

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PROCESOS DE EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO, CONTROL Y CIERRE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.

Adriana Patricia Rodríguez Acero
José Luis Barrios Murillo

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería Civil
Bogotá, Colombia
Año 2024

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PROCESOS DE EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO, CONTROL Y CIERRE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.

**Adriana Patricia Rodríguez Acero
José Luis Barrios Murillo**

Tesis presentada como requisito para optar al título de:
Magister en Infraestructura Vial

Director:

Jesús David García Quintero

Ingeniero Civil, M. Sc. PhD.

Co - Director:

Fabio Eduardo Díaz López

Ingeniero Químico, M. Sc.

Universidad Santo Tomás

Facultad de Ingeniería Civil

Bogotá, Colombia

Año 2024

Tesis de maestría: Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial. Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

Dedicatoria y Agradecimiento

Este proyecto de grado dedicado a todos nuestros seres queridos, familiares y colegas los que nos acompañan y los que han partido y a quienes nos debemos por lo que somos, nos guiaron y apoyaron. Siempre estarán presentes en nuestras conductas y pensamientos.

Así mismo nuestro agradecimiento es en primer lugar a nuestros profesores y compañeros de la maestría por compartir sus conocimientos con pasión y maravilloso ejemplo, a nuestro director y codirector de Tesis, por sus concretos y acertados consejos e invaluable apoyo para llevar a cabo este proyecto académico, a nuestras familias y amigos por su amor y motivaciones incondicionales.

A Diego Alejandro Sarmiento por su amistad y apoyo incondicionales e integrales.

ANÁLISIS DE LA GESTIÓN PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LAS FASES DE CONSTRUCCIÓN, PRUEBA, DESPLIEGUE Y CIERRE, EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL. - GUÍA METODOLÓGICA.

Resumen

La tesis aborda la ejecución de proyectos de infraestructura vial financiados con recursos públicos, destacando su complejidad y magnitud, que abarcan desde vías terciarias hasta sistemas de transporte masivo. Se destaca la sensibilidad de estos proyectos a problemas durante la construcción y desviaciones, comprometiendo su alcance y satisfacción de necesidades. Se analizan casos de alto impacto, como la Troncal de la Autopista Norte y Av. Caracas en Bogotá, evidenciando deficiencias constructivas y sobre costos. Se identifican problemas puntuales como reprogramaciones y daños a redes de servicios públicos.

La herramienta actual para abordar riesgos son matrices proporcionadas por entidades contratantes, pero se enfocan en los intereses públicos, careciendo de riesgos propios del contratista. Con el proyecto de construcción de la primera línea del Metro de Bogotá de la empresa Metro de Bogotá, No 163 de 2019, a cargo del Concesionario Metro Línea 1 S.A.S este último desde el sector privado abordó la gestión de riesgos en su calidad de contratista estructurando su propia matriz de riesgo para monitorear el avance y posibles afectaciones que puedan comprometer el cumplimiento de los objetivos. Sin embargo, ante la necesidad de continuar promoviendo la gestión de riesgos desde la empresa privada que tiene a cargo la construcción de las obras, se propone una guía metodológica centrada en las etapas de construcción, prueba, despliegue y cierre de acuerdo con la guía PMBOK séptima edición (PMI, 2021). La propuesta se basa en las desviaciones de costo y tiempo evidenciadas en los proyectos tipo BRT en Bogotá D. C. a partir de lo cual se estableció un procedimiento técnico lógico y ordenado que permita la gestión de riesgos en estos aspectos entre otros.

Se emplea el estudio de caso en los proyectos Transmilenio en Bogotá, identificando riesgos no considerados en las matrices públicas. La guía metodológica y la matriz de

Tesis de maestría: *Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial.* Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

riesgos generada se presentan como herramientas para la gestión eficaz de riesgos en proyectos viales, contribuyendo a la prevención y mitigación sin requerir recursos adicionales significativos.

Palabras clave: Riesgo, construcción de infraestructura vial, guía metodológica, matriz de riesgos, BRT.

MANAGEMENT ANALYSIS FOR RISK MANAGEMENT IN THE CONSTRUCTION, TEST, DEPLOYMENT AND CLOSURE PHASES, IN ROAD INFRASTRUCTURE PROJECTS. - METHODOLOGICAL GUIDE

Abstrac

The thesis addresses the execution of road infrastructure projects financed with public resources, highlighting their complexity and magnitude, which range from tertiary roads to mass transportation systems. The sensitivity of these projects to problems during construction and deviations is highlighted, compromising their scope and satisfaction of needs. High-impact cases are analyzed, such as the North Highway Trunk and Av. Caracas in Bogotá, evidencing construction deficiencies and cost overruns. Specific problems such as rescheduling and damage to public service networks are identified.

The current tool to address risks are matrices provided by contracting entities, but they focus on public interests, lacking the contractor's own risks. Given the need to manage risks, a methodological guide is proposed focused on the construction, monitoring, control, and closure stages. The proposal is based on the budgetary and competitive limitations of the market, proposing practical solutions.

The case study is used in the Transmilenio projects in Bogotá, identifying risks not considered in the public matrices. The methodological guide and the risk matrix generated are presented as tools for effective risk management in road projects, contributing to prevention and mitigation without requiring significant additional resources.

Keywords: Risk, road infrastructure construction, methodological guide, risk matrix, BRT.

Índice	Pág.
Resumen	5
Abstrac.....	6
GLOSARIO	9
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
4. OBJETIVOS.....	15
4.1 Objetivo general	15
4.2 Objetivos específicos.....	15
5. MARCO TEÓRICO.....	16
5.1 Gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial	16
5.2 Los riesgos en proyectos de infraestructura vial en las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre.....	19
5.2.1 <i>Los riesgos en proyectos de infraestructura vial en la fase de construcción</i>	19
5.2.2 <i>Los riesgos en proyectos de infraestructura vial en la fase de prueba.....</i>	22
5.2.3 <i>Los riesgos en proyectos de infraestructura vial en la fase de despliegue</i>	24
5.2.4 <i>Los riesgos en proyectos de infraestructura vial en la fase de cierre</i>	25
5.3 Marco legal alrededor de los riesgos en proyectos de infraestructura vial en las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre	26
5.3.1 <i>Ley 1150 de 2007</i>	27
5.3.2 <i>Ley 1508 de 2012</i>	28
5.3.3 <i>Decreto 1510 de 2013.....</i>	29
5.3.4 <i>Documentos Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES)</i>	30
6. ESTADO DEL ARTE	32
6.1 Estudios Latinoamericanos	32
6.2 Estudios Colombia.....	34
7. METODOLOGÍA.....	38
8. ESTUDIO DE CASO	40
8.1 Contratos construcción de las troncales TRANSMILENIO	43
8.2 Estimación probabilística.....	50
8.3 Tramo 7 de la TM Av. 68.....	53
8.3.1 <i>Características del Tramo 7 de la TM Av. 68</i>	53
8.3.2 <i>Estado actual del Tramo 7 de la TM Av. 68.....</i>	54
9. DISCUSIÓN.....	62
10. CONCLUSIONES.....	63
11. RECOMENDACIONES	67
12. BIBLIOGRAFÍA.....	72
ANEXO	76

Tesis de maestría: *Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial. Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024*

GLOSARIO.

BRT: Siglas en inglés de Bus Rapid Transit, es decir, Bus de Transito Rápido para denominar el sistema de transporte en el que se conciben vías y estaciones específicas para solo el tránsito de rutas de buses.

Experiencias aprendidas: Registro de los acontecimientos particulares y acciones implementadas para mejorar la ejecución de proyectos similares en el futuro.

Etapas de ejecución: Periodo correspondiente a la ejecución de las obras.

Guía metodológica: Documento que plantea y contiene el conjunto de etapas, procesos y actividades a llevar a cabo de manera lógica, secuencial y técnica para lograr determinados objetivos.

Impacto: Efecto positivo o negativo sobre las actividades y objetivos del proyecto.

Imprevistos: Rubro para remunerar los costos que surgen durante la ejecución de las obras y actividades ligadas a las mismas por eventos no previstos.

Infraestructura vial: Conjunto de obras y servicios para permitir el desplazamiento de personas y usuarios.

Interesados: Personas, comunidades, entidades, sectores, empresas y organizaciones que participan, se afectan o benefician de los proyectos.

Matriz de riesgos: Herramienta mediante la cual se tiene control y gestión, empleada para la identificación bajo prioridad de los procesos y productos como resultado de cada actividad. Teniendo en cuenta el nivel de riesgo sujeto a cada una de las actividades y a los factores ajenos relacionados con el riesgo centralizados en una matriz (Cardona & Ortiz, 2017).

Precio o valor global: Valor monetario único y fijo que remunera un alcance determinado de las obras.

Probabilidad: Posibilidad de ocurrencia de un evento o riesgo.

Riesgo: Toda situación que afecte el cumplimiento de los objetivos a cualquier nivel (Bravo & Sánchez, 2012).

Riesgo emergente: Corresponde al nuevo riesgo que surge para el proyecto, del cual se tiene un conocimiento débil, pero que se está desarrollando con posibilidades de tener un impacto potencial real y significativo.

Riesgo inherente: Riesgo derivado o implícito por la ejecución de las propias actividades.

Riesgo residual: Riesgos que quedan después del tratamiento de un riesgo.

Valor de contingencia: Monto de los recursos provisionados para cubrir la materialización de situaciones no previstas o riesgos.

1. INTRODUCCIÓN

La ejecución de proyectos de infraestructura vial constituye una fase crítica que absorbe una considerable porción de recursos, requiriendo un seguimiento y control rigurosos. La etapa de cierre, por su parte, resulta determinante para asegurar la satisfacción de todas las partes interesadas. Dada la complejidad y la cantidad de recursos, factores y partes involucradas en estas fases, los proyectos de infraestructura vial se vuelven altamente sensibles y susceptibles a diversas contingencias, desde cambios y ajustes hasta eventos imprevistos como la pandemia por COVID-19, la inflación, conflictos geopolíticos y la escasez de insumos clave.

La naturaleza intrínsecamente sensible de estas obras demanda una gestión eficaz de riesgos desde la fase de ejecución hasta la culminación del proyecto. La rápida implementación de medidas y acciones se vuelve crucial para enfrentar adversidades como atrasos, sobrecostos y otros inconvenientes inesperados. En este contexto, la gestión adecuada de riesgos se erige como la piedra angular para prevenir situaciones desfavorables y garantizar la continuidad y conclusión exitosa del proyecto.

En la práctica, los contratistas de obra a menudo enfrentan riesgos ya materializados, limitando las opciones de gestión y dejando la atribución a factores externos como única alternativa. Las reclamaciones al cliente para compensar pérdidas y efectos negativos se convierten en una estrategia común. Sin embargo, esta reacción tardía contribuye al colapso del proyecto y, en casos extremos, amenaza la supervivencia misma de las empresas constructoras en el mercado.

La experiencia ha revelado que la falta de conocimiento sobre buenas prácticas, la ausencia de guías parametrizadas, la identificación deficiente de riesgos, la dificultad en la valorización y priorización de riesgos, así como la aparente complejidad de implementar la gestión de riesgos, son factores determinantes en esta reacción tardía.

En consecuencia, surge la necesidad imperante de desarrollar una guía metodológica concreta y práctica desde la perspectiva del contratista de obra. Esta guía pretende ser efectiva en la identificación, clasificación, valorización y priorización de riesgos durante la ejecución del proyecto, respaldada por un seguimiento y control adecuados, culminando con un cierre exitoso y lecciones aprendidas que fortalezcan las

capacidades del equipo del proyecto.

El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de esta guía, basándose en la revisión bibliográfica y los últimos estudios relacionados con proyectos viales. Además, se nutre del estudio de casos reales, como los tramos de adecuación al sistema Transmilenio de la carrera (Av.) 68 y la Av. Ciudad de Cali en Bogotá, por su representatividad en tipología, variables, magnitud, actores, dimensiones y complejidad.

La guía se estructura conforme a las recomendaciones del Instituto de Gestión de Proyectos (PMI), Séptima edición, específicamente en el Capítulo 3.10 Optimizar la respuesta a los riesgos y el Dominio de Desempeño de la incertidumbre y su vez, los lineamientos de capítulo 4 del Estándar Para la Gestión de Riesgos en Portafolios Programas y Proyectos del PMI (2019), numerales 4.7 Implementar la Respuesta a los Riesgos y 4.8 Monitorear los Riesgos. También se toman en cuenta los principios y recomendaciones de la Norma Técnica Colombiana NTC-IEC-ISO 31010, que trata sobre técnicas de valoración del riesgo, y la Norma Internacional ISO 31000 Segunda Edición, que proporciona lineamientos guía para la administración y gestión de riesgos.

2. JUSTIFICACIÓN

La justificación de esta tesis de maestría se fundamenta en la carencia de guías y matrices exhaustivas, así como, asignaciones equilibradas y coherentes de los riesgos, que permitan a los contratistas de obra llevar a cabo una gestión efectiva durante las etapas críticas de ejecución, monitoreo, control y cierre de contratos de obras de infraestructura vial. Esta ausencia se agrava con la falta de asignación de presupuesto por parte de las entidades contratantes para la gestión de riesgos y la aún más preocupante falta de asignación de recursos económicos para cubrir las eventuales materializaciones de estos riesgos.

En este contexto, surge una oportunidad y una necesidad imperante de desarrollar una guía integral, una matriz detallada y un procedimiento lógico y ordenado. Este conjunto de herramientas abordaría de manera estructurada y coherente, basándose en las realidades y experiencias de los proyectos viales en el país, la gestión de riesgos y su valoración. El propósito es dotar a los contratistas con una guía que les permita tener presente y gestionar los riesgos, así como aprovisionar los recursos necesarios para

Tesis de maestría: Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial. Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

abordar sus materializaciones. Esto no solo mejoraría las posibilidades de éxito de los proyectos, sino que también contribuiría a la satisfacción de las expectativas de todas las partes interesadas e involucradas, minimizando las afectaciones a la sociedad y las comunidades circundantes.

Es destacable que, si bien existen cartillas y guías para la gestión de riesgos en actividades específicas en Colombia, como en el ámbito de la salud y la función pública, no se dispone de directrices específicas para la gestión de riesgos en proyectos de gran envergadura y alto impacto, particularmente en obras civiles como los proyectos de construcción de infraestructura de sistemas de transporte masivo (BRT). Además, estas guías no están orientadas desde la perspectiva directa de los ejecutores y responsables de la construcción, es decir, los contratistas de obra.

El objetivo final de esta tesis es proporcionar herramientas que faciliten la toma de decisiones por parte de los contratistas de obra, permitiéndoles gestionar de manera razonable los riesgos con el fin de asegurar el cumplimiento de los contratos y satisfacer las expectativas y necesidades de las comunidades, clientes y demás partes interesadas o impactadas por los proyectos.

Es importante señalar que esta guía podría servir como un catalizador para promover la cultura de la gestión de riesgos. Al dotar a los contratistas de obra con mayores conocimientos en esta área, podrían reconocer la importancia e impacto de los riesgos y, al mismo tiempo, señalar omisiones e imprecisiones en la identificación, evaluación y mitigación de los riesgos. Esto, a su vez, podría fomentar una mayor conciencia por parte de las entidades contratantes sobre la necesidad de comprometerse con una adecuada gestión de riesgos en los proyectos de infraestructura, así como la asignación de recursos y el reconocimiento de los riesgos que efectivamente les competen, promoviendo un tratamiento justo y efectivo de los mismos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El planteamiento del problema de esta tesis de maestría se fundamenta en los desafíos que enfrentan los contratistas de obras públicas en el país, quienes se ven recurrentemente confrontados con situaciones adversas que ponen a prueba su capacidad

de reacción, toma de decisiones y adopción de acciones para dar continuidad a los proyectos de infraestructura vial. Este escenario adquiere mayor relevancia, ya que estos contratistas asumen la responsabilidad de llevar a la realidad proyectos concebidos para mejorar la calidad de vida de las comunidades, facilitar su comunicación e integración regional, y contribuir al desarrollo del país.

La experiencia en el medio revela que, durante las etapas iniciales de concepción, estructuración, planeación y contratación de proyectos de infraestructura vial, y en especial en los estudios y diseños, no se realiza un estudio completo de los riesgos del proyecto. Aunque existen regulaciones como la Ley 1150 de 2007, Ley 1508 de 2012 y el Decreto 1510 de 2013, que abordan la identificación y asignación de riesgos desde la perspectiva del contratante la cual establece la normativa para llevar a cabo las licitaciones públicas correspondientes a los contratos de obra, así como los criterios de evaluación a considerarse por parte de las entidades de los contratantes en los documentos de contratación (pliegos de condiciones o sus equivalentes), con la finalidad de llevar a cabo unas calificaciones objetivas de la selección del contratista. De esta manera también, la citada ley confiere a la entidad pública la capacidad para abordar la identificación y asignación de los riesgos lo cual lleva a cabo desde su perspectiva de entidad contratante; sin embargo, al llevarse a cabo en las etapas precontractuales, queda pendiente la definición de los efectos de los mismos durante la etapa contractual y de ejecución del proyecto.

En línea con lo anterior, al privado le corresponde abordar los riesgos desde su propia óptica conforme lo contempla la ley 80 de 1993, al concebir que todos los riesgos durante la ejecución de las obras públicas están a cargo de los privados. Por otro lado, al respecto es pertinente señalar que la ley 1508 de 2012 y su decreto reglamentario 1467 de 2012, precisa que en el caso de una Asociación Público Privada en el ejercicio de la identificación, clasificación y asignación de los riesgos por las partes se debe contemplar que en la asignación de los riesgos, para que esté a cargo por la parte que mejor lo pueda controlar, (CONPES 3107, 2001). De esta manera, para el privado la falta de un ejercicio completo de identificación, análisis, evaluación, valoración y asignación equitativa de los riesgos dificulta la gestión adecuada de los mismos, comprometiendo el cumplimiento de las responsabilidades asumidas y el éxito de los proyectos a su cargo.

Esta carencia conduce a descompensaciones y desviaciones significativas en términos de costos, programación, alcance y calidad en muchos proyectos, comprometiendo el desarrollo social y económico, así como la seguridad y calidad de vida de las comunidades. Además, genera consecuencias adversas y conflictos entre las diversas partes involucradas, desde pérdida de credibilidad y hasta procesos judiciales, pasando por ineficiencias, sobrecostos, bloqueos comunitarios y suspensiones indefinidas por obras inestables que ponen en riesgo la seguridad y el medio ambiente.

La urgencia para los contratistas de obra se agudiza por los breves tiempos para presentar ofertas y una vez adjudicados los contratos, por el limitado tiempo disponible para iniciar las obras. Esto impide contar con una herramienta práctica y rápida que les permita implementar la gestión de riesgos y comprender, tanto cualitativa como cuantitativamente, los efectos de la materialización de estos riesgos para aprovisionar recursos o tomar acciones oportunas.

A esta problemática se suma la falta de recursos y personal destinado en los presupuestos oficiales de proyectos de infraestructura vial para llevar a cabo la gestión de riesgos, aumentando la incertidumbre y reduciendo las posibilidades de una gestión adecuada. Aunque en proyectos actuales en Bogotá se incluyó un Fondo de Compensaciones para riesgos asumidos por la entidad contratante, en el caso de las empresas privadas, en el caso de los contratistas no existen reservas presupuestales, las contingencias que asume un privado, se limitan a la adquirir seguros. Todo Riesgo de Construcción y Montaje, Responsabilidad Civil extracontractual, de Garantía, pólizas a terceros y ambientales, , lo cual resalta la necesidad de contar con herramientas como cartillas, matrices y procedimientos lógicos que proporcionen apoyo técnico y estructurado para la gestión de riesgos durante la ejecución y cierre de proyectos viales, considerando la creciente importancia que esta gestión está adquiriendo para el desarrollo exitoso de los proyectos..

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Analizar la gestión del riesgo en las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre, en proyectos de infraestructura vial con el propósito de estructurar un proceso lógico

y ordenado tipo guía técnica, para la gestión de riesgos en las etapas de ejecución, seguimiento, control, y cierre de proyectos de infraestructura vial.

4.2 Objetivos específicos

- ✓ Explorar las prácticas actuales de gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial, en las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre desde la óptica de diversos autores.
- ✓ Estructurar y plantear una guía técnica, para la gestión de riesgos en las etapas de ejecución, seguimiento y control, y cierre de proyectos de infraestructura vial.
- ✓ Aplicar la guía propuesta a un estudio de caso en las etapas de ejecución, seguimiento y control, y cierre (Transmilenio – Bogotá)

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial

La gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial es un proceso esencial y sistemático, según Molenar (2006). Este proceso proactivo tiene como objetivo identificar, evaluar, mitigar y monitorear los riesgos potenciales que podrían impactar la planificación, construcción, operación y mantenimiento de estas infraestructuras. La finalidad primordial es reducir la probabilidad y el impacto de eventos adversos que podrían comprometer el éxito del proyecto.

Ashley (2006) destaca aspectos clave de la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial, incluyendo la identificación, análisis, evaluación y priorización de riesgos, así como la mitigación, monitoreo y control de estos, junto con la comunicación y consulta. Para Ashley (2006), la gestión de riesgos es esencial para garantizar la conclusión exitosa de proyectos viales dentro del presupuesto establecido.

Por su parte, The National Academies (2012) enfatizan que la gestión de riesgos es un proceso sistemático que abarca la identificación, evaluación y control de riesgos que podrían afectar el desarrollo y ejecución de proyectos de transporte. Este enfoque busca anticipar problemas potenciales en diversas fases del proyecto y desarrollar estrategias para minimizar su impacto negativo en costos, cronograma y calidad.

Los riesgos en proyectos de infraestructura vial pueden abarcar desde retrasos en el cronograma y sobrecostos de construcción hasta impactos en la calidad del proyecto, según The National Academies (2012). La gestión de riesgos es inherente a los buenos procesos de gestión de proyectos y es una función central de los departamentos de transporte estatales (DOT). Con más de \$1 mil millones se destinan anualmente a actividades de desarrollo de proyectos, los riesgos pueden sumar fácilmente cientos de millones de dólares cada año, por lo que la gestión de riesgos ofrece herramientas comprobadas para identificar y manejar los riesgos del desarrollo de proyectos, lo que finalmente puede beneficiar al público al evitar costos elevados por rediseñar proyectos porque un riesgo no fue identificado (The National Academics, 2012, p. 57)

De igual forma, Tran et al. (2014) describen la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial como un proceso integral que busca identificar, evaluar y mitigar riesgos que puedan afectar costos, cronogramas y calidad. Las prácticas actuales incluyen análisis de riesgos programáticos, herramientas de análisis de riesgos, estrategias de entrega de proyectos y contratos y gestión de riesgos en proyectos de renovación rápida.

