado por López González (2011), quien encontró que las empresas constructoras suelen manejar los riesgos mediante “colchones ocultos de tiempo y costo”, sin metodologías explícitas ni análisis probabilístico. La coincidencia entre ambos contextos —España y Colombia— sugiere que la ausencia de modelos formales de gestión de reservas es un problema estructural en la industria de la construcción.

El antecedente nacional de Ruiz (2012), refuerza esta interpretación al demostrar que, en la etapa de licitación, las empresas constructoras colombianas “no cuentan con un método racional y numérico para calcular el

imprevisto”, recurriendo a aproximaciones empíricas basadas en experiencia y supuestos subjetivos. López concluye que, aunque los profesionales dominan los costos directos, “no manejan adecuadamente los conceptos de riesgo ni su cuantificación”, lo que coincide plenamente con la percepción de los contratistas del Departamento.

En segundo lugar, los resultados de ingenieros y arquitectos de la región muestran que el recurso trabajo es el componente con mayor incidencia en el costo y el tiempo del proyecto. Este hallazgo coincide con estudios nacionales que destacan la sensibilidad de la mano de obra frente a variaciones climáticas, logísticas y operativas (Conde Pardo et al., 2019; Solórzano-Monge & Ortiz-Hernández, 2025). Asimismo, se relaciona con los resultados de Rocha (2016), quien al analizar los modelos APP en México encontró que la “inadecuada distribución de riesgos” entre el sector público y privado genera sobrecostos y retrasos significativos. Aunque su estudio se centra en infraestructura carretera, la conclusión es aplicable al contexto del departamento: cuando los riesgos no se asignan correctamente, los costos reales superan los previstos.

En este punto, el aporte de Márquez (2016) resulta fundamental. Su investigación demuestra que en Colombia existe una “confusión conceptual y normativa” entre el riesgo previsible y el imprevisto del AIU, lo que genera prácticas institucionales inconsistentes. Márquez evidencia que muchas entidades públicas aplican el porcentaje de imprevistos sin un análisis técnico, mientras otras han desarrollado metodologías híbridas como el ARU (Administración, Riesgos y Utilidad), que buscan integrar el análisis de riesgos dentro de los costos indirectos. Esta diversidad de prácticas coincide con la percepción de los contratistas del departamento, quienes consideran insuficiente el porcentaje de imprevistos reconocido por la entidad y señalan la falta de criterios uniformes (Ley 80, 1993; Ley 1150, 2007).

Además, Márquez (2016) concluye que la jurisprudencia sobre riesgo previsible es escasa y que las directrices de Colombia Compra Eficiente han generado interpretaciones divergentes, lo que dificulta la aplicación armónica del AIU. Esta situación se refleja en el departamento, donde los porcentajes fijos no consideran la variabilidad operativa del territorio ni los riesgos específicos del proyecto. La coincidencia entre los hallazgos de Márquez y los resultados del presente estudio refuerza la necesidad de actualizar los procedimientos institucionales para la estimación de imprevistos (Colombia Compra Eficiente, 2013).

En tercer lugar, la simulación Montecarlo permitió estimar reservas totales del 3.42% en costo y 3.47% en tiempo, valores superiores a los porcentajes actualmente reconocidos por la Gobernación. Estos resultados se alinean con las recomendaciones del PMI (2021), la AACE International (2019) y la Organización Internacional de Normalización (2018), que establecen que las reservas deben calcularse mediante análisis cuantitativos y no mediante porcentajes fijos. Asimismo, coinciden con estudios nacionales que han aplicado simulación Montecarlo en proyectos públicos y han encontrado reservas entre el 3% y el 6% (Acebes Senovilla et al., 2025; Muñoz, 2021).

La integración de percepciones, análisis técnicos y simulación probabilística permitió obtener una estimación robusta y contextualizada de las reservas necesarias para garantizar la viabilidad económica y temporal de los proyectos. Los antecedentes internacionales (Ortiz, 2015; Rocha, 2016) y nacionales (Márquez, 2016; Ruiz, 2012) respaldan la necesidad de adoptar modelos explícitos de gestión de reservas y de mejorar la asignación de riesgos entre las partes. Los resultados del presente estudio confirman que la Gobernación del departamento

debe actualizar sus procedimientos para la estimación de imprevistos, incorporando metodologías probabilísticas que permitan reducir la incertidumbre y mejorar la eficiencia del gasto público.

5. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio permiten afirmar que la variabilidad en los rendimientos de la mano de obra, los equipos y los materiales constituye el predictor más fiable para estimar los imprevistos en costo y tiempo en los proyectos de infraestructura contratados por la Gobernación del departamento. Esta variabilidad explica por qué los porcentajes fijos de imprevistos incluidos en el AIU no reflejan el comportamiento real de los proyectos ni las condiciones operativas del territorio, generando desequilibrios contractuales y afectando la sostenibilidad financiera de las obras.

Asimismo, se evidenció una brecha significativa en la comprensión y gestión del riesgo por parte de los contratistas, quienes en su mayoría desconocen los imprevistos que pueden afectar la ejecución y reconocen que la entidad delega la mayor parte de los riesgos al ejecutor. Esta práctica incrementa la exposición financiera del contratista y limita la formulación de ofertas equilibradas, especialmente en obras viales donde el recurso trabajo y los materiales presentan alta sensibilidad frente a factores climáticos, logísticos y operativos.