Morales (2014), por su parte sostiene que la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial implica un proceso sistemático de identificación, análisis, evaluación, tratamiento y monitoreo de riesgos potenciales. Esto se realiza para minimizar la probabilidad y el impacto de eventos adversos que podrían comprometer los objetivos del proyecto.

De Feo (2017) destaca la importancia de la gestión de riesgos en la identificación, evaluación y mitigación de los riesgos que podrían afectar la ejecución y el éxito del proyecto de infraestructura vial. Aunque no se centra específicamente en la infraestructura vial, los principios de gestión de riesgos son aplicables en este contexto.

De acuerdo con Project Management Institute. (2017), La gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial constituye un proceso metódico que abarca la identificación, análisis, planificación y control de eventos o condiciones inciertas que podrían tener repercusiones negativas en el proyecto. Su objetivo fundamental es minimizar amenazas y maximizar oportunidades asociadas con la ejecución de proyectos de infraestructura vial, garantizando que se cumplan los objetivos preestablecidos en

términos de costo, tiempo y calidad. Este enfoque integral implica evaluar diversos factores, como las condiciones geológicas, el impacto ambiental, la disponibilidad de recursos, cambios legislativos y la aceptación social, entre otros.

Dada la complejidad, alto costo y notable impacto social y ambiental de los proyectos de infraestructura vial, la gestión de riesgos se vuelve indispensable. Adoptar un enfoque proactivo en esta gestión permite a los equipos de proyecto anticipar posibles problemas y desarrollar estrategias para mitigarlos, resultando en una ejecución más eficaz y eficiente del proyecto.

Díaz et al. (2021) proponen el uso de la metodología RIM para reducir la incertidumbre en proyectos de infraestructura vial, centralizando la información y modelando tanto el terreno como la información recopilada. Se destaca la necesidad de un marco jurídico adecuado para implementar estas metodologías y mejorar la trazabilidad de los proyectos.

Buchtik (2018) subraya la que la menor manera de entender cómo gestionar los riesgos es desde un enfoque sistemático, abarcando la identificación, evaluación y tratamiento de riesgos potenciales que puedan afectar la planificación, construcción, operación y mantenimiento de carreteras. El proceso busca minimizar la probabilidad y el impacto de eventos adversos agregando un análisis realista de la incertidumbre en todos sus aspectos.

De acuerdo con las definiciones anteriormente expuestas se puede indicar que la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial puede definirse como un proceso sistemático y proactivo diseñado para identificar, evaluar, mitigar y monitorear los riesgos potenciales que puedan afectar la planificación, construcción, operación y mantenimiento de estas infraestructuras. Este proceso busca minimizar la probabilidad y el impacto de eventos adversos que podrían comprometer negativamente el éxito del proyecto.

Es por ello, que es clave involucrar aspectos importantes como lo son identificación de riesgos, el análisis, la evaluación y priorización, la mitigación, el monitoreo y control, así como la comunicación y consulta. La gestión de riesgos se debe considerar como esencial para garantizar la conclusión exitosa de proyectos viales dentro de los límites presupuestarios y para anticipar posibles problemas a lo largo de las distintas fases del

proyecto. Asimismo, implica la implementación de estrategias y herramientas, como seguros, garantías y cláusulas contractuales específicas, para abordar de manera efectiva los riesgos identificados.

En este contexto, se reconoce la importancia de un enfoque integral que considere factores económicos, socioculturales, ambientales, políticos y territoriales, así como la necesidad de un marco jurídico adecuado para respaldar la implementación de prácticas efectivas de gestión de riesgos. La gestión de riesgos emerge como una función crítica para asegurar la seguridad, funcionalidad y sostenibilidad de la infraestructura vial, contribuyendo al éxito general del proyecto y al cumplimiento de sus objetivos.

5.2 Los riesgos en proyectos de infraestructura vial en las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre

En el contexto de proyectos de infraestructura vial, la naturaleza de los riesgos experimenta variaciones a lo largo de las distintas fases del proyecto. A continuación, se detallan los riesgos inherentes a las etapas de construcción, prueba, despliegue y cierre, ofreciendo una perspectiva abordada por diversos autores.

5.2.1 Los riesgos en proyectos de infraestructura vial en la fase de construcción

En la fase de construcción de proyectos de infraestructura vial, los riesgos más significativos incluyen sobrecostos derivados de mayores cantidades de obra y la variación de precios de los insumos, así como los riesgos asociados a sobre plazos y sobre costos adicionales de la fase de construcción.

La gestión adecuada de estos riesgos es crucial para el éxito del proyecto y la asignación de riesgos debe ser detallada y monitoreada desde la etapa precontractual. La experiencia ha demostrado que la asignación de riesgos debería tenerla quien tiene un mejor control sobre los procesos constructivos y la capacidad administrativa para investigar el mercado, es decir quien mejor los puede gestionar, resultando en una gestión más efectiva de estos riesgos.

De acuerdo con Jiménez (2012), los riesgos inherentes a la fase de construcción de proyectos de infraestructura vial son complejos y con un alto grado de complejidad y su

adecuada identificación y gestión resultan fundamentales para el éxito del proyecto. Entre los riesgos más frecuentes que demandan una atención particular se encuentran:

Tabla 1

Riesgos en la fase de Construcción - Jiménez (2012)

1. Riesgos Técnicos	Incluyen problemas vinculados al diseño, la ingeniería y la tecnología empleada durante la construcción. Estos riesgos abarcan desde errores de diseño hasta fallas en los materiales o en la ejecución de la obra, así como la posible presencia de condiciones geológicas imprevistas.
2. Riesgos Ambientales	Se refieren a impactos negativos en el entorno, como contaminación, erosión y pérdida de hábitats. Además, comprenden la amenaza de fenómenos naturales extremos como inundaciones, terremotos o deslizamientos de tierra.
3. Riesgos de Seguridad y Salud	Involucran accidentes laborales, condiciones de trabajo inseguras y problemas de salud derivados de la construcción. Estos riesgos pueden afectar tanto a los trabajadores como a la comunidad local.
4. Riesgos Financieros	Comprenden sobrecostos, demoras en la financiación, variaciones en los precios de materiales y mano de obra, así como problemas relacionados con el flujo de caja. Estos riesgos tienen el potencial de impactar la viabilidad económica del proyecto.
5. Riesgos Legales y Contractuales	Engloban disputas contractuales, incumplimiento de normativas, permisos y licencias, y cambios en la legislación que puedan afectar el desarrollo del proyecto.
6. Riesgos de Gestión	Involucran problemas vinculados a la planificación y control del proyecto, como la coordinación deficiente entre las partes, la gestión ineficiente de recursos y la comunicación insuficiente.
7. Riesgos de Programación	Se refieren a retrasos en el cronograma de construcción ocasionados por factores como condiciones climáticas adversas, demoras en la entrega de materiales o problemas con subcontratistas.

Nota: Riesgos en la fase de Construcción - Jiménez (2012)

De acuerdo con CONPES 3107 (2001), los riesgos de la fase de construcción están enfocados a que no se genere un desequilibrio económico por mayores cantidades de obra, mayores costos de los materiales o tiempos de ejecución diferentes al planeado y estos son transferidos al privado quien tiene mayor experiencia en el manejo de las variables que determinan estos posibles cambios.

Por su parte Díaz et al. (2021), indica que los riesgos en proyectos de infraestructura vial durante la fase de construcción pueden ser variados y complejos y su gestión es crucial para el éxito del proyecto y describe entre algunos otros que se pueden presentar:

Tabla 2*Riesgos en la fase de Construcción - Diaz et al. (2021)*

Riesgos Técnicos	Problemas relacionados con el diseño, la ingeniería y la tecnología utilizada en la construcción. Esto puede incluir errores en los diseños, fallas en los materiales o en la ejecución de la obra, y desafíos técnicos imprevistos que surgen durante la construcción.
Riesgos Ambientales	Impactos negativos en el medio ambiente, como la contaminación, la erosión y la pérdida de hábitats. Estos ambientales pueden surgir debido a la falta de evaluaciones adecuadas o por cambios inesperados en las condiciones ambientales.
Riesgos de Seguridad	Accidentes laborales y problemas de seguridad en el sitio de construcción. Estos pueden ser causados por condiciones de trabajo inseguras, falta de capacitación o equipo de protección inadecuado.
Riesgos Financieros	Sobrecostos, retrasos en la financiación o cambios en las tasas de interés que afectan la viabilidad económica del proyecto. Estos pueden ser exacerbados por una mala estimación de costos o por cambios en el mercado.
Riesgos Legales y de Cumplimiento	Incumplimiento de regulaciones, permisos y leyes locales. Esto puede incluir retrasos en la obtención de permisos o sanciones por no cumplir con las normativas ambientales o de construcción.
Riesgos de Plazo	Retrasos en el cronograma de construcción debido a factores como mal tiempo, problemas logísticos o retrasos en la entrega de materiales
Riesgos Sociales y Comunitarios	Oposición de la comunidad local o conflictos con grupos de interés que pueden resultar en protestas o litigios. Estos riesgos pueden surgir por una falta de comunicación o por no abordar

Nota. En la tabla se presentan los riesgos en la fase de construcción. Fuente Diaz et al. (2022). Elaboración propia

Morales (2014), en su caso indica que los riesgos en la fase de construcción son críticos y pueden tener un impacto significativo en la viabilidad financiera y operativa del proyecto de infraestructura vial. De acuerdo con Morales (2014) estos riesgos están clasificados de la siguiente manera:

Tabla 3*Riesgos en la fase de Construcción - Morales (2014)*

1. Riesgo de construcción	Se refiere a la posibilidad de que los costos reales de la obra y su ejecución excedan a los proyectados en el diseño.
2. Retraso en la finalización de las obras	Este riesgo implica que la ejecución de la infraestructura puede retrasar la puesta en servicio de la concesión y también el cobro del peaje y el cobro del PPD.

Tesis de maestría: *Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial.* Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

3. Riesgo de disponibilidad, de conservación, O&M	Se puede presentar cuando la Sociedad Concesionaria no cumpla con las especificaciones mínimas de operación y mantenimiento
--	---

Nota. En la tabla se presentan los riesgos en la fase de construcción. Fuente Morales (2014), elaboración propia

Además, es importante considerar la posibilidad de eventos de fuerza mayor que puedan afectar los costos y plazos del proyecto, y establecer mecanismos contractuales para su manejo.

5.2.2 Los riesgos en proyectos de infraestructura vial en la fase de prueba

En la fase de prueba de proyectos de infraestructura vial, es crucial reconocer y gestionar los riesgos de manera efectiva, ya que esta etapa se lleva a cabo al final del ciclo de vida del proyecto, donde el impacto de los riesgos es más alto.

Los riesgos técnicos, como las fallas en la infraestructura que no se detectan durante la construcción, de acuerdo con Manrique y Llamosa (2014), pueden surgir durante las pruebas y deben ser identificados y corregidos antes de la entrega final. Además, los riesgos de seguridad son de especial importancia, ya que cualquier incidente puede poner en peligro tanto a los trabajadores como a la comunidad. La identificación temprana y el seguimiento de los riesgos a lo largo de todo el proyecto permitirán que los planos de contingencia se efectúen con éxito, minimizando así las posibles fallas en el producto que pueden tener un impacto significativo en la facturación anual de las empresas.

Por lo tanto, la fase de prueba no debe ser vista como un mero trámite, sino como una etapa crítica que requiere atención detallada y recursos adecuados para garantizar la calidad y seguridad de la infraestructura vial antes de su despliegue y uso público.

De acuerdo con Cardona et al. (2017), durante la fase de prueba en proyectos de infraestructura vial, se pueden presentar varios riesgos que deben ser identificados, evaluados y gestionados adecuadamente.

Tabla 4

Riesgos en la fase de prueba – Cardona et al. (2017)

Riesgos Técnicos	Pueden surgir problemas técnicos que no se identifican durante la fase de construcción. Esto puede incluir defectos en los materiales, errores en la construcción o fallos en los sistemas de seguridad.
-------------------------	--

Riesgos de operación	Durante las pruebas operativas, pueden aparecer dificultades en la funcionalidad de la infraestructura, como problemas con la señalización, iluminación o drenaje, que podrían no haberse manifestado hasta que la vía se somete a condiciones de uso cercanas a las reales.
Riesgos de Seguridad	La seguridad de los trabajadores y de los usuarios de prueba es fundamental. Los accidentes pueden ocurrir si las medidas de seguridad no se siguen o si hay fallos en los sistemas de protección.
Riesgos Ambientales	Impactos ambientales que no se habían previsto o que se manifiestan solo cuando la infraestructura se somete a uso, como la contaminación por escurrimientos o ruido excesivo
Riesgos Legales y de Cumplimiento	Incumplimientos de normativas que solo se hacen evidentes durante la fase de prueba, lo que podría llevar a retrasos en la apertura de la infraestructura o a la necesidad de realizar modificaciones adicionales
Riesgos de Plazo y Costo	Retrasos en la finalización del proyecto debido a la necesidad de corregir problemas identificados en las pruebas, lo que puede llevar a un aumento en los costos y a la necesidad de reasignar recursos

Nota. En la tabla se presentan Riesgos en la fase de prueba – Cardona et al. (2017), elaboración propia

Así mismo afirma Contreras (2016), es importante que durante esta fase se realicen pruebas exhaustivas y se establezcan protocolos de seguridad estrictos para minimizar estos riesgos y garantizar que la infraestructura vial sea segura para su uso público antes de pasar a la fase de despliegue.

Tabla 5

Riesgos en la fase de prueba – Contreras (2016)

Riesgos Técnicos	Corresponde a fallas en la infraestructura que no se detectaron durante la construcción y que pueden surgir durante las pruebas. Estos pueden ser defectos en los materiales, errores de diseño o problemas con la implementación que solo se hacen evidentes cuando la vía está en uso.
Riesgos de Seguridad	Incidentes que pongan en peligro la seguridad de los trabajadores o de la comunidad durante las pruebas. Esto puede incluir accidentes debido a la falta de medidas de seguridad adecuadas o la señalización inadecuada de las áreas de prueba.

Nota. En la tabla se presentan Riesgos en la fase de prueba – Contreras (2016), elaboración propia

Ruiz (2010), indica que los proyectos de infraestructura vial, como las concesiones viales, están expuestos a diversos tipos de riesgos durante su fase de prueba y lo largo de su ciclo de vida.

Tesis de maestría: Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial. Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

Tabla 6*Riesgos en la fase de prueba – Ruiz (2010)*

Riesgo de tráfico	Se relaciona con la incertidumbre en las proyecciones de demanda para cada una de las estaciones de recaudo, las cuales están sujetas al sector económico en el que se encuentra la malla vial.
Riesgo financiero inflacionario	Puede generar pérdidas en proyectos con un período de vida de más de veinte años. Las simulaciones de Monte Carlo desarrolladas en la investigación reflejan un nivel de incertidumbre tal que puede llegar a generar pérdidas significativas.

Nota. En la tabla se presentan Riesgos en la fase de prueba – Ruiz (2010), elaboración propia

5.2.3 Los riesgos en proyectos de infraestructura vial en la fase de despliegue

Los riesgos en proyectos de infraestructura vial en la fase de despliegue son aquellos factores que pueden afectar negativamente la puesta en marcha efectiva de la infraestructura recién construida o mejorada.

Según Oviedo (2016), En la fase de despliegue de proyectos de infraestructura vial, los riesgos pueden ser variados y complejos, incluyendo:

Tabla 7*Riesgos en la fase de despliegue – Oviedo (2016)*

Riesgos de Integración	Problemas al integrar la nueva infraestructura con los sistemas existentes o con la infraestructura urbana, lo que puede llevar a retrasos y costos adicionales
Riesgos de Aceptación	Resistencia por parte de los usuarios o de la comunidad a los cambios introducidos por el proyecto, lo que puede resultar en un uso menor al esperado o en conflictos sociales
Riesgos Operativos	Dificultades en la operación inicial de la infraestructura, que pueden incluir desde problemas logísticos hasta fallos técnicos que no se manifestaron durante la fase de prueba.
Riesgos de Seguridad	Incidentes de seguridad que pueden surgir cuando la infraestructura se abre al público, incluyendo accidentes de tráfico o problemas de seguridad vial.

Nota. En la tabla se presentan riesgos en la fase de despliegue – Oviedo (2016), elaboración propia

Gómez (2018), establece que los riesgos en proyectos de infraestructura vial en la fase de despliegue pueden ser numerosos y variados. Entre los principales se encuentran los siguientes:

Tabla 8

Riesgos en la fase de despliegue – Gómez (2018)

Sobrecostos Económicos	La falta de una guía clara y la presencia de falencias u omisiones durante la etapa de pre - inversión pueden llevar a desfases en los cálculos ingenieriles, lo que a su vez puede resultar en sobrecostos económicos durante la ejecución del proyecto.
Incertidumbre en la Culminación del Proyecto	La desconfianza en los resultados de los proyectos de infraestructura vial se debe en parte a la incertidumbre sobre si se completarán según lo programado, lo que puede estar relacionado con deficiencias en la fase de planificación
Malversación de Fondos y Pérdidas Económicas	La falta de una estructuración adecuada de los proyectos puede llevar a la pérdida de recursos económicos invertidos en la etapa de pre - inversión, lo que indirectamente puede evidenciar una malversación de fondos y pérdidas económicas para las entidades estatales
Falta de Metodología Estandarizada	La ausencia de un listado metodológico estandarizado para estructurar proyectos de infraestructura vial puede resultar en una gestión ineficiente de los recursos y en la ejecución deficiente de las obras

Nota. En la tabla se presentan riesgos en la fase de despliegue –Gómez (2018), elaboración propia

Para Moreno (2020), los riesgos en proyectos de infraestructura vial en la fase de despliegue pueden incluir sobrecostos significativos durante la ejecución de la obra, como se ha observado en proyectos de infraestructura de transporte.

Además, las modificaciones que se deben realizar durante la construcción debido a deficiencias y encuestas incompletas y estudios de campo pueden extender el período de construcción y alterar el valor contractual y los impactos ambientales del trabajo.

Moreno (2020), indica que estos riesgos pueden ser exacerbados por errores en la predicción del movimiento del suelo y el uso de agregados de roca, lo que puede llevar a sobrecostos y demoras

5.2.4 Los riesgos en proyectos de infraestructura vial en la fase de cierre

Contreras (2016), establece que, en la fase de cierre de proyectos de infraestructura vial, los riesgos pueden incluir:

Tesis de maestría: Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial. Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

Tabla 9

Riesgos en la fase de cierre – Contreras (2016)

Riesgos Contractuales	Disputas con contratistas o proveedores durante la finalización de contratos, lo que puede llevar a litigios o a la necesidad de renegociar términos
Riesgos de Transición	Dificultades en la transferencia de la gestión del proyecto a las operaciones regulares o al cliente final, lo que puede resultar en problemas operativos o de mantenimiento si no se realiza adecuadamente
Riesgos de Documentación	Incompletitud o inexactitud en la documentación del proyecto, lo que puede afectar la operación y mantenimiento futuros o la capacidad de realizar expansiones o mejoras
Riesgos de Garantía y Postventa	Problemas que surgen después de la entrega del proyecto, como defectos de construcción o componentes que no cumplen con las especificaciones, lo que puede requerir trabajos adicionales bajo garantía.

Nota. En la tabla se presentan riesgos en la fase de cierre Contreras (2016), elaboración propia

Chaves, Paniagua (2019), establece que, en la fase de cierre de proyectos de infraestructura vial, aunque muchos de los riesgos asociados con la construcción y la implementación ya se han abordado, aún existen riesgos que deben ser gestionados adecuadamente, entre ellos se encuentran los siguientes:

Tabla 10

Riesgos en la fase de cierre – Chaves, Paniagua (2019).

Riesgos de Documentación y Transferencia de Información	Puede haber problemas con la documentación incompleta o inexacta que se transfiere a las partes responsables del mantenimiento y operación de la infraestructura vial
Riesgos Contractuales y de Garantía	Disputas sobre la satisfacción de los términos contractuales, incluyendo garantías y defectos que pueden surgir después de la finalización del proyecto.
Riesgos de Aceptación del Proyecto	El proyecto puede enfrentar problemas para obtener la aceptación final de las autoridades o de los usuarios finales si no cumple con todas las especificaciones o expectativas.
Riesgos Financieros	Pueden surgir costos adicionales o penalizaciones si el proyecto no se cierra dentro del presupuesto o del cronograma acordado
Riesgos de Operación y Mantenimiento	Si no se establecen claramente las responsabilidades y procesos para el mantenimiento y la operación continua, la infraestructura puede deteriorarse rápidamente o no funcionar como se esperaba.
Riesgos Legales y de Cumplimiento	Existe el riesgo de no cumplir con todas las regulaciones y leyes aplicables, lo que podría resultar en multas o acciones legales.

Riesgos de Desempeño a Largo Plazo	Incertidumbres sobre cómo la infraestructura vial se comportará a lo largo del tiempo y si cumplirá con las expectativas de durabilidad y funcionalidad
---	---

Nota: En la tabla se presentan los riesgos identificados por Chaves, Paniagua (2019), en la fase de cierre, elaboración propia

Chaves, Paniagua (2019), indican que, para mitigar estos riesgos, es importante realizar una revisión exhaustiva y un proceso de cierre que incluya la verificación de la documentación, la confirmación de que todos los aspectos contractuales se han cumplido, y la implementación de un plan de operación y mantenimiento claro y efectivo.

5.3 Marco legal alrededor de los riesgos en proyectos de infraestructura vial en las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre

En Colombia, el marco legal que rige los riesgos en proyectos de infraestructura vial se sustenta en normativas clave, como la Ley 1508 de 2012, el Decreto 1467 de 2012, y los documentos emanados del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES). Estos instrumentos normativos establecen de manera precisa que los riesgos inherentes a los proyectos de infraestructura vial deben ser debidamente identificados, evaluados y asignados de manera adecuada. Este enfoque busca mitigar el impacto de los riesgos y asegurar la ejecución exitosa de los proyectos en cuestión.

5.3.1 Ley 1150 de 2007

La legislación colombiana, en particular la Ley 1150 de 2007, sienta las bases generales para la contratación pública e introduce modificaciones parciales al Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. Aunque esta ley no aborda de manera detallada los riesgos asociados a las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre de proyectos de infraestructura vial, establece principios y mecanismos que buscan garantizar la selección objetiva y la adecuada gestión de riesgos en la contratación estatal.

Algunos elementos destacados de la Ley 1150 que tienen una relación directa con la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial son los siguientes:

Figura 1.*Elementos destacados ley 1150 de 2007*

Nota: En la figura Elementos destacados ley 1150 de 2007. Fuente Ley 1150 (2007), elaboración propia

Uno de los principales aspectos que enmarca la ley es la Selección Objetiva, en la cual, la legislación fomenta la elección de contratistas de manera objetiva, basada en criterios predefinidos y transparentes. Este enfoque contribuye a mitigar riesgos asociados con la contratación de empresas no calificadas o con posibles conflictos de intereses.

Otro aspecto que desarrolla la ley son los Pliegos de Condiciones. La ley exige la definición clara de los pliegos de condiciones, los cuales deben incluir la identificación de riesgos previsibles y la manera en que estos serán asumidos por las partes involucradas. Este aspecto es esencial para la gestión de riesgos en todas las fases del proyecto.

Aunque no se requiere explícitamente por la ley, la práctica de la gestión de riesgos en la contratación pública implica la elaboración de una matriz de riesgos. Dicha matriz tiene como objetivo identificar, evaluar y proponer estrategias de mitigación para los riesgos asociados con el proyecto.

Ley 1150 proporciona un marco general, y la gestión específica de riesgos en proyectos de infraestructura vial puede estar sujeta a regulaciones adicionales y enfoques particulares del lugar donde se desarrollen las obras.

Tesis de maestría: Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial. Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

5.3.2 Ley 1508 de 2012 y decreto reglamentario 1467 de 2012.

La Ley 1508 de 2007, reconocida como la Ley de Asociaciones Público-Privadas (APP) en Colombia y su decreto reglamentario 1467 de 2012, establece el marco jurídico para la contratación y ejecución de proyectos de infraestructura mediante asociaciones entre los sectores público y privado. Aunque la normativa no aborda de manera específica los riesgos asociados a las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre de proyectos de infraestructura vial, sí establece principios y directrices para la gestión de riesgos en el contexto de las APP.

Algunos elementos fundamentales de la Ley 1508 relacionados con la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial son:

Figura 2

Elementos destacados ley 1508 de 2012



Nota: En la figura se presentan los elementos destacados Ley 1508 (2012), elaboración propia

En este contexto, la Ley 1508 proporciona un marco normativo que permite a los proyectos de infraestructura vial gestionar los riesgos de manera sistemática y estructurada. No obstante, los detalles específicos de la gestión de riesgos en cada fase del proyecto serán desarrollados en los contratos y documentos de proyecto correspondientes.

5.3.3 Decreto 1510 de 2013

El Decreto 1510 de 2013 es un reglamento del Gobierno de Colombia que establece las normas para la contratación pública en el país. Este decreto deroga el anterior Decreto 734 de 2012 y busca mejorar y actualizar las disposiciones en materia de contratación estatal. Aunque el Decreto 1510 de 2013 es extenso y cubre una amplia gama de temas, algunos de los aspectos más relevantes incluyen:

- ✓ **Modalidades de Selección:** Define las modalidades de selección de contratistas, que incluyen licitación pública, selección abreviada, concurso de méritos, contratación directa y cantidad mínima.
- ✓ **Contratación Directa:** Establece las situaciones en las que se puede utilizar la contratación directa, como cuando no existe pluralidad de oferentes o en casos de urgencia manifiesta.
- ✓ **Régimen de Transición:** El decreto también menciona un período de transición durante el cual las entidades estatales podían optar por aplicar las disposiciones del anterior Decreto 734 de 2012 mientras ajustaban sus procedimientos internos a la nueva reglamentación.
- ✓ **Principios de la Contratación:** Reafirma los principios de economía, transparencia y responsabilidad en la contratación estatal, en línea con la Ley 80 de 1993
- ✓ **Contratación en el Sector Defensa:** El decreto también aborda la contratación de bienes y servicios en el sector defensa y otras entidades que requieren reserva para su adquisición, estableciendo que no están obligadas a publicar los documentos del proceso y pueden adquirir bienes y servicios en condiciones de mercado sin recibir varias ofertas

El Decreto 1510 de 2013 es un documento clave para la comprensión de la contratación pública en Colombia y proporciona el marco legal para asegurar que los procesos de contratación sean eficientes, transparentes y justos.

En cuanto a la estimación de los riesgos de construcción para una obra pública, no existen apartes en los cuales se tipifiquen o estimen riesgos de construcción, normalmente esta asignación está a cargo del contratista solamente, por lo que la ley no establece lineamientos a respecto.

Tesis de maestría: *Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial.* Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

5.3.4 Documentos Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES)

Los Documentos del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) constituyen instrumentos fundamentales en la planificación y orientación de políticas públicas en Colombia, siendo elaborados por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y aprobados por el CONPES, el principal ente coordinador de la política económica y social en el país. Dentro de la amplia variedad de temas abordados por los documentos CONPES, se destaca la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial como un componente crucial.

En el ámbito de los documentos que versan sobre riesgos en proyectos de infraestructura vial, los CONPES proporcionan directrices y recomendaciones específicas para la identificación, evaluación, asignación y mitigación de riesgos a lo largo de las distintas fases de los proyectos, abarcando desde la construcción hasta el cierre. Algunos aspectos destacados de estos documentos son los siguientes:

Tabla 11

Riesgos en la fase de cierre – CONPES.

Riesgo Previsible e Imprevisible	Asociaciones Públicas Privadas (APP)
El documento CONPES 3714 de 2011 de riesgos previsible, profundiza en el concepto de riesgo previsible en el contexto de la política de contratación pública, subrayando la importancia de anticipar y gestionar los riesgos durante la ejecución de los proyectos, divide los riesgos entre previsible e imprevisible	Los Documentos: CONPES 3535 de 2008: Conceptos favorables para la adición de concesiones viales Y CONPES 3800 de 2013, que modificó el CONPES 3760 de proyectos de APP, abordan la gestión de riesgos en proyectos viales bajo el esquema de Asociaciones Público-Privadas (APP), enfatizando la necesidad de una asignación y gestión adecuadas de riesgos entre las partes involucradas para Garantizar el éxito de los proyectos. No hace una revisión exhaustiva de los riesgos de concesiones pero si incluye varias recomendaciones para una mejor identificación, mitigación y manejo de riesgos en la ejecución de proyectos estratégicos para el país, en especial el numeral 7 : riesgos no imputables al contratista

Nota: En la tabla se presentan los riesgos en la fase de cierre. Fuente CONPES elaboración propia

Tesis de maestría: *Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial.* Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

Estos documentos CONPES se erigen como fundamentos para establecer políticas y prácticas que orientan la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial. Su relevancia radica en asegurar la implementación de medidas necesarias para prevenir, mitigar y controlar los riesgos a lo largo de todas las fases del proyecto, contribuyendo así al éxito y sostenibilidad de dichas iniciativas.

En conclusión, el marco legal en Colombia que regula los riesgos en proyectos de infraestructura vial se apoya en varias normativas clave, entre las cuales se destacan la Ley 1508 de 2012, el Decreto 1510 de 2013, y los documentos emitidos por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES). Estas leyes y documentos proporcionan lineamientos específicos para la identificación, evaluación, asignación y mitigación de riesgos a lo largo de todas las fases de los proyectos viales.

No obstante, aunque constituyen un marco integral para la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial en Colombia, son amplios al permitir y eliminar algunos riesgos que deberían tenerse en cuenta en todos los casos, evitando sobre costos y disminuyendo en gran proporción ampliaciones en términos de tiempo y dinero.

6. ESTADO DEL ARTE

Para poder analizar la gestión del riesgo en las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre, se hace necesario establecer como base los siguientes trabajos que se convierten en base fundamental de la presente investigación, como quiera que permitan conocer el estado actual del desarrollo de este campo.

6.1 Estudios Latinoamericanos

Para empezar, en el foro World Economic (2020), se enfocó en ofrecer recomendaciones y prácticas post-crisis para la reactivación económica y el desarrollo de infraestructura en Latinoamérica, se enfatizó en la necesidad de reequilibrar financieramente los contratos, garantizar la liquidez y seguridad jurídica, y desarrollar un plan de reactivación robusto que involucre a actores clave tanto del ámbito público como privado.

Entre los aspectos relevantes identificados en el foro se encuentran la reducción de

Tesis de maestría: *Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial.* Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

costos laborales no salariales, la mejora de la gestión de pasivos contingentes, la implementación de asociaciones público-privadas bien diseñadas en áreas de infraestructura, y la transformación digital de procesos gubernamentales. Así mismo, se subrayó la importancia de desarrollar mecanismos de inversión innovadores y facilitar la conexión de las Pymes con cadenas de valor complejas. Los hallazgos implícitos resaltan los desafíos enfrentados por la región, como la infraestructura inadecuada, la gestión de pasivos contingentes y la necesidad de una transformación digital, subrayando la importancia de la inversión en infraestructura pública y la promoción de la digitalización y la adaptación a los requisitos de bioseguridad para las Pymes.

Frente a estos aspectos Asley et. al. (2016), se centraron en la gestión de riesgos en proyectos de construcción, específicamente durante las fases de diseño, construcción, prueba (piloto), despliegue y cierre en referencia a un piloto en el proyecto US 555– SH 111 como ejemplo de aplicación de la gestión de riesgos. El objetivo principal es minimizar los costos y promover el éxito del proyecto mediante una gestión de riesgos planificada y estructurada que sea integral al proceso de adquisición, diseño y construcción de instalaciones viales. La investigación busca identificar, evaluar y mitigar los riesgos para alinear de manera efectiva al equipo de construcción con los objetivos del proyecto.

La metodología adoptada abarca un proceso de gestión de riesgos que comprende seis pasos principales: identificación, evaluación, mitigación, asignación, seguimiento y actualización de riesgos. Este proceso se aplica de manera repetitiva y cíclica a medida que el proyecto evoluciona. Se destaca la importancia de la experiencia en planificación ambiental y la adquisición de conocimientos clave para la identificación y evaluación de riesgos. Entre los hallazgos, se identifican riesgos comunes en proyectos de construcción, como costos de cumplimiento ambiental, incertidumbres técnicas, errores en cantidades y cambios en requisitos de diseño. La investigación concluye que un proceso de gestión de riesgos bien planificado y estructurado es esencial para el éxito de proyectos de construcción, ya que no solo ayuda a minimizar los costos, sino que también alinea al equipo de construcción con los objetivos del proyecto, promoviendo una ejecución eficaz y eficiente.

Buchtick (2018), abarca un enfoque práctico y aplicado de los riesgos inherentes al contexto de la infraestructura vial, con especial atención a la aplicación de una teoría de

combinación de habilidades blandas y la aplicación de técnicas variadas que dan respaldo con tecnologías avanzadas, facilitando la realización de un análisis completo del proyecto.

Con un enfoque práctico, la propuesta de Buchtick, (2018) se posiciona como un aporte significativo en el ámbito de la gestión de riesgos para proyectos de infraestructura vial, integrando principios normativos, prácticas de gestión de riesgos y tecnologías avanzadas para fortalecer la resiliencia y la capacidad de respuesta de la red vial frente a desafíos y crisis inesperadas.

Ávila et. al. (2023), La investigación se centra en el proyecto "Diseño y Construcción del Puente Chamorro", abordando de manera integral los riesgos asociados a las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre del proyecto. Los objetivos primordiales buscan identificar y analizar exhaustivamente los riesgos vinculados a cada etapa del proyecto, desde la planificación preliminar hasta el cierre final, con el propósito de implementar estrategias de mitigación apropiadas. Esta evaluación comprende la identificación de riesgos técnicos, de gestión, externa y comercial, destacando la complejidad y diversidad de las amenazas potenciales.

Es así como Ávila et. al. (2023), llevaron a cabo procesos de identificación de riesgos por categorías y subcategorías, análisis de causas y consecuencias, y valoración de la pérdida esperada. La utilización de una estructura de desglose de riesgos (RBS) permitió clasificar y organizar eficientemente los riesgos identificados en el proyecto.

Además, se siguió una secuencia detallada que abarcó desde la planificación preliminar hasta el cierre del proyecto, asegurando una cobertura integral de todos los posibles riesgos. Entre los hallazgos más notables se destacan riesgos técnicos, de gestión y externos/comerciales, subrayando la importancia de abordar estos aspectos para garantizar el éxito del proyecto del Puente Chamorro.

6.2 Estudios Colombia

Rojas et al. (2014) focalizan su investigación en la formulación de criterios para la asignación y mitigación de riesgos en las concesiones viales en Colombia. Aunque mi acceso se restringe a las citas proporcionadas, es posible deducir aspectos fundamentales

de su estudio. Su objetivo central consistía en desarrollar un conjunto de criterios que facilitara la asignación y mitigación efectiva de riesgos en las concesiones viales en Colombia. Este objetivo abarca desde la identificación de los riesgos más significativos en las distintas fases de los proyectos de infraestructura vial, desde la construcción hasta el cierre, hasta la propuesta de estrategias para gestionar estos riesgos de manera eficiente.

Para lograr esto, llevaron a cabo un análisis meticuloso de proyectos de concesión vial existentes, identificando los riesgos asociados y evaluando las prácticas actuales de gestión de riesgos. Este análisis incluyó un estudio de caso, análisis documental y entrevistas con expertos del campo, respaldado por una revisión exhaustiva de la literatura para comparar las prácticas de gestión de riesgos en Colombia con las mejores prácticas internacionales.

Los resultados de la investigación sugieren la presencia de riesgos significativos en las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre de proyectos de infraestructura vial que no están siendo gestionados de manera adecuada. En conclusión, la tesis destaca la necesidad imperante de establecer políticas de maduración de proyectos y una planificación efectiva de la gestión del cambio para mitigar estos riesgos. Asimismo, se podría sugerir que la asignación de riesgos entre el Estado y los concesionarios debe ser clara y equilibrada para garantizar la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos.

Por su parte Cardona y Ortiz (2017), presentan una guía metodológica detallada para la estructuración de proyectos de inversión pública en el ámbito de la infraestructura de transporte por carretera, abordando la carencia crítica en la literatura al proporcionar un marco sistemático para la formulación de proyectos. Además, se realiza un análisis exhaustivo de la distribución de proyectos de infraestructura vial entre 2014 y 2017, destacando las deficiencias normativas en la legislación colombiana y señalando la necesidad de mejoras tanto en la gestión de proyectos como en la legislación pertinente. Además, la tesis realiza una valiosa comparación internacional y adapta metodologías globalmente reconocidas al contexto colombiano, resaltando la relevancia de la Metodología General Ajustada (MGA) como una herramienta informática valiosa para la formulación y evaluación de proyectos viales.

En el caso de Gómez (2018), centra su investigación en la creación de una guía

metodológica para la estructuración de proyectos de inversión pública en el área de infraestructura de transporte por carretera en Colombia. Cuyo propósito principal es agilizar la gestión de estos proyectos, proporcionando un marco claro y detallado que abarque los estudios técnicos necesarios para su correcta formulación y estructuración desarrollando una guía metodológica que detalla el contenido mínimo y los estudios técnicos requeridos para la formulación de proyectos de carreteras en Colombia.

Para ello Gómez (2018), emplea en la tesis el análisis de información técnica y jurídica proporcionada por entidades públicas nacionales, regionales y locales que están involucradas en la planeación, ejecución y operación de proyectos de carreteras, así como la revisión y análisis de la información registrada en el periodo de 2014 al 2017.

Así mismo Gálviz (2018), La investigación se enfoca en el análisis de los riesgos asociados a los contratos de concesión de infraestructura vial, centrándose específicamente en las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre de proyectos viales de quinta generación en Colombia. El objetivo principal consiste en identificar, asignar y amortizar los riesgos en los contratos estatales para mejorar la eficiencia en la ejecución de obras viales y minimizar el impacto negativo en la economía y competitividad del país, evitando retrasos y sobre costos.

Mediante una metodología con enfoque mixto, cualitativo-cuantitativo, con un alcance correlacional y un método hipotético-deductivo que permitió evaluar la relación entre las variables críticas en el proceso de concesión vial y determinar los niveles de riesgo asociados a cada fase del proyecto. Entre los hallazgos se resaltan que la ineficiente distribución de riesgos ha llevado al Estado a asumir costos adicionales para completar obras viales, afectando la competitividad del país. Se identificaron diez grandes grupos de riesgos y la metodología propuesta enfatiza la asignación específica de estos riesgos en cada etapa del proyecto, sugiriendo que el Estado asuma ciertos riesgos mientras otros sean asignados al concesionario. Las conclusiones indican que una adecuada asignación y gestión de riesgos puede mitigar los impactos negativos en la ejecución de proyectos viales, destacando la importancia de una metodología clara que especifique la distribución de riesgos y la cuantía económica representada por el valor de las pólizas. Aunque se encontraron pocas diferencias entre la gestión de riesgos en proyectos de cuarta y quinta generación, se subraya la necesidad de mejorar la asignación

de riesgos de diseño y otros aspectos críticos para evitar sobrecostos y retrasos.

Así mismo en la investigación de Becerra y Garzón (2019), investigación se centra en el estudio de caso de la concesión transversal de las Américas, haciendo principal énfasis en la gestión predial y su incidencia en proyectos de infraestructura vial, con especial atención en la reducción de impactos a lo largo de diversas fases del proyecto.

Aunque el enfoque principal es la gestión predial, se extraen aspectos significativos relacionados con los riesgos en las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre de proyectos de infraestructura. Los objetivos generales se dirigen hacia un estudio integral de la gestión predial para comprender su impacto en los proyectos de infraestructura vial y proponer un plan que, una vez implementado, reduzca los impactos identificados.

La metodología empleada abarca el análisis de riesgos endógenos y exógenos, la elaboración de un Plan de Desmantelamiento y Abandono, la propuesta técnico-económica para la inversión en la recuperación de cuencas de agua y un Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad. También se incluye un Programa de Monitoreo y Seguimiento periódico para evaluar los riesgos de implementación del plan propuesto. Los hallazgos resaltan la importancia de la gestión predial en la estructuración y ejecución de proyectos de infraestructura vial, revelando la incidencia en cada etapa del proyecto mediante análisis cualitativos y cuantitativos. Se identificaron variables internas y externas que afectan la ejecución de proyectos, proporcionando información crucial para determinar los impactos económicos y los recursos necesarios para mitigar los riesgos financieros.

Díaz, Cogollo (2021), centran su investigación en la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial en Colombia, desarrollando una guía metodológica integral para la estructuración de proyectos de inversión pública en el ámbito de la infraestructura de transporte por carretera. Este enfoque suple una carencia crítica en la literatura existente al proporcionar un marco estructurado y sistemático para la formulación de proyectos, con el potencial de reducir la incertidumbre y los sobrecostos asociados con el desarrollo de proyectos viales. Además, realiza un análisis exhaustivo de la distribución de proyectos de infraestructura vial y los recursos solicitados entre 2014 y 2017, ofreciendo una visión clara de la situación actual en Colombia a nivel nacional, departamental y municipal.

Tesis de maestría: Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial. Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

Uno de los aspectos clave destacados por la investigación es la identificación de deficiencias en la normativa colombiana relacionada con la formulación de proyectos de carreteras. Esta observación subraya la necesidad apremiante de mejoras tanto en la gestión de proyectos como en la legislación pertinente. Además, la tesis proporciona una valiosa comparación internacional y adapta metodologías globalmente reconocidas, como el Enfoque del Marco Lógico y la Gestión del Ciclo de Proyectos, al contexto colombiano. Asimismo, destaca la relevancia de la Metodología General Ajustada (MGA) como una herramienta informática valiosa para la formulación y evaluación de proyectos de inversión en la etapa de pre-inversión de proyectos viales en Colombia.

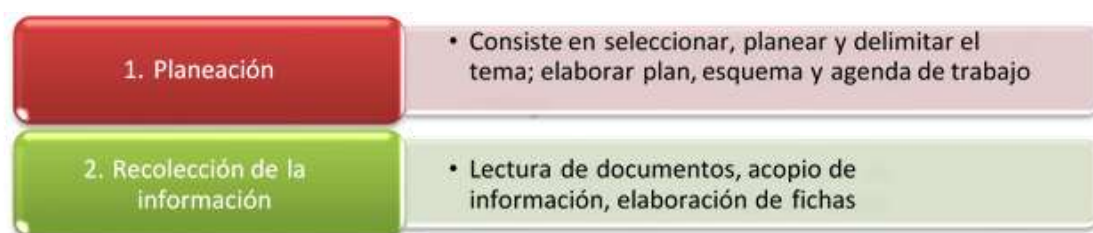
7. METODOLOGÍA

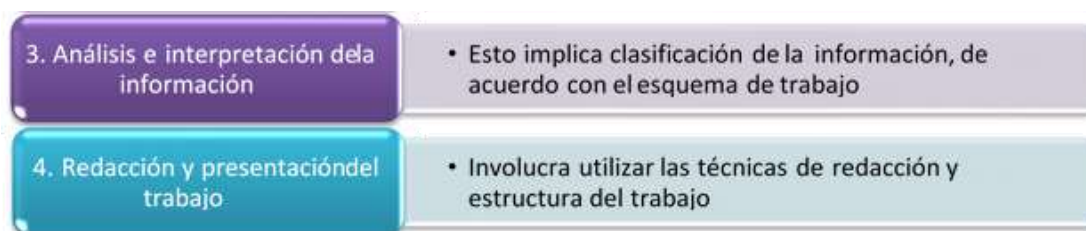
La presente investigación adopta un enfoque mixto que integra tanto elementos cualitativos como cuantitativos. En el ámbito cualitativo, se centra en el análisis descriptivo de la información documental disponible, así como en el examen de la normativa vigente que rige el funcionamiento de las obras civiles contratadas por el distrito. Por otro lado, la perspectiva cuantitativa se enfoca en el análisis de los riesgos que se han evidenciado en las obras civiles contratadas por Bogotá, desde información recaudada a través de estadísticas e información de entidades distritales.

El desarrollo de la investigación se estructura en cuatro fases, siguiendo la metodología propuesta por Janett Rizo (2015). Este enfoque considera la investigación documental como un proceso integral que abarca la indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información, culminando con la redacción exhaustiva del documento resultante.

Figura 3

Etapas del proceso de la investigación documental





Nota: En la figura se presentan las etapas del proceso de investigación documental. Fuente Rizo (2015).
Elaboración propia

La tesis representa una contribución integral al estado del arte en la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial en Colombia, particularmente enfocada en las fases críticas de construcción, prueba, despliegue y cierre.