A partir de estos hallazgos, se concluye que la Gobernación debe actualizar sus procedimientos de planeación e incorporar un modelo técnico para la estimación de reservas de contingencia y de gestión, basado en análisis probabilísticos que integren incertidumbre, eventos de riesgo y correlaciones entre variables críticas. La adopción de este enfoque permitiría reducir la probabilidad de sobrecostos y prórrogas, mejorar la asignación de riesgos entre las partes y garantizar el equilibrio económico del contrato, principio fundamental en la contratación estatal.

Desde una perspectiva prospectiva, ahora que se conocen los factores y probabilidades que afectan el desempeño de los proyectos, la entidad contratante debe fortalecer la gestión del riesgo desde la etapa precontractual, actualizar los porcentajes de imprevistos con base en evidencia técnica y establecer mecanismos de seguimiento que permitan ajustar las reservas conforme evoluciona el proyecto. Asimismo, se requiere avanzar hacia modelos institucionales que integren análisis histórico de rendimientos, criterios uniformes para la asignación de riesgos y previsiones financieras que mitiguen la volatilidad del mercado, con el fin de mejorar la eficiencia del gasto público y la sostenibilidad de las obras de infraestructura.

Finalmente, se recomienda realizar mediciones periódicas de rendimientos de mano de obra y equipos en campo, con el fin de actualizar la base de datos utilizada para la elaboración de los APU institucionales y mejorar la precisión de los modelos de estimación de imprevistos.

Conflicto de intereses / Competing interests:

El autor declara que no incurre en conflictos de intereses.

Rol de los autores / Authors Roles:

No aplica.

Fuentes de financiamiento / Funding:

El autor declara que no recibió un fondo específico para esta investigación.

Aspectos éticos / legales; Ethics / legal:

El autor declara no haber incurrido en aspectos antiéticos, ni haber omitido aspectos legales en la realización de la investigación.

REFERENCIAS

- Acebes Senovilla, F., González Varona, J. M., Pajares Gutiérrez, J., & López Paredes, A. (2025). Simulación Monte Carlo como herramienta para priorizar los riesgos de los proyectos. *Dirección y organización: Revista de dirección, organización y administración de empresas*, 85, 43-56. DOI: 10.37610/85.689
- Association for the Advancement of Cost Engineering - AACE International. (2019). *Revista de Ingeniería de Costes*. <https://web.aacei.org/resources/other-resources/magazines>
- Colombia Compra Eficiente. (2013). *Manual para la Identificación y Cobertura del Riesgo en los procesos de contratación*. Gobierno de Colombia. <https://cutt.ly/3tRLjtQg>
- Conde Pardo, Andrea Janet, A., Garzón Paredes, I., & Traslaviña Mogollón, A. (2019). *Formular alternativas de mitigación del riesgo en los puntos críticos del río Guamal, vereda San Agustín, municipio de Castilla la Nueva, departamento del Meta*. [Tesis de grado, Universidad de los Llanos]. <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/5588>
- EALDE Business School. (14 de mayo de 2018). *Liderazgo, Dirección y Emprendimiento* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=3LzPoqvmScQ>
- Ley 1150 de 2007. Por medio de la cual se introducen medidas 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. D.O. No. 46.691. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=24911>
- Ley 80 de 1993. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. 28 de octubre de 1993. D.O. No. 41.094. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0080_1993.html
- López González, M. (2011). *Diseño de una metodología de análisis de decisión para la cuantificación de las reservas de contingencia de tiempo y costo para la planeación y control en proyectos de construcción de obras de infraestructura*. [Tesis de maestría, Universidad de los Andes Colombia]. <https://hdl.handle.net/1992/11542>
- Márquez, M. R. (2016). *El porcentaje de imprevistos de los costos indirectos como forma de estimación de riesgos previsibles en la Contratación Pública*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57907>
- Muñoz, A. (2021). *Estimación de contingencia en costos para proyectos de construcción de infraestructura vial en el sur occidente colombiano*. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana de Cali]. <https://cutt.ly/RtRLKFBL>
- Organización Internacional de Normalización. (2018). *Gestión del riesgo — Directrices* (Norma ISO 31000: 2018). <https://www.iso.org/standard/65694.html>



- Ortiz, J. I. (2015). *La gestión de riesgos en la obra mediante reservas para contingencias desde la perspectiva de la empresa constructora*. [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/51458>
- Project Management Institute. (2021). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos* (Guía del PMBOK) (7.ª ed.). <https://studylib.es/doc/9184928/pmbok-7ed>
- Rocha, L. A. (2016). *Evaluación de la distribución de riesgos en los distintos modelos de asociación público-privada para la provisión de infraestructura carretera en México*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.39260>
- Ruiz, J. A. (2012). *Determinación del imprevisto en ofertas económicas de licitación para la construcción de obras civiles*. [Tesis de maestría, Universidad de los Andes Colombia]. <https://hdl.handle.net/1992/11728>
- Sampieri, R., Baptista, M., & Fernández, C. (2014). *Metodología de la investigación*. <https://drive.google.com/file/d/1Fjufmi0oGY4Zs8EajFiAJYNT2qoecH4k/view>
- Solórzano-Monge, C., & Ortiz-Hernández, E., (2025). Gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial para el transporte en Manabí, Ecuador. *593 Digital Publisher CEIT*, 10(3), 778-790, <https://doi.org/10.33386/593dp.2025.3.3201>