La tesis inicia con una revisión exhaustiva de diversas fuentes, abarcando desde textos académicos hasta informes técnicos y tesis de maestría. Además, desde una perspectiva normativa, se exploran las regulaciones pertinentes, específicamente las relacionadas con el con contratos e informes de gestión de diversas entidades. La metodología se fundamenta en la recolección y análisis de datos, centrándose en los riesgos evidenciados y aquellos que no se previeron en las etapas de construcción, prueba, despliegue y cierre en proyectos de infraestructura vial en Colombia.

8. ESTUDIO DE CASO

Para llevar a cabo el análisis en esta investigación, se ha seleccionado como punto focal la red troncal de transporte público en la ciudad de Bogotá, D.C. Este criterio se fundamenta en diversas razones fundamentales: en primer lugar, la capital colombiana ha desempeñado un papel pionero en la conceptualización e implementación de sistemas BRT (Bus Rapid Transit) en el país. Además, destaca por contar con la mayor cantidad y valor en términos de corredores viales contratados específicamente para el sistema BRT. La influencia de los proyectos en Bogotá se extiende más allá de sus límites geográficos, ya que han sido adoptados como referencia y replicados en varias ciudades intermedias del país.

Transmilenio es el sistema de transporte masivo que opera en la ciudad de Bogotá, Colombia. Fue inaugurado en el año 2000 y se ha expandido significativamente desde

Tesis de maestría: Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial. Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

entonces. Este sistema se caracteriza por contar con carriles exclusivos para los autobuses, estaciones de parada y una flota de vehículos articulados que se desplazan por rutas establecidas, conectando diferentes puntos de la ciudad y facilitando el desplazamiento de los ciudadanos. Cada fase del proyecto Transmilenio implicó avances significativos en la expansión y mejora del sistema de transporte público en Bogotá. Seguidamente se describen cada una de las fases con sus respectivas características.

Tabla 12

Fases del proyecto de infraestructura - Transmilenio

Fase I (1998 - 2000)	
<i>Construcción de la primera línea</i>	Esta fase marcó el inicio del proyecto con la creación de la primera línea de Transmilenio, conectando el sur con el norte de Bogotá. La infraestructura se diseñó para permitir el tránsito eficiente de buses articulados en carriles exclusivos.
<i>Adquisición de 200 buses articulados</i>	Se incorporaron al sistema 200 buses articulados para fortalecer la capacidad de transporte público y atender la demanda de pasajeros.
<i>Implementación de sistemas de seguridad y operación</i>	Para garantizar la seguridad de los usuarios y el correcto funcionamiento del sistema, se implementaron protocolos de seguridad y sistemas operativos eficientes.
Fase II (2001- 2006)	
<i>Construcción de la segunda línea</i>	Se amplió la red con la construcción de la segunda línea, conectando el centro con el occidente de Bogotá. Esto facilitó la movilidad en una zona importante de la ciudad.
<i>Adquisición de 300 buses articulados</i>	Se aumentó la flota de buses articulados para dar respuesta al crecimiento de la demanda de transporte público.
<i>Expansión de la flota de buses alimentadores</i>	Se fortaleció la conexión entre las estaciones principales y las áreas residenciales mediante la ampliación de la flota de buses alimentadores.
Fase III (2007-2013)	
<i>Construcción de la tercera línea</i>	Esta fase implicó la expansión del sistema hacia el oriente de Bogotá, conectando el centro con esta zona de la ciudad.
<i>Adquisición de 400 buses articulados</i>	Se incrementó nuevamente la flota de buses articulados para satisfacer las necesidades de movilidad de la creciente población.
<i>Implementación de sistemas de recaudo automatizado</i>	Se introdujeron sistemas automatizados para facilitar la recaudación y mejorar la eficiencia en la gestión financiera del sistema.
Fase IV (2014 - Presente)	
<i>Construcción de la cuarta línea</i>	La fase actual ha estado enfocada en la construcción de la cuarta línea, conectando el sur con el centro de Bogotá, fortaleciendo aún más la cobertura del sistema.
<i>Adquisición de 500 buses articulados</i>	Se ha incrementado la flota con la adquisición de 500 buses articulados para hacer frente a la demanda de transporte en la ciudad.
<i>Expansión de la cobertura a otros municipios de C/marca.</i>	Se ha extendido la red de Transmilenio a otros municipios de Cundinamarca, contribuyendo a la integración regional y mejorando la accesibilidad para los habitantes de áreas circundantes a Bogotá.

Nota: En la tabla se presentan las fases que de desarrollaron desde el inicio de Transmilenio, hasta la actualidad. Fuente Murillo 2016, Informe de Transmilenio 2022. Elaboración propia

La construcción y diseño de la infraestructura de Transmilenio es responsabilidad del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), un establecimiento público descentralizado de orden Distrital destinado a ejecutar obras viales y de espacio público para el desarrollo urbano de Bogotá.

Desde el año 2005, se planeó una gran ampliación al sistema Transmilenio, conocida como Fase III, que incluiría la construcción de troncales en la Calle 26, Carrera 10 y Carrera Séptima.

El sistema de Transmilenio ha enfrentado desafíos como atrasos en la entrega y sobrecostos en algunos de sus proyectos, con factores de incertidumbre que incluyen diseños, topografía, predios y redes de servicio público. A pesar de estos desafíos, Transmilenio ha sido un modelo para otras ciudades en América Latina y alrededor del mundo, demostrando cómo un sistema de transporte público masivo puede mejorar la movilidad urbana y estimular el desarrollo orientado al tránsito.

La gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial, como Transmilenio, durante las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre, presenta una gama diversa de desafíos que requieren una atención meticulosa para mitigar su impacto. En la etapa de construcción, los riesgos abarcan desde el estado deficiente de las máquinas hasta el robo de maquinaria, pasando por la baja capacidad técnica y cognitiva de la mano de obra, la falta de personal calificado en la zona de ejecución y problemas como la mala compactación y desprendimiento de material, así como los altos costos de los materiales debido a la alta demanda (Sánchez, 2020).

Es esencial adoptar un enfoque integral en la gestión de riesgos, anticipándose y planificando acciones de mejora a lo largo de todo el ciclo del proyecto. Esto implica la implementación de medidas que informen a la comunidad sobre el proyecto antes de su inicio y, al término de este, emprender acciones para concientizar a los habitantes sobre la importancia del proyecto. De acuerdo con Contreras (2016), la mitigación de riesgos ha llevado a las entidades estatales a establecer marcos regulatorios que mejoren la estructuración de los proyectos, asegurando una definición, asignación y revisión efectiva de los riesgos para prevenir sobrecostos, retrasos o incluso la cancelación de proyectos.

Sandino y Jiménez (2014), indican que, durante la fase de construcción, los riesgos que tenía el proyecto incluían retrasos debido a procesos constructivos inesperados o a la obtención de permisos y licencias ambientales.

Los desafíos inherentes a proyectos de infraestructura, como el caso de Transmilenio, en las etapas de construcción, prueba, despliegue y cierre, presentan una diversidad de dimensiones. En el contexto constructivo, los riesgos incluyen posibles demoras por imprevistos en los procesos de construcción o en la obtención de permisos ambientales. En la primera generación de proyectos similares, el riesgo asociado a los procesos constructivos era compartido entre el Estado y el concesionario, siendo este último responsable de hasta un 30% del riesgo en ciertos aspectos (Transmilenio Informe de Gestión 2018).

En contraste, en las generaciones posteriores, el riesgo fue mayormente transferido al concesionario, lo que podría desfavorecerlo ante sobrecostos derivados de estudios insuficientes, impactando la viabilidad financiera del proyecto. Así mismo indica Transmilenio, que el concesionario asumió la totalidad de los sobrecostos por mayores volúmenes de obra en todos los aspectos, así como los costos financieros correspondientes.

8.1 Contratos construcción de las troncales TRANSMILENIO

Los datos utilizados en este análisis se han recopilado a partir de información contenida en los Sistemas de Contratación SECOP I y SECOP II. Adicionalmente, se ha hecho uso del oficio IDU No. 20233460989501 para complementar la información. Este conjunto de datos corresponde a los contratos gestionados por la entidad para las distintas generaciones de troncales Transmilenio, abarcando aquellos ya construidos, los que actualmente se encuentran en proceso de ejecución y aquellos que han sido recientemente contratados en la ciudad de Bogotá, D.C.

Tabla 13

Contratos de construcción troncales de Transmilenio

No. Contrato	Año	Objeto	Tramo
IDU-185-1997	1997	Adecuación de la calle 80 al sistema troncal Santafé de Bogotá	Calle 80 - Tr. 1 (Av. Boyacá a río Bogotá.)
IDU-027-1999	1999	Construcción de la adecuación de la calle 80 al sistema troncal de santa fe de Bogotá, D.C.	Calle 80 - Tr. 3 (hasta Av. Boyacá)
IDU-403-2000	2000	El contratista se compromete para con el IDU, por el sistema de precios unitarios sin fórmula de reajuste, a realizar las obras requeridas para la rehabilitación de las calzadas centrales de tráfico mixto y adecuación para la operación de Transmilenio en la autopista norte de los héroes a la calle 176 en santa fe de Bogotá.	Auto norte - Héroes a Cll. 176
IDU-090-2000	2000	Rehabilitación de las calzadas de tráfico mixto y adecuación para la operación de Transmilenio de la troncal Caracas desde la calle 51 sur hasta la calle 6ª.	Caracas- Calle 6ª a 51ª sur
IDU-089-2000	2000	Rehabilitación de las calzadas de tráfico mixto y adecuación para la operación de Transmilenio de la troncal Caracas desde la calle 6 hasta la calle 80 (los héroes)	Caracas- Calle 6ª a 80ª
DU-461-2000	2000	Terminación de las obras de adecuación de la calle 80 al sistema troncal de santa fe de Bogotá D.C. tramo Av. Boyacá - Río Bogotá	Calle 80 - Tr. 2 (hasta río Bogotá.)
IDU-518-2001	2001	Adecuación de la troncal calle 13 al sistema Transmilenio entre la troncal de la Avenida Caracas y Puente Aranda incluyendo la conexión de la calle 13 con la Avenida de las Américas	Calle 13 - Caracas a Pte. Aranda
IDU-105-2003	2002	Adecuación de la troncal NQS - sector norte - al sistema Transmilenio	NQS - Calle 10 a 68
IDU-106-2003	2002	Adecuación de la troncal NQS - sector norte - al sistema Transmilenio	NQS - Calle 68 a 92
IDU-384-2002	2002	Construcción de la Troncal Américas al sistema Transmilenio tramo 3, entre banderas y la avenida Ciudad de Cali, en Bogotá D.C.	Américas - Banderas a Av. Cali
IDU-220-2001	2002	Adecuación de la Troncal Américas al sistema Transmilenio, tramo 1, entre Puente Aranda y la carrera 70 b en Bogotá D.C.	Américas - Pte. Aranda a Carrera 70
IDU-221-2002	2002	Adecuación de la Troncal Américas al sistema Transmilenio, tramo 2, entre la carrera 70b y banderas en Bogotá D.C.	Américas - Carrera 70 a Banderas
IDU-242-2003	2003	Realizar la adecuación de la troncal NQS – sector sur – sur al sistema Transmilenio, en Bogotá D.C., entre la av. ciudad de Villavicencio y el límite del distrito con Soacha y la construcción de la estación cabecera y el patio (garaje). tramo 3.	NQS - Av. V/cencio a Soacha
IDU-179-2003	2003	Adecuación de la troncal NQS sector sur al sistema Transmilenio, tramo 1.	NQS - Calle 10 - Esc. Santander

IDU-180-2003	2003	Adecuación de la troncal NQS sector sur al sistema Transmilenio, tramo 2	NQS - Esc. S/der a Av. V/cencio
IDU-145-2003	2003	Adecuación de la avenida suba - al sistema Transmilenio	Suba - Calle 80 a 127
IDU-146-2003	2003	Adecuación de la avenida suba - al sistema Transmilenio	Suba - Calle 127 - Av. Cali
IDU-048-2003	2003	Adecuación de la Troncal de las Américas para el sistema Transmilenio, tramo 4: por la avenida Ciudad de Cali, desde la avenida Manuel Cepeda Vargas hasta el portal de las Américas, en Bogotá D.C.	Américas - Av. Cali a Portal Américas
IDU-135-2007	2007	Adecuación de la carrera 10 (Avenida Fernando Mazuera), al sistema Transmilenio en la ciudad de Bogotá D.C. de los tramos del grupo 2 comprendido entre calle 30a sur y calle 3, en Bogotá D.C. y entre calle 3 y calle 7, incluye ramal calle 6 entre carrera 10 y troncal Caracas, avenida comuneros entre carrera 10 y carrera 9 con calle 4 y estación intermedia de la calle 6, en Bogotá D.C.	Carrera 10 - Gr. 2 (hasta Calle 7)
IDU-134-2007	2007	Adecuación de la carrera 10 (avenida Fernando Mazuera) al sistema Transmilenio en el tramo 1 comprendido entre calle 31 sur y calle 30 a sur y la calle 31 sur entre carrera 10 y carrera 5, incluye patio y portal y sus vías perimetrales, en Bogotá D.C.	Carrera 10 - Gr. 3 (hasta Calle 30A sur)
IDU-136-2006	2007	Adecuación de la calle 26 (Av. Jorge Eliécer Gaitán) y la carrera 10 (avenida Fernando Mazuera) del grupo 3, comprende la adecuación de la carrera 10 (avenida Fernando Mazuera) al sistema Transmilenio en el tramo 4 comprendido entre calle 7 y calle 26, en Bogotá, D.C. y el tramo 5 comprendido entre calle 26 y calle 34 y adecuación de la calle 26 (avenida Jorge Eliécer Gaitán) al sistema Transmilenio en el tramo 5 comprendido entre carrera 19 y la carrera 13, incluye conexión operacional con la troncal Caracas, en Bogotá D.C.	Calle 26 - Gr. 3 (hasta Carrera. 19)
IDU-137-2007	2007	Adecuación de la calle 26 (Avenida Jorge Eliécer Gaitán) al sistema Transmilenio y el posterior mantenimiento, en el tramo 3 comprendido entre la transversal 76 y la carrera 42b y en el tramo 4 comprendido entre la carrera 42b y la carrera 19, grupo 4.	Calle 26 - Gr. 4 (hasta Transversal 76)
IDU-138-2007	2007	Adecuación de la calle 26 (Avenida Jorge Eliécer Gaitán) al sistema Transmilenio en el tramo 2 comprendido entre carrera 97 y transversal 76, incluye estación intermedia, patio y sus vías perimetrales y avenida Ciudad de Cali entre calle 26 y avenida José Celestino Mutis, en Bogotá D.C.; grupo 5 de la licitación pública número IDU.lp-dg-022-2007 de 2007, en Bogotá D.C.	Calle 26 - Gr. 5 (hasta Carrera . 97)
IDU-044-2010	2010	Actualización de estudios y diseños y la adecuación de la calle 6ª al sistema Transmilenio en el tramo comprendido entre las troncales caracas y NQS, incluida la intersección calle 6ª – NQS, en Bogotá D.C.	Calle 6ª - Caracas a NQS

IDU-345-2020	2019	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la avenida congreso eucarístico (carrera 68) desde la carrera 9 hasta la autopista sur y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. 68 - Tramo 1
IDU-346-2020	2019	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la avenida congreso eucarístico (carrera 68) desde la carrera 9 hasta la autopista sur y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. 68 - Tramo 2
IDU-347-2020	2019	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la avenida congreso eucarístico (carrera 68) desde la carrera 9 hasta la autopista sur y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. 68 - Tramo 3
IDU-348-2020	2019	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la avenida congreso eucarístico (carrera 68) desde la carrera 9 hasta la autopista sur y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. 68 - Tramo 4
IDU-349-2020	2019	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la avenida congreso eucarístico (carrera 68) desde la carrera 9 hasta la autopista sur y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. 68 - Tramo 5
IDU-350-2020	2019	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la avenida congreso eucarístico (carrera 68) desde la carrera 9 hasta la autopista sur y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. 68 - Tramo 6
IDU-351-2020	2019	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la avenida congreso eucarístico (carrera 68) desde la carrera 9 hasta la autopista sur y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. 68 - Tramo 7
IDU-352-2020	2019	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la avenida congreso eucarístico (carrera 68) desde la carrera 9 hasta la autopista sur y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. 68 - Tramo 8
IDU-353-2020	2019	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la avenida congreso eucarístico (carrera 68) desde la carrera 9 hasta la autopista sur y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. 68 - Tramo 9
IDU-1601-2019	2019	Construcción de la extensión troncal caracas tramo 1 y obras complementarias en la ciudad de Bogotá D.C.	Extensión Caracas
IDU-1646-2020	2020	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la troncal avenida Ciudad de Cali tramo 1 - entre la avenida circunvalar del sur y la avenida Manuel Cepeda Vargas y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. Cali - Tramo 1
IDU-1647-2020	2020	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la troncal avenida Ciudad de Cali tramo 1 - entre la avenida circunvalar del sur y la avenida Manuel Cepeda Vargas y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. Cali - Tramo 2

IDU-1653-2020	2020	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la troncal avenida Ciudad de Cali tramo 1 - entre la avenida circunvalar del sur y la avenida Manuel Cepeda Vargas y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. Cali - Tramo 3
IDU-1670-2020	2020	Construcción para la adecuación al sistema Transmilenio de la troncal avenida Ciudad de Cali tramo 1 - entre la avenida circunvalar del sur y la avenida Manuel Cepeda Vargas y obras complementarias en Bogotá D.C.	Av. Cali - Tramo 4
IDU-1727-2023	2022	Construcción del corredor verde de la carrera 7 desde la calle 127 hasta la calle 183 (no incluye intersección) y demás obras complementarias en la ciudad de Bogotá D.C.”	C. Verde Carrera. 7 - Lote 2 (Cl. 127 a 183)
IDU-1740-2023	2022	Construcción del corredor verde de la carrera 7 desde la calle 183 (incluye intersección) hasta la calle 200, construcción del patio portal ubicado en la carrera 7 por calle 200 y demás obras complementarias en la ciudad de Bogotá D.C.	C. Verde Carrera. 7 - Lote 3 (Cl. 183 a 200)
IDU-1450-2023	2022	Construcción para la adecuación de la calle 13 al sistema de transporte público masivo, calzadas de tráfico mixto, nuevas ciclorrutas y espacio público, desde el límite occidental del distrito hasta la conexión con la intersección de Puente Aranda incluidas las demás obras complementarias en Bogotá D.C.-lote 2. conexión con la intersección de Puente Aranda hasta la conexión con la intersección de la avenida Boyacá	Calle 13 - Hasta Carrera. 69F
IDU-1456-2023	2022	Construcción de la intersección a desnivel de Puente Aranda y demás obras complementarias, correspondiente a las obras de adecuación al sistema Transmilenio de la troncal calle 13 en Bogotá D.C.	Calle 13 – Inters. Pte.Aranda
IDU-1739-2023	2023	Construcción del corredor verde de la carrera 7 desde la calle 99 hasta la calle 127 incluyendo la intersección de la calle 127 y demás obras complementarias	C. Verde Carrera 7 - Lote 1 (Cl. 99 a 127)

Nota: En la tabla se presentan los contratos celebrados alrededor de la construcción de las troncales de Transmilenio, Fuente Sistemas de Contratación SECOP I y SECOP II. Oficio IDU No. 20233460989501. Elaboración propia

De acuerdo con la información presentada por la entidad tomada como objeto de estudio, los tiempos de construcción de las troncales Transmilenio ejecutadas entre los años 1998 y 2019, a través de 25 contratos, se encuentra que 21 contratos han tenido adición en tiempo, en promedio de 77.51% y una mediana de 66,67% y cuando se presentan variaciones, estas oscilan entre el mínimo de 12% y el máximo 204%. Durante ese periodo se presentan 4 contratos donde no hubo adición de plazo, estos son: Calle 13 Puente Aranda, Américas Carrera 70 a Banderas, Américas - Av. Cali a Portal Américas y NQS Calle 10 - Esc. Santander, que representan un 19% de la población de estudio.

Tabla 14

Adición en tiempos de construcción troncales de Transmilenio

Tramo	Plazo inicial (meses)	Plazo final (meses)	% Adicionado en plazo
Calle 80 - Tramo 1	14.00	22.00	57%
Calle 80 - Tramo 2	4.00	10.00	150%
Calle 80 - Tramo 3	7.00	16.50	136%
Caracas- Calle 6ª a 80ª	7.00	8.50	21%
Caracas- Calle 6ª a 51ª sur	7.00	11.00	57%
Auto norte - Héroes a Calle 176	6.00	17.00	183%
Eje ambiental	7.00	14.00	100%
Calle 13 - Caracas a Pte. Aranda	15.00	15.00	0%
Suba - Calle 80 a 127	18.00	30.00	67%
Suba - Calle 127 - Av. Cali	18.00	30.00	67%
Américas - Pte. Aranda a Carrera 70	14.00	17.00	21%
Américas - Carrera. 70 a Banderas	14.00	14.00	0%
Américas - Banderas a Av. Cali	10.00	14.00	40%
Américas - Av. Cali a Portal Am.	7.00	7.00	0%
NQS - Calle 10 a 68	16.00	34.00	113%
NQS - Calle 68 a 92	18.00	22.00	22%
NQS - Calle 10 - Esc. S/der	27.00	27.00	0%
NQS - Esc. S/der a Av. V/cencio	25.00	28.00	12%
NQS - Av. V/cencio a Soacha	14.00	21.00	50%
Carrera 10 - Tramo 2	20.00	39.50	98%
Carrera 10 - Tramos 4 y 5	21.00	60.50	188%
Calle 26 - Tramos 3 y 3	21.00	60.50	188%
Calle 26 - Tramo 3 y 4	22.00	38.50	75%
Calle 26 - Tramo 2	22.00	41.50	89%
Calle 6ª - Caracas a NQS	12.00	36.50	204%
% Promedio adicionado en tiempo			77.51%
Mediana del tiempo adicionado			66,67%

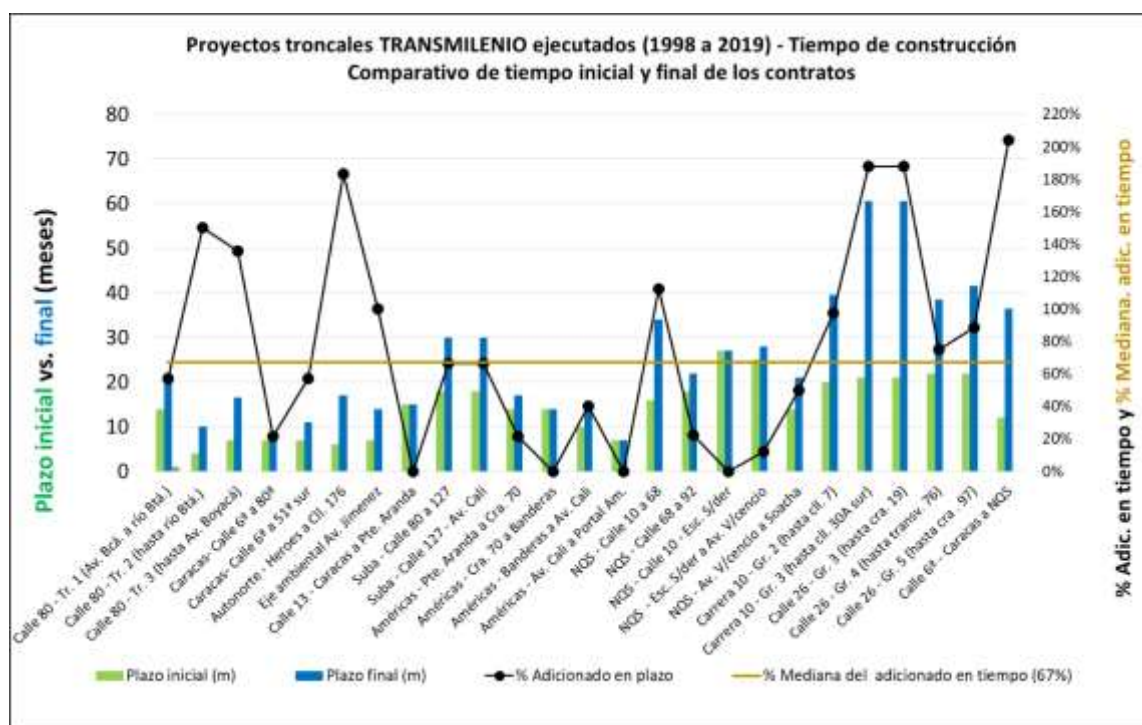
Nota: En la tabla se presentan las adiciones hechas a los contratos celebrados alrededor de la construcción de las troncales de Transmilenio. Fuente Sistemas de Contratación SECOP I y SECOP II. Oficio IDU No. 20233460989501. Elaboración propia

Tesis de maestría: *Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial.* Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

Los contratos sobre las troncales Calle 80, Av. Caracas y calle 26 son los que presentan los mayores tiempos de ampliación del contrato, mientras que los contratos de la Av. de las Américas y la calle 13 presentan las menores variaciones. Estos contratos fueron ejecutados entre los años 2001 y 2003 y son troncales consideradas de segunda generación. En el siguiente gráfico se presentan las duraciones y las variaciones de estos contratos:

Figura 4.

Gráfica comparativa entre el tiempo inicial y el tiempo final de los contratos



Nota: En la gráfica comparativa entre el tiempo inicial y el tiempo final de los contratos de los proyectos Transmilenio (1998 a 2019). Fuente Sistemas de Contratación SECOP I y SECOP II. Oficio IDU No. 20233460989501. Elaboración propia

Nueve de estos contratos, es decir un 43% de la muestra, han tenido ampliaciones superiores al promedio, principalmente contratos sobre la carrera 10, Calle 26 y la Av. Suba. Los contratos de las primeras etapas (Calle 80 y Autopista norte) y los de la tercera etapa calle 26 y Carrera 10, son los que presentan mayores ampliaciones en plazo de la etapa de construcción.

Con respecto a los costos de las etapas de construcción de las troncales, estos se han adicionado en un 24,98 % en promedio y con una mediana de 2.88%, en términos de valor absoluto, evidenciándose que, de la muestra analizada de 25 tramos, solo 2 (8%) tuvieron un valor final del contrato igual a la inicial; los restantes 23 (92%) tuvieron variación en el valor final ejecutado.

Tabla 15

Adición en los valores de los contratos celebrados

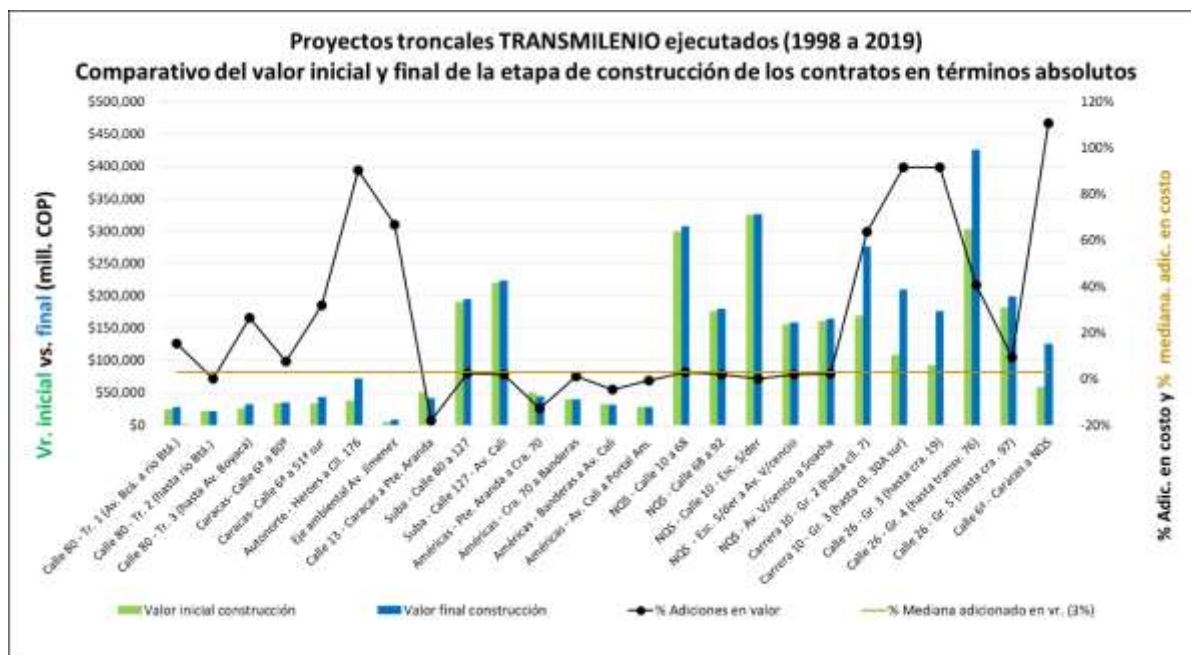
Tramo	Valor inicial construcción (Pesos \$ en MM)	Valor final construcción (Pesos en MM)	% Adiciones en valor
Calle 80 - Tramo 1	\$ 24.225	\$ 27.949	15%
Calle 80 - Tramo 2	\$ 21.199	\$ 21.199	0%
Calle 80 - Tramo 3	\$ 25.780	\$ 32.581	26%
Caracas- Calle 6ª a 80ª	\$ 33.233	\$ 35.757	8%
Caracas- Calle 6ª a 51ª sur	\$ 33.295	\$ 43.926	32%
Auto norte - Héroes a Calle 176	\$ 37.879	\$ 72.090	90%
Eje ambiental	\$ 5.075	\$ 8.469	67%
Calle 13 - Caracas a Pte. Aranda	\$ 50.902	\$ 41.744	-18%
Suba - Calle 80 a 127	\$ 189.979	\$ 194.662	2%
Suba - Calle 127 - Av. Cali	\$ 219.585	\$ 223.747	2%
Américas - Pte. Aranda a Cra. 70	\$ 50.859	\$ 44.384	-13%
Américas - Carrera 70 a Banderas	\$ 39.547	\$ 39.965	1%
Américas - Banderas a Av. Cali	\$ 32.939	\$ 31.459	-4%
Américas - Av. Cali a Portal Am.	\$ 27.938	\$ 27.761	-1%
NQS - Calle 10 a 68	\$ 299.363	\$ 307.978	3%
NQS - Calle 68 a 92	\$ 176.777	\$ 180.080	2%
NQS - Calle 10 - Esc. S/der	\$ 325.643	\$ 325.881	0%
NQS - Esc. S/der a Av. V/cencio	\$ 156.106	\$ 158.925	2%
NQS - Av. V/cencio a Soacha	\$ 160.623	\$ 164.244	2%
Carrera 10 - Tramo 2	\$ 169.045	\$ 276.644	64%
Carrera 10 - Tramos 4 y 5	\$ 109.537	\$ 209.801	92%
Calle 26 - Tramos 3 y 3	\$ 92.398	\$ 176.975	92%
Calle 26 - Tramo 3 y 4	\$ 302.883	\$ 426.078	41%
Calle 26 - Tramo 2	\$ 181.735	\$ 198.964	9%
Calle 6ª - Caracas a NQS	\$ 59.493	\$ 125.371	111%
% Promedio adicionado en tiempo			24,98%
Mediana de adición en valor			2,88%

Nota: En la tabla se presenta la adición en los valores de los contratos celebrados en las troncales de Transmilenio. Fuente Sistemas de Contratación SECOP I y SECOP II. Oficio IDU No. 20233460989501. Elaboración propia

Por otra parte, al igual que con el tiempo de ejecución, las troncales que mayor plazo tuvieron son las mismas que presentan las mayores adiciones en costos, troncales Calle 80. Av. Caracas y calle 26:

Figura 5.

Comparativo entre el valor inicial y final de los contratos



Nota: En la gráfica comparativa entre el valor inicial y el valor final de los contratos de los proyectos Transmilenio (1998 a 2019). Fuente Sistemas de Contratación SECOP I y SECOP II. Oficio IDU No. 20233460989501. Elaboración propia

En relación con el valor inicial y final de los contratos, expresados en términos pesos constantes para tener en cuenta su valor en expresado en pesos del año de inicio mediante la reversión del valor final de la construcción en el año de culminación de la etapa de construcción, se observa que en promedio, la variación fue de adicionarse en el 13.00% en promedio y un -5% de mediana, mostrando que en término del costo en el tiempo los contratos en su mayoría no sufren adiciones. De manera destacada, la mayoría de los contratos (14 de los 25) experimentaron una disminución en su valor al expresarse su valor final en el año de terminación de las obras a pesos constantes del año de inicio de estas.

Tabla 16

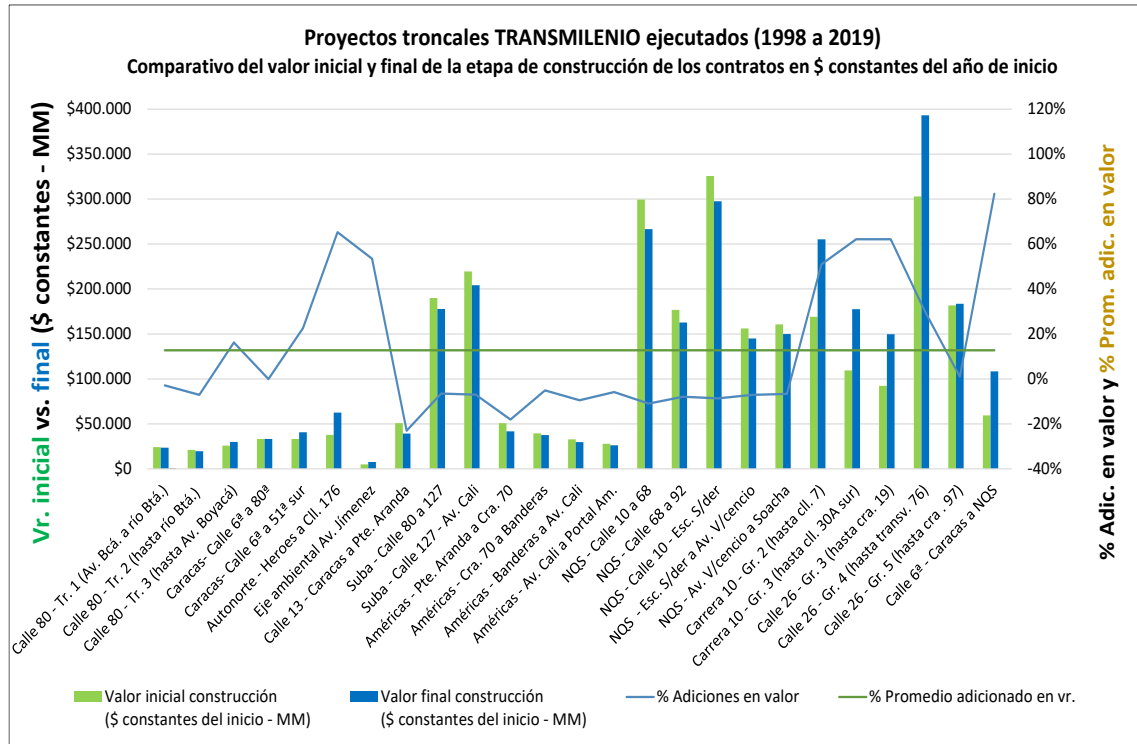
Adición en los valores de los contratos celebrados por tramo

Tramo	Valor inicial construcción (\$ constantes del inicio - MM)	Valor final construcción (\$ constantes del inicio - MM)	Valor adicionado (MM)	% Adiciones en valor
Calle 80 - Tr. 1 (Av. Bcá. a río Btá.)	\$ 24.225	\$ 23.529	- 696,84	-3%
Calle 80 - Tr. 2 (hasta río Btá.)	\$ 21.199	\$ 19.692	- 1.506,45	-7%
Calle 80 - Tr. 3 (hasta Av. Boyacá)	\$ 25.780	\$ 29.960	4.179,46	16%
Caracas- Calle 6ª a 80ª	\$ 33.233	\$ 33.216	- 17,43	0%
Caracas- Calle 6ª a 51ª sur	\$ 33.295	\$ 40.805	7.510,27	23%
Autonorte - Heroes a Cll. 176	\$ 37.879	\$ 62.592	24.713,26	65%
Eje ambiental Av. Jiménez	\$ 5.075	\$ 7.788	2.712,96	53%
Calle 13 - Caracas a Pte. Aranda	\$ 50.902	\$ 39.200	- 11.701,26	-23%
Suba - Calle 80 a 127	\$ 189.979	\$ 177.697	- 12.281,87	-6%
Suba - Calle 127 - Av. Cali	\$ 219.585	\$ 204.247	- 15.337,57	-7%
Américas - Pte. Aranda a Cra. 70	\$ 50.859	\$ 41.679	- 9.180,02	-18%
Américas - Cra. 70 a Banderas	\$ 39.547	\$ 37.530	- 2.017,60	-5%
Américas - Banderas a Av. Cali	\$ 32.939	\$ 29.819	- 3.120,17	-9%
Américas - Av. Cali a Portal Am.	\$ 27.938	\$ 26.313	- 1.624,81	-6%
NQS - Calle 10 a 68	\$ 299.363	\$ 266.481	- 32.881,84	-11%
NQS - Calle 68 a 92	\$ 176.777	\$ 162.796	- 13.981,32	-8%
NQS - Calle 10 - Esc. S/der	\$ 325.643	\$ 297.480	- 28.163,93	-9%
NQS - Esc. S/der a Av. V/cencio	\$ 156.106	\$ 145.074	- 11.031,55	-7%
NQS - Av. V/cencio a Soacha	\$ 160.623	\$ 149.930	- 10.692,59	-7%
Carrera 10 - Gr. 2 (hasta cll. 7)	\$ 169.045	\$ 255.239	86.194,41	51%
Carrera 10 - Gr. 3 (hasta cll. 30A sur)	\$ 109.537	\$ 177.552	68.014,30	62%
Calle 26 - Gr. 3 (hasta cra. 19)	\$ 92.398	\$ 149.771	57.372,72	62%
Calle 26 - Gr. 4 (hasta transv. 76)	\$ 302.883	\$ 393.111	90.227,69	30%
Calle 26 - Gr. 5 (hasta cra. 97)	\$ 181.735	\$ 183.570	1.835,09	1%
Calle 6ª - Caracas a NQS	\$ 59.493	\$ 108.474	48.980,06	82%
% Promedio adicionado en tiempo				13%
% Mediana del valor adicionado				-5%

Nota: En la tabla se presenta la adición en SMMLV. Fuente Sistemas de Contratación SECOP I y SECOP II. Oficio IDU No. 20233460989501.
Elaboración propia

Figura 6.

Comparativo entre el valor inicial y final de la etapa de construcción de los contratos en términos relativos



Nota: En la gráfica comparativa entre el valor inicial y el valor final de la etapa de construcción de los contratos en términos de pesos constantes de los proyectos Transmilenio (1998 a 2019). Fuente Sistemas de Contratación SECOP I y SECOP II. Oficio IDU No. 20233460989501. Elaboración propia

8.2 Estimación probabilística

Teniendo en cuenta que la muestra de contratos es muy representativa para la ciudad por cuanto se están incluyendo todos los contratos BRT que se ha ejecutado hasta el momento, pero cuyo comportamiento es disperso ya que cada uno tiene características particulares, uno de los métodos que puede ser seleccionado para un estudio de probabilidades es el método de Bootstrap, el cual permite evaluar las propiedades estadísticas de una estimación (como su varianza y los intervalos de confianza) a través del re-muestreo de los datos disponibles. Este método permite mejorar la estimación del parámetro de interés al construir un número N de muestras del mismo tamaño que el

conjunto de datos originales. Esto es especialmente valioso cuando se dispone de pocos datos, ya que permite hacer inferencias más robustas a partir de una muestra limitada.

Los datos disponibles obtenidos de la Entidad contratante se componen de 25 contratos para la construcción de troncales en la ciudad de Bogotá, de los cuales se tiene dos variables:

- Tiempo o plazo de la etapa de construcción.
- Valor del contrato de la etapa de construcción.

Para cada una de estas dos variables se dispone de los datos de inicio y fin de la etapa de obra, en cuanto al valor y el tiempo de duración, que incluye las adiciones a las que hubiese lugar ya sea de tiempo, valor o ambas. Con estos datos la estructura permite un análisis de tipo pareado, es decir que para un mismo individuo de análisis existen dos valores en la misma variable, para este caso se hacen dos hipótesis para cada una de estas: tiempo y valor.

Siendo así, se desea conocer si tanto el tiempo de construcción como el valor de la misma son iguales entre el momento de inicio de la obra y su finalización, o si por el contrario, el tiempo o el valor se ve incrementado significativamente tras la conclusión de la obra, para ello el tiempo de realización de la obra con la letra t y el valor de la misma por la letra V entonces formalmente se puede expresar dos pares de hipótesis a probar:

$$\begin{array}{llll} \text{Tiempo:} & H_0: t_F - t_I = 0 & \text{vs.} & H_1: t_F - t_I > 0 \\ \text{Valor :} & H_0: V_F - V_I = 0 & \text{vs.} & H_1: V_F - V_I > 0 \end{array}$$

Para validar estas hipótesis se realiza la prueba t de Student, la cual es una técnica estadística utilizada para determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de dos grupos o si la media de un grupo difiere significativamente de un valor teórico conocido. Es especialmente útil cuando los tamaños de las muestras son pequeños y los datos se distribuyen normalmente. Hay varios tipos de pruebas t , cada una adaptada a diferentes situaciones de datos que se tengan. Para este caso se considera que es más conveniente utilizar una Prueba t de muestras pareadas, ya que esta compara las medias

de dos mediciones tomadas del mismo grupo de estudio. Es útil para estudios antes y después o para cualquier situación donde cada sujeto es medido bajo dos condiciones diferentes.

Supuestos para este análisis:

- Normalidad: Se supone que los datos siguen aproximadamente una distribución normal.
- Independencia: Los datos para el universo de análisis deben ser independientes entre sí, es decir que un dato no depende del siguiente.

Interpretación:

El resultado de la prueba t se compara con un valor crítico de la distribución t, que depende del nivel de significancia deseado (comúnmente 0.05 para un 95% de confianza) y de los grados de libertad de la prueba. Si el valor absoluto del resultado de la prueba t es mayor que el valor crítico, rechazamos la hipótesis nula de que las medias son iguales, concluyendo que hay una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. Los datos obtenidos son:

Tabla 17

Parámetros de la prueba t student:

	Inicial	Final	Diferencia	Error Std.	Estadística t	Valor P
Plazo (meses)	14,6	25,4	10.7	2,2	4,85	0,0010
Valor (Millones)	113.041,5	135.865,4	22.823.9	7874.9	2,90	0,0079

De esto se puede concluir que los tiempos de ejecución de las obras si son significativamente diferentes (Valor P = 0.001) entre lo inicialmente contratado y la duración luego de finalizarla. Así mismo el valor de la obra también reporta diferencias entre los dos momentos (Valor P = 0.0079).

Utilizando el método Bootstrap, utilizando 20.000 re muestreos, de tal manera que se puede aproximar un intervalo de confianza y visualizar la distribución correspondiente se

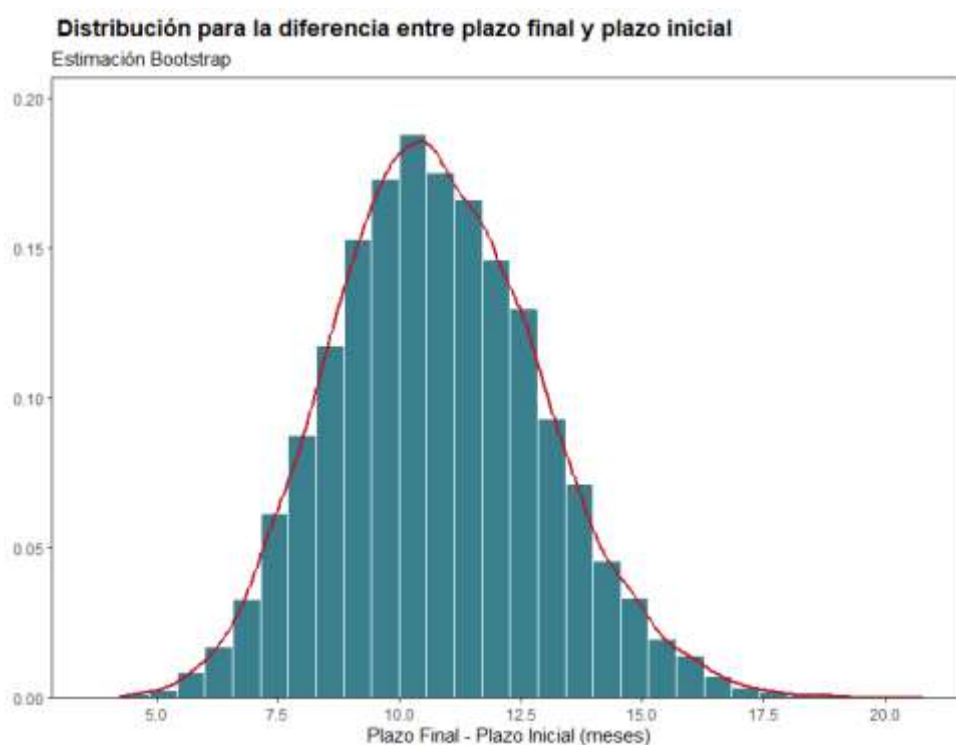
obtienen los siguientes resultados:

Plazo de ejecución de la obra

Se estima que la diferencia entre el tiempo final o efectivo de ejecución de la obra y el inicialmente pactado esta entre 6.26 y 14.76 meses, esto significa que una obra de esta naturaleza puede presentar retrasos que van de 6 a 15 meses en promedio. La figura siguiente muestra la forma de la distribución obtenida mediante la técnica antes mencionada:

Figura 7

Distribución Bootstrap del plazo:

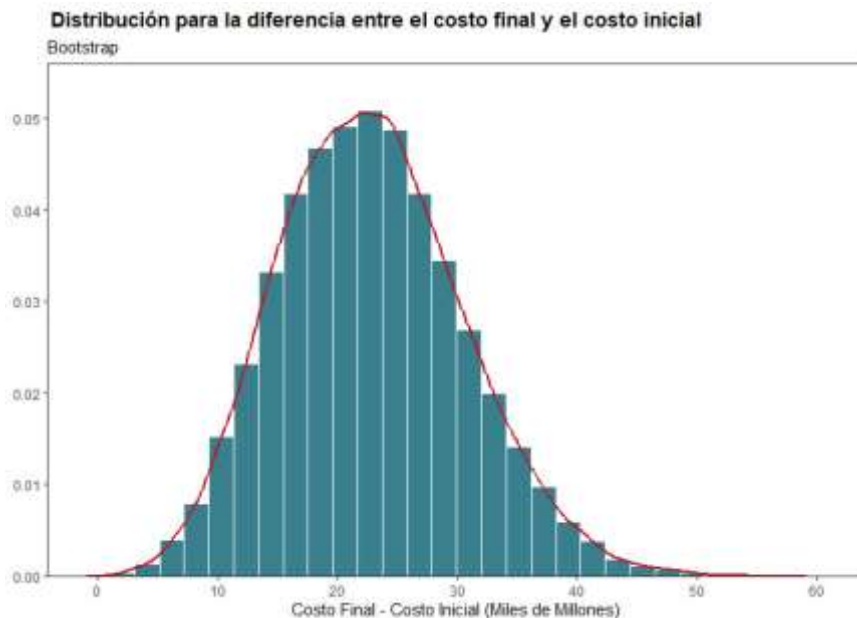


Costo de la obra

Para el costo de la obra, se encuentra que con un intervalo de confianza del 95% para la diferencia entre el valor final y el valor inicialmente contratado, las variaciones están entre \$ 6.610 y \$36.836 millones de pesos. La siguiente es la distribución Bootstrap del costo:

Figura 8

Distribución Bootstrap del costo:



8.3 Tramo 7 de la TM Av. 68

De acuerdo con el IDU (2023), el segmento 7 de la Troncal Avenida 68 (TM Av. 68) se configura como una sección clave dentro del extenso proyecto de Transmilenio en desarrollo en Bogotá. Este tramo, que abarca desde la Avenida Calle 66 hasta la Carrera 65, se perfila como un componente fundamental con un impacto sustancial en la dinámica de movilidad de la ciudad.

8.3.1 Características del Tramo 7 de la TM Av. 68

El Tramo 7 de la Troncal Avenida 68 (TM Av. 68), es un segmento que no solo reconfigurará la morfología de la movilidad de la ciudad, sino que también se erige como un exponente emblemático de la modernización del transporte público. Sus características, que abarcan desde su extensión de 3.05 km de nueva vía hasta sus innovadoras infraestructuras que incluyen estaciones de Transmilenio, ciclorrutas y

espacios públicos, están destinadas a transformar la experiencia de viaje, promover la sostenibilidad y consolidar la integración de comunidades locales al sistema de transporte de la capital colombiana. En este contexto, el Tramo 7 se erige como un testimonio tangible del compromiso de Bogotá con el progreso y la eficiencia en su red de transporte.

Características destacadas del Tramo

- ✓ Longitud: Incorpora 3.05 km de nueva vía.
- ✓ Infraestructura: Incluye 3 estaciones de Transmilenio con 13 taquillas y 2 ciclo parqueaderos. un puente vehicular sobre el Canal Salitre. 65.642 m² de espacio público innovador. 19.735 m² de áreas verdes. 3.02 km de ciclorruta y 2 puentes peatonales.
- ✓ Beneficios Previstos: Se espera que este tramo genere mejoras sustanciales en la movilidad y la calidad del aire. reduzca los tiempos de viaje para los usuarios del transporte público. integre de manera efectiva a los barrios circundantes al sistema Transmilenio y fomente el uso de la bicicleta como una opción de transporte alternativa. (IDU. 2023)

8.3.2 Estado actual del Tramo 7 de la TM Av. 68

El tramo se encuentra en una etapa avanzada de construcción, abarcando trabajos en la infraestructura vía, las estaciones de Transmilenio y los espacios públicos, aunque se proyectaba la finalización para el último periodo del año 2026.

Con respecto a las troncales Transmilenio en construcción a la fecha del presente trabajo de grado, cuyas etapas de pre-construcción y construcción se encuentran entre los años 2019 y 2023, tomando como fuente de los datos los publicados por el IDU en su Sistema de Gestión Integral de Proyectos de la Dirección Técnica de Construcciones, donde se presenta el informe de avance de los contratos en ejecución – Sistema ZIPA con corte a junio de 2023, se evidencia que 6 contratos de los 14 contratos en ejecución presentan ampliación del plazo en un 37.28% en promedio y 8 de los 14 contratos no presentan a la fecha de corte ampliación en el plazo.

Tabla 18

Comparación de avance del porcentaje planeado vs. el porcentaje ejecutado por tramo

Tramo	% Planeado	% Ejecutado	% Plazo transcurrido (pre y constr.)	% Adicionado en plazo
Extensión Caracas	55.44%	53.19%	82.66%	40.00%
Av. 68 - Tramo 1	31.44%	24.93%	53.04%	0.00%
Av. 68 - Tramo 2	33.03%	32.25%	64.34%	0.00%
Av. 68 - Tramo 3	34.25%	29.61%	64.40%	0.00%
Av. 68 - Tramo 4	28.56%	20.24%	65.17%	0.00%
Av. 68 - Tramo 5	52.45%	49.41%	82.49%	0.00%
Av. 68 - Tramo 6	21.63%	22.84%	65.17%	0.00%
Av. 68 - Tramo 7	27.85%	27.47%	48.55%	10.54%
Av. 68 - Tramo 8	19.94%	20.07%	53.67%	0.00%
Av. 68 - Tramo 9	27.58%	26.02%	64.34%	0.00%
Av. Cali - Tramo 1	55.11%	53.67%	76.64%	57.64%
Av. Cali - Tramo 2	30.14%	32.27%	85.20%	47.97%
Av. Cali - Tramo 3	40.13%	13.52%	78.76%	31.19%
Av. Cali - Tramo 4	5.96%	6.00%	64.22%	36.36%

Nota: En la tabla se presenta la Comparación de avance del porcentaje planeado vs. el porcentaje ejecutado por tramo. Fuente Sistemas de Contratación SECOP I y SECOP II. Oficio IDU No.20233460989501. Elaboración propia

El análisis de la información proporcionada revela un panorama detallado del progreso y estado actual de los diferentes tramos del proyecto Transmilenio en la Avenida 68.

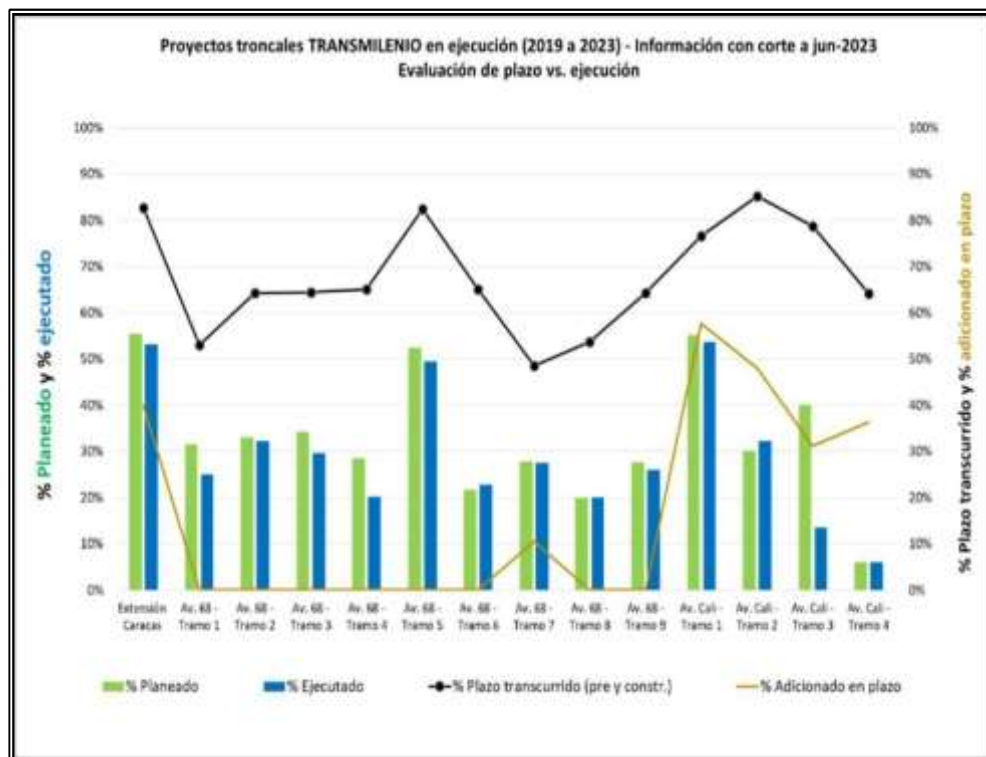
Haciendo una comparación entre Planeado y Ejecutado, la mayoría de los tramos muestra porcentajes de ejecución que están por debajo de los planeados, indicando posibles desafíos en la implementación y avance de las obras. En cuanto al avance global del proyecto, el promedio de ejecución para todos los tramos es del 26.11%, sugiriendo que, en términos generales, el proyecto se encuentra en una fase inicial de desarrollo.

Frente al plazo transcurrido y adiciones en plazo el porcentaje de plazo transcurrido varía, destacándose tramos como Av. Cali - Tramo 2 y Av. Cali - Tramo 3 con plazos Transcurridos significativos.

El Tramo Av. Cali - Tramo 1 destaca por una adición en plazo considerable del 57.64%, indicando la necesidad de revisar y ajustar las estimaciones de tiempo inicialmente planeadas. El tramo Av. 68 - Tramo 7, presenta un 27.85% ejecutado y un 48.55% de plazo transcurrido. Notablemente, tiene una adición en plazo del 10.54%, sugiriendo cierta complejidad o retraso en la ejecución. Tramo Av. Cali - Tramo 3, este tramo destaca por tener un avance de ejecución (13.52%) significativamente menor en comparación con otros. La adición en plazo del 31.19% podría indicar desafíos específicos en su desarrollo.

En el análisis de la información se destaca la necesidad de una atención detallada en tramos específicos, especialmente aquellos con bajos porcentajes de ejecución y adiciones en plazo, para garantizar una gestión eficiente y la superación de posibles obstáculos que puedan impactar el cronograma general del proyecto.

Figura 9 Evaluación del plazo vs. Ejecución



Nota: En la figura se presenta la Evaluación del Plazo vs la Ejecución. Fuente Sistemas de Contratación SECOP I y SECOP II. Oficio IDU No. 20233460989501. Elaboración propia

El gráfico revela patrones notables en el progreso de los tramos de las troncales del

sistema Transmilenio. Se destaca que, hasta la fecha de corte en junio de 2023, los tramos más recientes, específicamente aquellos de la troncal Av. Ciudad de Cali, la extensión de la Av. Caracas y el tramo 7 de la Av. 68, han experimentado extensiones significativas en el plazo original del contrato.

La identificación de esta tendencia es crucial para una gestión proactiva, ya que indica la necesidad de una revisión detallada de los factores que contribuyen a estas extensiones en el plazo. Podría ser fundamental explorar las causas específicas detrás de estos desafíos, ya sea relacionada con aspectos técnicos, ambientales, o de otro tipo, con el fin de implementar estrategias correctivas y garantizar un avance más eficiente en el futuro. Este análisis proporciona una base valiosa para la toma de decisiones informadas y la optimización de la ejecución del proyecto Transmilenio.

En relación con los costos, de los catorce contratos actualmente en ejecución, únicamente tres han experimentado adiciones contractuales.

Tabla 19

Adiciones al contrato tramo 7 de la TM Av. 68

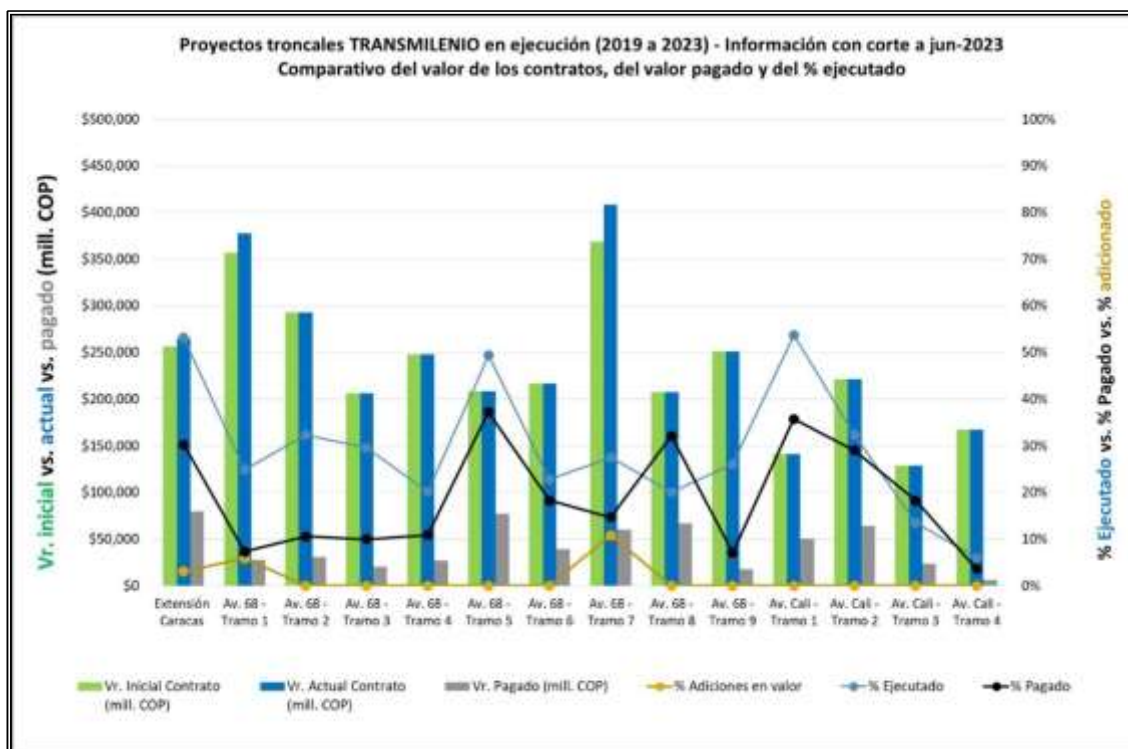
Tramo	Vr. Inicial Contrato (mill. COP)	Vr. Actual Contrato (mill. COP)	Vr. Pagado (mill. COP)	% Ejecutado	% Pagado	% Adiciones en valor
Extensión Caracas	\$ 256.554	\$ 264.533	\$ 80.062	53.19%	30.27%	3.11%
Av. 68 - Tramo 1	\$ 356.558	\$ 377.456	\$ 27.610	24.93%	7.31%	5.86%
Av. 68 - Tramo 2	\$ 292.993	\$ 292.993	\$ 30.997	32.25%	10.58%	0.00%
Av. 68 - Tramo 3	\$ 206.414	\$ 206.414	\$ 20.591	29.61%	9.98%	0.00%
Av. 68 - Tramo 4	\$ 247.626	\$ 247.626	\$ 26.938	20.24%	10.88%	0.00%
Av. 68 - Tramo 5	\$ 208.086	\$ 208.086	\$ 77.437	49.41%	37.21%	0.00%
Av. 68 - Tramo 6	\$ 216.363	\$ 216.363	\$ 39.510	22.84%	18.26%	0.00%
Av. 68 - Tramo 7	\$ 368.334	\$ 408.334	\$ 60.008	27.47%	14.70%	10.86%
Av. 68 - Tramo 8	\$ 207.527	\$ 207.527	\$ 66.636	20.07%	32.11%	0.00%
Av. 68 - Tramo 9	\$ 251.048	\$ 251.048	\$ 17.747	26.02%	7.07%	0.00%
Av. Cali - Tramo 1	\$ 141.226	\$ 141.226	\$ 50.490	53.67%	35.75%	0.00%
Av. Cali - Tramo 2	\$ 221.020	\$ 221.020	\$ 64.166	32.27%	29.03%	0.00%
Av. Cali - Tramo 3	\$ 128.484	\$ 28.484	\$ 23.513	13.52%	18.30%	0.00%
Av. Cali - Tramo 4	\$ 167.024	\$ 167.024	\$ 6.013	6.00%	3.60%	0.00%

Por otra parte, se observa que, para la mayoría de los contratos, habiendo transcurrido más del 50% del plazo de ejecución de las etapas de construcción, los montos pagados no alcanzan el 37% del valor total de los contratos. Al comparar los porcentajes de plazo transcurrido con los porcentajes ejecutados, se destacan los siguientes hallazgos:

- ✓ En el tramo de la extensión Caracas. el plazo transcurrido es del 82.66%, mientras que solo se ha ejecutado el 53.19%
- ✓ En los tramos de la troncal de la Av. 68. el plazo transcurrido promedio es del 62.35%, contrastando con el 28.09% ejecutado en promedio
- ✓ En los tramos de la Av. Ciudad de Cali, el plazo transcurrido promedio es del 76.21%. a la par de un 26.37% ejecutado en promedio.

Figura 10

Comparativo del valor de los contratos, valor pagado y porcentaje ejecutado



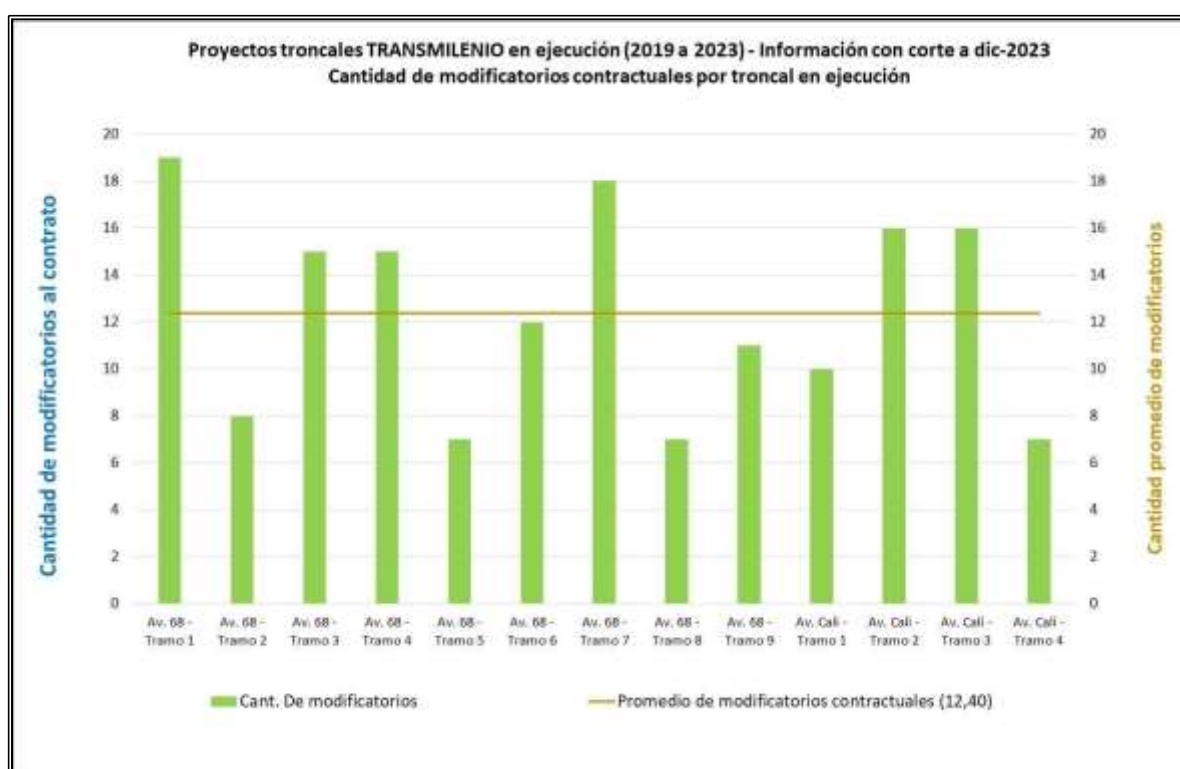
Nota: En la figura se presenta el comparativo del valor de los contratos, valor pagado y porcentaje ejecutado. Fuente Sistemas de Contratación SECOP I y SECOP II. Oficio IDU No. 20233460989501. Elaboración propia

Tesis de maestría: *Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial.* Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

Según el reporte de desempeño correspondiente al año 2023 proporcionado por el IDU, hasta diciembre de dicho año, se han registrado la siguiente cantidad de ajustes para los contratos actualmente en proceso de ejecución.

Figura 11

Modificación de proyectos troncal Transmilenio en ejecución 2019 a 2023



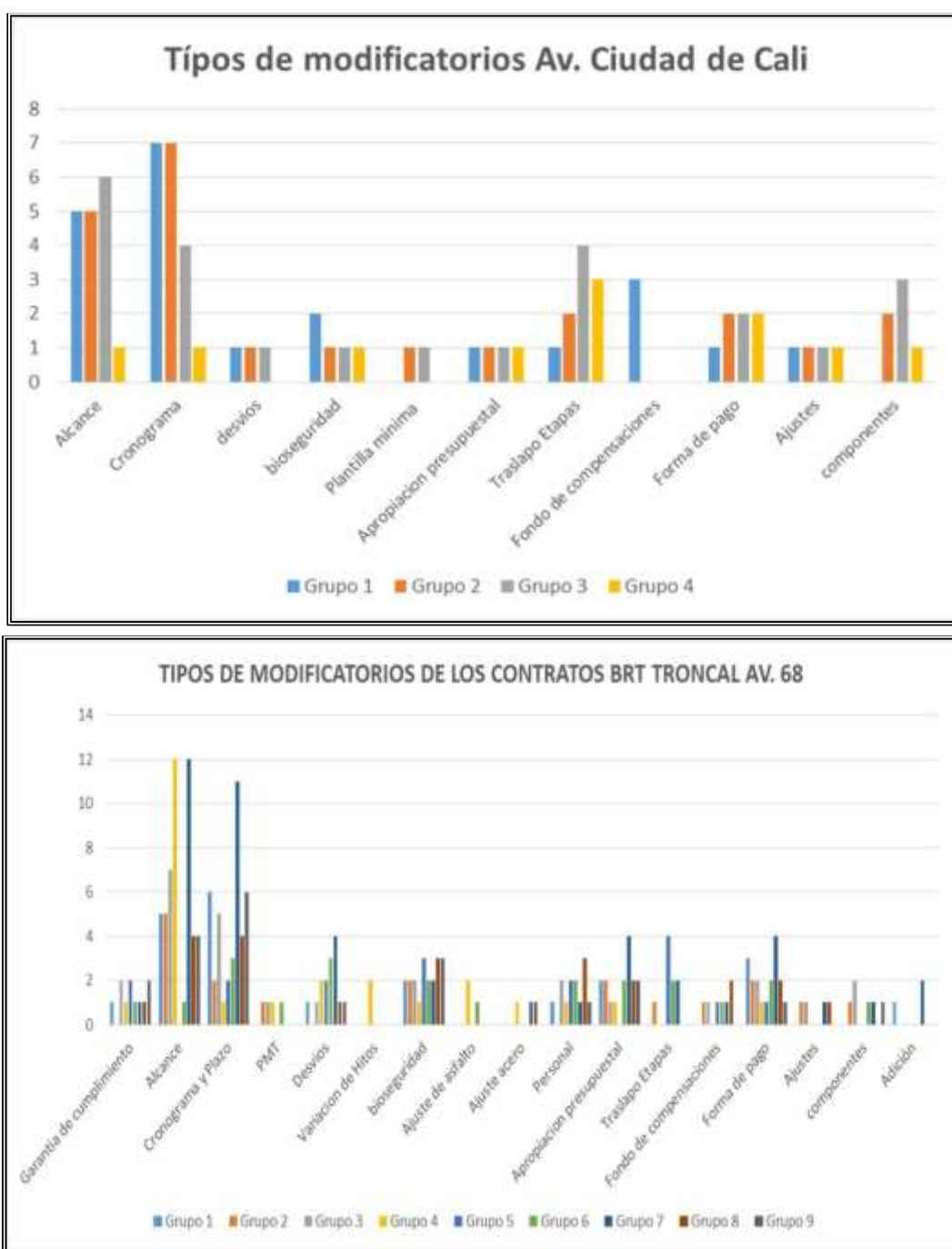
Nota: En la figura se presenta la cantidad de modificaciones realizadas a los proyectos troncal Transmilenio en ejecución 2019 a 2023. Fuente Sistemas de Contratación SECOP I y SECOP II. Oficio IDU No. 20233460989501. Elaboración propia

En promedio, para los 14 tramos en ejecución a diciembre de 2023, se han suscrito 12.40 modificatorios contractuales en promedio.

De acuerdo con el informe de gestión IDU (2023), las causas que se han presentado para generar modificaciones en los contratos así:

Figura 12

Modificación de proyectos Av Ciudad de Cali y Av. 68:



Nota: En las figuras se presentan los tipos de modificación de la Av. Ciudad de Cali. Fuente IDU.
Elaboración propia

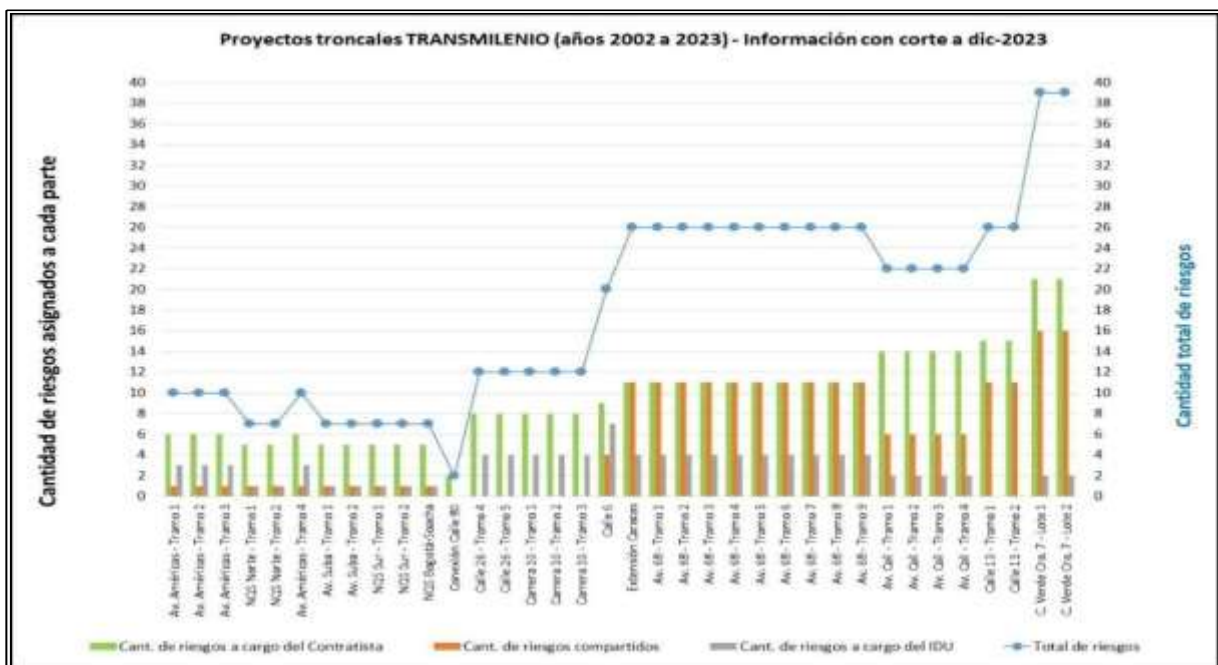
Tesis de maestría: Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial. Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

Según la presentación de datos, los riesgos que más han resultado en ajustes en los contratos actualmente en ejecución se centran principalmente en el tiempo y el alcance. Estos ajustes se derivan de mayores cantidades de obra y de precios no previstos, especialmente en las redes de servicios públicos, considerando que este conjunto de contratos implica la ejecución de obras de redes a precios unitarios. Otras razones que han impulsado modificaciones en los contratos abarcan desvíos, medidas de bioseguridad, personal, apropiación presupuestal y modalidades de pago. En menor medida, aspectos como garantías, gestión de tráfico (PMT), variaciones en hitos, ajustes de materiales como acero y asfalto, traslazo de etapas, fondo de compensaciones, ajustes, componentes y adiciones también han contribuido a la generación de cambios contractuales.

Además, en lo que respecta específicamente a los riesgos evaluados por la entidad contratante, se ha documentado el comportamiento de la cantidad de riesgos y su distribución desde el año 2002 hasta la fecha, como se presenta en la siguiente figura.

Figura 13

Proyectos troncales Transmilenio años 2002 a 2023



Nota: En la figura se presenta los proyectos troncales Transmilenio años 2002 a 2023 los tipos de modificación de la Av. Ciudad de Cali. Fuente IDU. Elaboración propia

Tesis de maestría: Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial. Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

A partir de la información anterior, se observa que la cantidad total de riesgos considerados por la entidad contratante en los contratos y matrices de riesgos prácticamente se ha triplicado en las últimas dos décadas, así mismo, los riesgos asignados al contratista han experimentado un aumento progresivo a lo largo del tiempo, al igual que los compartidos. Los riesgos asignados por la entidad a sí misma han mostrado ligeras variaciones en el tiempo, sin cambios significativos e incluso disminuyendo en los tramos más recientes, como Av. Ciudad de Cali. Calle 13 y Corredor Verde de la carrera 7ª.

9. DISCUSIÓN

La gestión de riesgos en contratos de obra, especialmente en proyectos de envergadura como los relacionados con el transporte masivo, presenta desafíos significativos. Uno de los puntos cruciales a considerar es que todos los incumplimientos deben ser percibidos como riesgos inminentes; el incumplimiento de indicadores, por ejemplo, no siempre conlleva un riesgo directo. Es fundamental diferenciar entre incumplimientos y verdaderos riesgos para una gestión efectiva.

La duración del contrato emerge como un factor determinante en la evaluación de riesgos. En proyectos de transporte masivo, caracterizados por plazos de ejecución extensos y compromisos de mantenimiento a largo plazo, la ventana de exposición a riesgos se amplía considerablemente. Proyectos con ejecuciones de etapas de obra de 1.5 a 5 años, sumados a garantías de estabilidad de 5 años post mantenimiento, implican una responsabilidad que se extiende hasta los 12 años. La gestión oportuna y eficiente de estos riesgos se vuelve imperativa en este contexto.

Sin embargo, a pesar de la identificación y anticipación de riesgos, se observa una ausencia de evidencia que respalde el reconocimiento y pago por parte de las entidades contratantes a contratistas en caso de materialización de riesgos previamente identificados. Aunque se reconoce la implementación de medidas de protección personal frente a la pandemia de COVID-19, las consecuencias derivadas de las restricciones, bajo rendimiento, ausencias, sobrecostos, escasez de materiales e insumos, y prolongación de tiempos de ejecución, no han sido objeto de compensación. Esta carga recae

directamente en los contratistas y la cadena de producción asociada, desde proveedores hasta trabajadores locales.

En el ámbito específico de los contratos de obra relacionados con proyectos tipo TRANSMILENIO, el análisis histórico y estadístico revela riesgos preeminentes. Los costos finales de los contratos superan, en promedio, los valores iniciales y la duración final excede los plazos iniciales, especialmente durante la etapa de construcción. Además, la presencia de márgenes negativos en proyectos específicos, evidenciada por la falta de proponentes para ciertos tramos de troncales, sugiere que las condiciones establecidas por las entidades contratantes pueden no ser viables para las empresas constructoras. Este fenómeno se ilustra claramente en la ausencia de proponentes para tramos específicos de troncales, como en la calle 13 y el Corredor Verde de la Carrera Séptima, lo que apunta a la inviabilidad percibida por las empresas constructoras bajo las condiciones establecidas por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), la entidad contratante en este caso. En materia de riesgos en los contratos de obra de proyectos tipo TRANSMILENIO, a partir de la información histórica documentada y estadísticas de esta se determina que los siguientes son los principales riesgos en los proyectos actuales:

10. CONCLUSIONES

El análisis exhaustivo de la gestión del riesgo en las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre en proyectos de infraestructura vial ha proporcionado una visión detallada de los desafíos y complejidades inherentes a este proceso. Los objetivos específicos delineados se han abordado de manera integral, permitiendo una comprensión profunda de las prácticas actuales y la formulación de una guía técnica para la gestión de riesgos en las etapas de ejecución, seguimiento, control y cierre de dichos proyectos.

En el marco de la norma NTC-ISO 31073:2022, se destaca la relevancia de considerar la perspectiva del Contratista de obra en la gestión de riesgos, ya que la literatura y las prácticas en Colombia tienden a centrarse mayormente en los intereses de las Entidades del Sector Público y en menor medida, en las del sector asegurador.

La fase de ejecución, seguimiento y cierre del ciclo de vida de un proyecto demanda premisas fundamentales para una gestión de riesgos eficiente. La discriminación entre riesgos y eventos de incumplimiento, la definición detallada de las características de cada

riesgo, la asignación precisa y la limitación de la matriz de riesgos a los de mayor impacto se erigen como pilares esenciales para mantener la integridad de la ecuación contractual.

Desde la perspectiva de las entidades públicas contratantes, se han identificado dos grupos de riesgos en contratos de obra pública e infraestructura vial. El Grupo 1 abarca riesgos asegurables, como los que afectan a la entidad, recursos públicos y terceros, mientras que el Grupo 2 se refiere a riesgos tipificados en matrices de contratación, asignando responsabilidades y porcentajes a las partes contratantes.

La asignación de riesgos debe ir acompañada de la concepción de reservas adecuadas para las partes responsables, evitando desequilibrios entre las partes contratantes. La imposición de requisitos inflexibles en contratos, como mantener recursos de manera permanente sin flexibilidad, limita la capacidad del contratista para administrar eficazmente los riesgos y aplicar su experiencia en la búsqueda de resultados óptimos

La importancia de la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial radica en su impacto directo en la calidad de vida, desarrollo, bienestar, economía y empleo de las comunidades. La gestión de riesgos se presenta como una herramienta fundamental para garantizar el éxito de las obras y el cumplimiento de los objetivos previstos.

La duración de los proyectos y la evolución de las necesidades de infraestructura introducen nuevos desafíos como la adaptación a cambios tecnológicos, sociales, normativos y económicos. La gestión de riesgos debe considerar estos factores, asegurando la flexibilidad necesaria para ajustarse a las condiciones cambiantes y minimizar los impactos en términos de costo, tiempo y calidad.

En el análisis detallado de las fases de construcción, prueba, despliegue y cierre del Tramo 7 de la TM Av. 68 del sistema Transmilenio, revela una serie de desafíos y riesgos que requieren una gestión precisa y proactiva. La extensa duración de los contratos en proyectos de transporte masivo, como el mencionado, implica una exposición prolongada a riesgos, especialmente en términos de costos y tiempo. Además, la ausencia de proponentes en tramos específicos, como en el Corredor Verde de la Carrera Séptima, sugiere que las condiciones establecidas por el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) pueden ser percibidas como inviables por las empresas constructoras, generando un

escenario de riesgo adicional en la ejecución de proyectos de esta envergadura.

En este contexto, la gestión de riesgos en las etapas de ejecución, seguimiento y cierre se vuelve imperativa, destacando la necesidad de discriminar entre riesgos y eventos de incumplimiento, así como de acotar las características y asignaciones de cada riesgo identificado. La elaboración de matrices de riesgos centradas en aquellos de mayor impacto y la asociación de riesgos menores son prácticas esenciales para una gestión eficiente. La falta de reconocimiento y compensación por parte de las entidades contratantes ante la materialización de riesgos previamente identificados plantea un desequilibrio evidente en la ecuación contractual, afectando directamente a contratistas y toda la cadena de producción asociada. En última instancia, la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial, como el Tramo 7 de la TM Av. 68, emerge como una herramienta crítica para mitigar las amenazas, maximizar las oportunidades y garantizar el éxito en términos de alcance, tiempo, costo y calidad.

De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que la gestión de riesgos en proyectos viales es un desafío complejo que requiere enfoque, disciplina y rigurosidad. La elaboración de guías, matrices y registros, así como la capacidad para implementarlas, se revela como un elemento crucial para anticipar, evaluar y gestionar los riesgos de manera efectiva. La gestión de riesgos es una tarea particular en cada proyecto y depende de la perspectiva desde la cual se aborde, ya sea desde la entidad contratante, contratista u otros interesados e involucrados. En última instancia, una gestión de riesgos eficaz contribuye significativamente al éxito y la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura vial.

11. RECOMENDACIONES

Tomando como base la exhaustiva revisión de las mejores prácticas en gestión de riesgos, abordadas en la Guía del PMBOOK séptima Edición, la Norma ISO 31000 vigente (2018) y los lineamientos normativos colombianos, como la Ley 80 de 1993 y sus decretos reglamentarios, así como el CONPES 3714 de 2011, se derivan recomendaciones clave para fortalecer y actualizar la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial, específicamente en el contexto del sistema Transmilenio y el Tramo 7 de la TM Av. 68.

En primer lugar, se sugiere revisar y actualizar periódicamente los documentos de

referencia, adaptándolos a los cambios en el entorno macro y microeconómico, político, técnico, social y cultural. Dicha revisión garantizará la continuidad y pertinencia de la guía propuesta, permitiendo su aplicabilidad en proyectos de infraestructura que se desarrollen en un entorno de constante evolución. Asimismo, se resalta la importancia de centrar la aplicación de la guía en la gestión de riesgos hacia las oportunidades, reconociendo la necesidad de equilibrar el enfoque tradicional centrado en las amenazas.

Además, se recomienda priorizar las actividades de los proyectos basándose en riesgos, junto con los requerimientos, restricciones y estrategias propias. Durante las fases de ejecución, seguimiento y cierre, la implementación de respuestas y el monitoreo de riesgos deben seguir las premisas establecidas en el PMBOOK. PMI, séptima Edición. Se destaca la importancia de evitar la asunción de riesgos ante la ausencia o imprecisión de información, proponiendo la documentación y traslado de solicitudes al Contratante para asumir riesgos derivados de estas situaciones.

Asimismo, se enfatiza la necesidad de incorporar fondos de compensación en los presupuestos oficiales para proyectos Transmilenio, destinados a cubrir riesgos compartidos entre las partes y aquellos asignados al Contratante. La comunicación continua entre las partes y la realización de consultas para la gestión de riesgos se plantean como prácticas fundamentales, en línea con la Norma ISO 31010. Además, se aboga por un seguimiento riguroso de costos, programación y recursos durante la construcción de los proyectos, proporcionando información crucial para la identificación y mitigación oportuna de desviaciones y riesgos materializados.

En el contexto de proyectos de infraestructura vial, se insta a direccionar la gestión de riesgos hacia aquellos de mayor impacto y consecuencias, considerados como "riesgos top". La contribución significativa de gremios, asociaciones del sector de Ingeniería y facultades de ingeniería de las universidades del país se vislumbra como una oportunidad para generar bases de datos, estudios y planes de respuesta específicos para los riesgos inherentes a obras de ingeniería.

Finalmente, se recomienda fomentar la cultura de la gestión de riesgos, promoviendo el desarrollo progresivo de técnicas y matrices de riesgos en los procesos de contratación de vías. La generación y procesamiento de estadísticas precisas por parte de las entidades

públicas, o en su defecto, por las empresas contratistas, se postula como un medio efectivo para analizar y prever riesgos, basando las decisiones en información verídica y fundamentada.

12. BIBLIOGRAFÍA

Ashley. S. (2006). Risk management in highway projects. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 1962(1). 10-17.

Ávila. C. A., Ortiz. J. C., & Pinzón. C. A. (2023). Gestión integral de riesgos en el proyecto "Diseño y Construcción del Puente Chamorro". Ingeniería y Desarrollo. 41(1). 101-122.

Becerra. J. A., & Garzón. C. A. (2019). Estudio de caso: Gestión predial e impacto en proyectos de infraestructura vial. Revista de Ingeniería*. 44(1). 11-28.

Buchtik, L. (2018). Secretos para dominar la gestión de riesgos en proyectos. Buchtik global.

Cabello. JF. Black. WC. Babin. BJ y Anderson. RE (2009). Análisis de datos multivariados (7ª ed.). Prentice Hall. Englewood Cliffs. Nueva Jersey.

Cardona. J. D., & Ortiz. J. C. (2017). Guía metodológica para la estructuración de proyectos de inversión pública en el ámbito de la infraestructura de transporte por carretera. Universidad Nacional de Colombia.

Chaves-Zúñiga, S., & Paniagua-Obando, K. (2009). Propuesta para la gestión del proceso de cierre de proyectos de construcción y equipamiento: Hospitales periféricos

Contreras. J. F. (2016). Gestión de riesgos en la contratación pública en Colombia. Universidad Externado de Colombia*.

Decreto 1510 de 2013. Por el cual se reglamenta la Ley 1508 de 2012 y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 48.691.

De Feo. G. (2017). Project risk management: A practical guide. Gower Publishing. Ltd.

Díaz. C. A. & Cogollo. J. C. (2021). Guía metodológica para la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial en Colombia. Universidad de La Salle*.

Díaz. J. C. Muñoz. J. A. & Yepes. V. (2021). Aplicación de la metodología RIM para la gestión de riesgos en proyectos viales. Revista de Ingeniería. 44(1). 67-84.

Gálviz. J. A. (2018). Análisis de los riesgos asociados a los contratos de concesión de infraestructura vial en Colombia: enfoque en las fases de construcción. Prueba, despliegue y cierre de proyectos viales de quinta generación. Universidad del

Tesis de maestría: Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial. Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

Rosario.

Gómez. J. D. (2018). Guía metodológica para la estructuración de proyectos de inversión pública en el área de infraestructura de transporte por carretera en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

Gransberg. DD. Molenaar. KR y Datin. JN (2008). Síntesis NCHRP 376: Garantía de calidad en proyectos de diseño-construcción. Junta de Investigación del Transporte de las Academias Nacionales. Washington. DC.

Gurry. WW y Smith. RJ (1995). "Asignación de riesgos en el proyecto de diseño/construcción: el enfoque EJCDC". Proc. Congreso de la Construcción de 1995. San Diego. CA. 355–362.

Hale. DR. Shrestha. PP. Gibson. GE. Jr. y Migliaccio. GC (2009). "Comparación empírica de los métodos de ejecución de proyectos de diseño/construcción y diseño/oferta/construcción". J. Constr. Ing. Gestionar. 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000017. 579–587.

Instituto de Desarrollo Urbano (IDU). (2023). Sistema de Gestión Integral de Proyectos. Bogotá. Colombia: Dirección Técnica de Construcciones.

Instituto de Gestión de Proyectos (PMI). (2019). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK®) (7.ª ed.). Project Management Institute.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2019). Norma Técnica Colombiana NTC-IEC-ISO 31010:2019. Gestión del riesgo. Técnicas para la evaluación del riesgo.

Janett Rizo. M. (2015). La investigación documental. Eumed.net*.

Jiménez. S. "Transporte urbano sostenible en Bogotá: Transmilenio y sus retos". Revista de Estudios Sociales, vol. 54. no. 1. 2016. pp. 100-116.

Jiménez Dávila, V. (2012). Análisis de riesgos en proyectos de infraestructura.

Konchar. M. y Sanvido. V. (1998). "Comparación de los sistemas de ejecución de proyectos de EE. UU.". J. Constr. Ing. Gestionar. 10.1061/(ASCE)0733-9364(1998)124:6(435). 435–444.

Ley 1150 de 2007. Por la cual se modifica la Ley 80 de 1993, se crea el Sistema Nacional de Contratación Pública y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 46.847.

Ley 1508 de 2012. Por la cual se regulan los Contratos de Concesión y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 48.421

Mahdi. IM y Alreshaid. K. (2005). "Sistema de soporte de decisiones para seleccionar el método adecuado de entrega de proyectos utilizando el proceso de jerarquía

Tesis de maestría: Tesis de maestría: Guía metodológica para la gestión del riesgo en los procesos de ejecución, seguimiento, control y cierre proyectos de infraestructura vial. Autor: Adriana Patricia Rodríguez Acero, José Luis Barrios Murillo. Universidad Santo Tomas (Colombia). Año 2024

- analítica (AHP)". En t. J. Gestión de proyectos. 23(7). 564–572.
- Migliaccio. G. Gibson. G. y O'Connor. J. (2009). "Contratación de servicios de diseño-construcción: Selección en dos fases para proyectos de carreteras". J. Administrar. Ing. 10.1061/(ASCE)0742-597X(2009)25:1(29). 29–39.
- Molenaar. J. (2006). Risk management in highway projects. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 1962(1). 1-9.
- Morales. J. E. (2014). Gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial: Una herramienta para la toma de decisiones. Revista de Ingeniería. 37(1). 57-70.
- Murillo. J. C. (2016). TransMilenio: 20 años de transformación urbana. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá*.
- Robles Rojas, J., & Cardenas Torres, D. D. (2013). Guía práctica para aseguramiento y control de la fase de cierre de proyectos en obras de infraestructura deportiva.
- Sánchez Z. Juan C. García-Peña. Juan Pablo; y Gutiérrez-Sánchez. Luis. "Impacto de Transmilenio en la movilidad y la calidad de vida en Bogotá". Revista de Economía Urbana y Regional. vol. 11. no. 2. 2015. pp. 29-51.
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2018). Norma Internacional ISO 31000:2018. Gestión del riesgo. Directrices.
- Project Management Institute. (2017). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK®) (7.^a ed.). Project Management Institute.
- Rojas. J. A. Páez. J. C. & Herrera. C. A. (2014). Formulación de criterios para la asignación y mitigación de riesgos en las concesiones viales en Colombia. Universidad de los Andes*.
- Sandino. J. E. & Jiménez. J. A. (2014). Gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial: aplicación de la metodología BIM para la identificación y evaluación de riesgos en la fase de diseño. Universidad del Valle*.
- Tran Dai and Molenaar Keith (2014). "Impact of Risk on Design-Build Selection for Highway Design and Construction Projects". DOI: 10.1061/(ASCE)MF1943- 5479.0000210. 43 2014 American Society of Civil Engineers
- The National Academies. (2012). Risk management in transportation projects. The National Academies Press.
- Tran. Q. H. Molenaar. K. R. & Ashley. S. (2014). Current practices in managing risks in highway projects. Journal of Construction Engineering and Management. 140(6). 04014011.

TransMilenio. (2022). Informe de gestión. *Bogotá: TransMilenio S.A.**.

World Economic Forum. (2020). Shaping the future of infrastructure: A new approach to public-private partnerships. World Economic Forum*.

ANEXOS

ANEXO 1

GUIA METODOLOGICA

2024



Guía metodológica de Riesgos.

GUIA METODOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO.

Etapas de Construcción. Prueba. Despliegue y Cierre de proyectos de infraestructura vial urbana BRT.

Autores:

ING. ADRIANA PATRICIA RODRÍGUEZ ACERO
ING. JOSÉ LUÍS BARRIOS MURILLO

Dirección del Proyecto:

I.C. Ph.D. JESÚS DAVID GARCÍA QUINTERO

Codirector:

Ing. MSc. FABIO EDUARDO DÍAZ LÓPEZ

**MAESTRIA EN
INFRAESTRUCTURA VIAL
UNIVERSIDAD SANTO
TOMAS 2024.**

Contenido

1. Objetivo de esta guía.....	3
2. Alcance.....	3
3. Introducción.....	4
4. Metodología.....	5
4.1 Implementar la respuesta a los riesgos.....	6
4.1.1 Paso a paso para implementar la respuesta a los riesgos	6
4.2 Monitorear los riesgos.....	10
4.2.1 Pasó a paso para monitorear los riesgos	11
5. Aplicación de la guía propuesta a un estudio de caso en las etapas de ejecución. seguimiento y control. y cierre	16
5.1 Descripción general del proyecto de caso de estudio	16
5.2 Aplicando la guía propuesta al caso de estudio	17
5.2.1 Implementar la respuesta a los riesgos en el caso de estudio	17
5.2.2 Implementar el Monitoreo a los riesgos en el caso de estudio	20

¿Qué es esta guía?

Esta guía ofrece un paso a paso para implementar la gestión de riesgos durante las etapas de Construcción. Prueba. Despliegue y Cierre de proyectos BRT, siguiendo la metodología propuesta por el PMI.



Dirigida a:



Como usar esta guía:

El lector y usuario encontrará un modelo estilo paso a paso de acuerdo con la metodología del PMI, para aplicar los conceptos claves de la gestión de riesgos durante las etapas Construcción. Prueba. Despliegue y Cierre, principalmente en proyectos BRT urbanos.

1. Objetivo de esta guía.

Presentar una guía metodológica para realizar la gestión del riesgo en obras tipo BRT (Bus Rapid Transit- Carriles solo bus), durante las etapas de construcción, prueba, despliegue y cierre, basándose en los principios y fundamentos para la dirección de proyectos del PMBOK® séptima edición, así como en los procesos del Estándar Para la Gestión de Riesgos en Portafolios. Programas y Proyectos del PMI (2019).

2. Alcance

Esta guía fue creada para que las empresas privadas dedicadas a la contratación estatal, que se encuentran por ejecutar contratos de obra pública para sistemas BRT y en los cuales ya han llevado a cabo las etapas de viabilidad y diseño, encuentren un paso a paso para implementar la gestión de los riesgos en sus proyectos durante las etapas de construcción, prueba, despliegue y cierre, con el fin que esta gestión sirva como herramienta para la toma de decisiones oportunas para la dirección.

Este documento se debe utilizar una vez se ha realizado la planeación de la gestión de los riesgos durante las etapas de viabilidad y diseño, es decir, que para aplicar esta guía ya se han seleccionado los riesgos y oportunidades y se han definido las causas e impactos que estos puedan generar al proyecto, estos deben haberse consignado como resultados de la planeación del proyecto en el Plan para la Gestión de Riesgos o cualquier otro documento que registre la planeación del proyecto. Estas incertidumbres son la línea base sobre los cuales se realizan los análisis durante las etapas de construcción, prueba, despliegue y cierre.

Por otra parte, en el medio de la gestión de proyectos, el PMI (Project Management Institute) es reconocido a nivel mundial como una de las mejores organizaciones para la gestión de proyectos, ese documento fue elaborado teniendo en cuenta los lineamientos de capítulo 4 del Estándar Para la Gestión de Riesgos en Portafolios Programas y Proyectos del PMI (2019), numerales 4.7 Implementar la Respuesta a los Riesgos y 4.8 Monitorear los Riesgos y con los principios y fundamentos para la dirección de proyectos del PMI séptima edición. También se tienen en cuenta las fases del ciclo de vida de un proyecto con enfoque predictivo, que de acuerdo con el PMI séptima edición es:

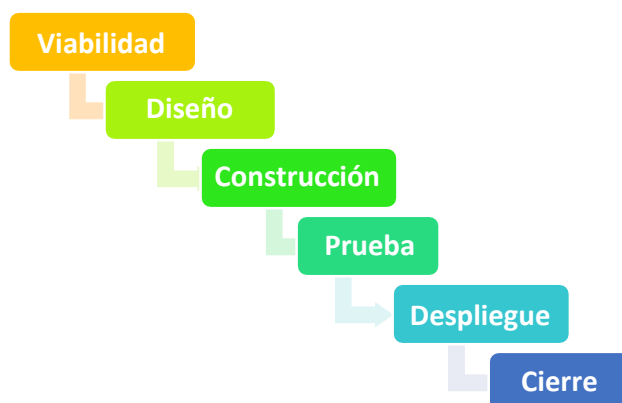


Figura 1: Ciclo de vida de un proyecto predictivo PMI séptima Edición gráfico 2-9.

En la segunda parte de este documento se aplicarán los pasos y estándares propuestos como ejemplo a un proyecto de obra tipo BRT, utilizando la metodología del Estudio del Caso, esta metodología de acuerdo con Helen Simos, en su libro Estudio del Caso Teoría y Práctica, tiene la finalidad de al investigar una particularidad para obtener un conocimiento y comprensión del tema tratado. El proyecto sobre el cual se aplicarán las recomendaciones de esta guía es la Adecuación de la Av. 68 al sistema Transmilenio. Troncal que al momento de elaboración de este documento se encuentra en etapa de construcción, permitiendo al usuario saber cómo hacer la gestión de los riesgos al seguir los pasos descritos en esta guía.

Es también importante mencionar, que los análisis que se utilizan en esta guía metodológica son de tipo cualitativos sobre los riesgos identificados durante la etapa de planeación, aunque es posible aplicarlos también a los riesgos emergentes que se identifiquen en las etapas construcción, prueba, despliegue y cierre.

3. Introducción

Los riesgos son definidos por el Estándar Para la Gestión de Riesgos en Portafolios Programas y Proyectos del PMI (2019), como un evento o condición incierta que puede producir un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos del proyecto, para la empresa privada la materialización de algún riesgo negativo puede incluso terminar con la organización, ya que muchas empresas no cuentan con reservas de recursos para reaccionar en estos casos, además, los riesgos no siempre se distribuyen por parte de la Entidad contratante de forma que quien asuma el riesgo sea la parte que más tiene capacidad de gestionarlo.

Esta guía metodológica surge de la necesidad de realizar la gestión de riesgos en la etapa de construcción, prueba, despliegue y cierre, con el fin de mantener a la organización en un rango tolerable de exposición al riesgo durante la ejecución del proyecto, pues en la actualidad diversos factores hacen que los riesgos y oportunidades identificados en las etapas de viabilidad y diseños se queden sin la adecuada gestión, al impactar la duración, el alcance y costo de estos. Se requiere una manera sencilla pero efectiva para identificar el estado actual del riesgo en diferentes momentos de la ejecución y realizar la adecuada gestión del riesgo remanente.

El caso de estudio sobre el cual se aplican los pasos recomendados en esta guía, fue estructurado y contratado por el Instituto de Desarrollo Urbano, Entidad dedicada a la construcción de la infraestructura vial de la ciudad de Bogotá. Este proyecto, contempla ejecutar en 9 tramos la adecuación de la Avenida Carrera 68, desde la Autopista sur hasta la Calle 9. Estos tramos tienen por objeto la *“CONSTRUCCIÓN PARA LA ADECUACIÓN AL SISTEMA TRANSMILENIO DE LA AVENIDA CONGRESO EUCARÍSTICO (CARRERA 68) DESDE LA CARRERA 9 HASTA LA AUTOPISTA SUR Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN BOGOTÁ. D.C”*. En este tipo de contratos, el alcance consiste en adecuar vías, generalmente principales de la ciudad y convertirlas los tramos de vía solo bus, añadiendo paradas cada cierta distancia y minimizando los cruces con otras vías para garantizar menores tiempos de operación, por tanto, este tipo de proyectos puede considerarse como de alta complejidad, por lo que los riesgos deben ser monitoreados y gestionados con el fin de lograr proyectos exitosos.

Para comenzar a usar esta guía los usuarios deben tener un listado de riesgos identificados en las etapas de Viabilidad y Diseño, que es la línea base sobre la cual, con la regularidad establecida por la dirección del proyecto, se harán los seguimientos respectivos para evaluar los riesgos remanentes. Estos seguimientos se recomiendan que sean mensuales, pero cada proyecto según su tamaño y duración debe establecer cuál es la mejor periodicidad. Esta lista debe incluir también las causas y posibles consecuencias que la materialización de este riesgo puede traer al proyecto.

4. Metodología:

Para comenzar a utilizar esta Guía, el usuario habrá ya elaborado la planificación de la gestión del riesgo, tal como lo recomienda el Estándar Para la Gestión de Riesgos en Portafolios. Programas y Proyectos del PMI (2019), con lo cual ya se debe contar con un listado de riesgos depurado, es decir que ya tiene claro cuales riesgos quiere controlar por cuanto estos impactan los objetivos del proyecto. Estos riesgos han sido evaluados cualitativa y probablemente cuantitativamente, aunque las recomendaciones de esta guía son sobre los análisis cualitativos. También se habrá elaborado un Plan para la Gestión de Riesgos, que consigna estos resultados. En caso de no contar con ello, se sugiere seguir las recomendaciones del PMI en el Estándar Para la Gestión de Riesgos en Portafolios Programas y Proyectos del PMI (2019), para realizar la planeación de los riesgos para tener ese listado, como guía se incluye en el Plantilla 1, un listado de riesgos típicos a gestionar durante las etapas de construcción, prueba, despliegue y cierre.

El PMI, en el Estándar Para la Gestión de Riesgos en Portafolios. Programas y Proyectos del PMI (2019) considera un ciclo de vida de la gestión de riesgos, que enmarca de manera general, una secuencia lógica para analizar los riesgos, con un enfoque de procesos iterativos para evaluar permanentemente los riesgos remanentes. Este ciclo se presenta a continuación resaltando las etapas del ciclo de riesgos que intervienen en la etapa de construcción, prueba, despliegue y cierre:

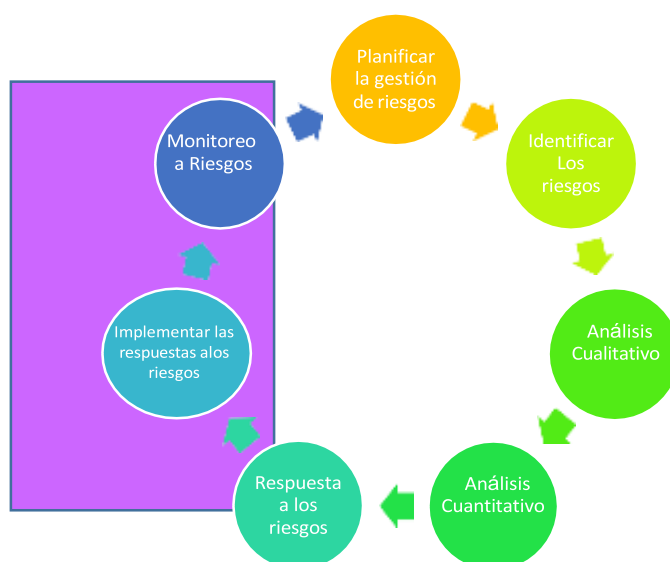


Figura 2: Ciclo de vida iterativo de la gestión de riesgos

Para iniciar se tomarán los listados de riesgos como entrada para desarrollar las recomendaciones de esta guía y se documentará en la **MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO** (Plantilla 2). Como documento para consignar La gestión de los riesgos durante las etapas de Construcción. Prueba. Despliegue y Cierre, en ella se incluirán las recomendaciones y los análisis de los riesgos remanentes y servirá de eje para la toma de decisiones de la dirección del proyecto y de la corporación.

De acuerdo con el ciclo de vida del proyecto contemplado en el Estándar Para la Gestión de Riesgos en Portafolios Programas y Proyectos del PMI (2019), las etapas del ciclo que se desarrollan y corresponden con las etapas del ciclo de vida del proyecto de Construcción, prueba, despliegue y cierre son:

- Implementar la respuesta a los riesgos
- Monitoreo de los riesgos

Basados en estas etapas que recomienda el PMI, a continuación, se presentan los pasos que se sugiere se deben aplicar en cada una de estas etapas para realizar la gestión de los riesgos.

4.1 Implementar la respuesta a los riesgos.

Implementar la respuesta a los riesgos consiste en poner en ejecución todas las estrategias contempladas en la fase de planeación de respuesta a los riesgos, con la finalidad de llevar a cabo los planes trazados para la gestión durante la ejecución del proyecto, garantizando que estos planes se lleven siguiendo las recomendaciones plasmadas en la etapa de planeación. Es común en los proyectos de este tipo que durante las fases de planeación se realicen muchos esfuerzos para determinar las estrategias a seguir en caso de presentarse un riesgo y. sin embargo, una vez se materializa algún evento, los directores del proyecto no saben qué hacer porque estos planes de gestión se quedan a veces poco documentados y se pierde tiempo y recursos valiosos redefiniendo las estrategias que ya se debieron plantear en las etapas de Planeación del proyecto.

También se debe informar a la dirección general cualquier cambio que se presente en dicha implementación de las medidas que se han planteado para gestionar cada riesgo, permitiendo que se pueda evidenciar no solo la implementación, sino que tan efectiva es la medida tomada para la gestión del riesgo, con el fin de evaluar si la medida es oportuna o deben implementarse nuevas medidas.

En los proyectos el PMI recomienda implementar una Oficina de Gestión de Proyectos. (PMO), la cual se encarga de liderar la gestión de riesgos para el proyecto. Para llevar a cabo la implementación de los riesgos en la etapa de construcción, los líderes pertenecientes a esta oficina consignarán los análisis realizados en la Matriz de Control Tipo Para Seguimiento De Los Riesgos Del Proyecto. Para esta etapa se sugiere que se realicen los siguientes pasos.

4.1.1 Paso a paso para implementar la respuesta a los riesgos.

Para implementar la respuesta a los riesgos se propone seguir las siguientes actividades:

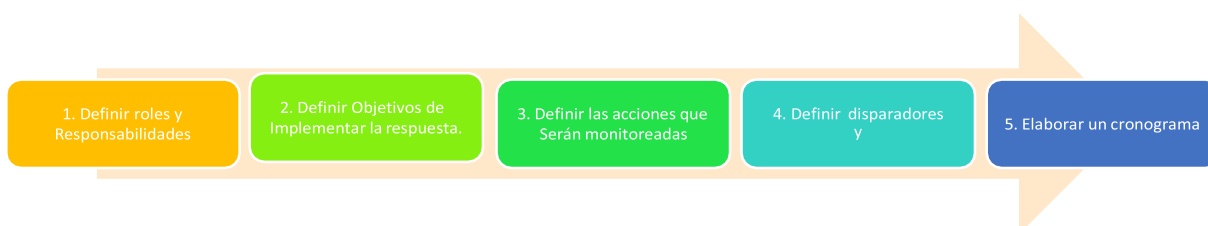


Figura 3: Pasos para implementar la respuesta a los riesgos

1. **Definir roles y responsabilidades** se deben definir los miembros del equipo responsables de implementar las acciones definidas durante la etapa de planeación. así como de los seguimientos que deben realizarse y de la medición de los indicadores que se hayan establecido. A su vez. se debe definir grupo o líder que será el encargado de consolidar la información y presentar al grupo de dirección para la toma de decisiones. Estos análisis se deben presentar posteriormente a las juntas directivas de las organizaciones para que sean la base de la toma de las decisiones.

Estos designados para implementar las respuestas, definirán las actividades a realizar de acuerdo con lo establecido por el equipo de trabajo, así como el cronograma para el seguimiento o implementación de estas. Definir el responsable del control o acción puede documentarse en la MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO, en la columna 3 responsables del control o la acción. (Ver figura 4: Matriz De Control Tipo Para Seguimiento De Riesgos En Proyectos).

2. **Definir los objetivos implementar la respuesta a los riesgos:** Se deben definir los objetivos que se quieren lograr con el monitoreo de estos riesgos dependiendo de la tolerancia al riesgo para la organización. Cada organización es diferente y por ello la apreciación del riesgo no es la misma en todos los proyectos. Algunas organizaciones considerarán más importante generar utilidades de los procesos y otras quizás tengan en cuenta los riesgos reputaciones como más relevantes. Se debe recordar la implementación de esta guía es una metodología flexible para aplicar en cualquier organización dedicada al sector de la construcción de infraestructura. cada usuario debe ver de estos objetivos cuales están más alineados con su organización.
3. **Definir las acciones que serán monitoreadas:** Del listado de los riesgos identificados durante la etapa de Diseño (Columna 1). el cual incluyen las causas (Columna 4) y las posibles consecuencias que pueden generar si los riesgos identificados se materializan (Columna 5). se deben definir unas acciones a realizar como respuesta a la posible materialización de los riesgos. En esta etapa, de este listado se debe seleccionar las acciones que la organización considera deben ser objeto de monitoreo permanente. Estas acciones son documentadas en la columna 6 de la MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO. (Ver figura 4: Matriz De Control Tipo Para Seguimiento De Riesgos En Proyectos).

MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO														
PROYECTO: OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA TIPO BRT (SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO)														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EVENTO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	RESPONSABLES DEL CONTROL O ACCIÓN	CAUSAS QUE LO PUEDEN GENERAR	IMPACTOS AL PROYECTO	CONTROLES O ACCIONES EXISTENTES O PROPUESTOS	PROBABILIDAD	IMPACTO	ALCANCE	CALIFICACIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	ZONA DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	VALORACIÓN DEL CONTROL O ACCIÓN	EFICACIA DEL CONTROL O ACCIÓN	VALORACIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	NUEVO CONTROL O ACCIÓN

Figura 4: Matriz De Control Tipo Para Seguimiento De Riesgos En Proyectos.

4. **Definir disparadores y Niveles de Defensa:** En esta etapa, se recomienda definir cuáles son los sucesos que pueden ser el detonante que materialice un riesgo. Para ello recomendamos seguir los lineamientos del Instituto Internacional de Auditores, consignados en su Modelo de las Tres Líneas del IIA 2020, este modelo se recomienda para ayudar a las organizaciones a identificar las estructuras que mejor logren el cumplimiento de los objetivos de la organización. En este modelo se proponen crear tres niveles de atención a los riesgos que serán escogidos por cada proyecto y se definirán los disparadores que en cada nivel activarán la necesidad de utilizar el siguiente.

De acuerdo con el Instituto Internacional de Auditores, estos niveles comprenden los siguientes roles y líneas de defensa:

- **Primera línea de defensa:** Se encarga de los roles de dirigir y orientar las acciones y el uso de recursos, es la encargada de mantener la comunicación con todos los niveles de la organización y estructura procesos adecuados para gestionar el riesgo. También evalúa el cumplimiento de las expectativas de la organización.
- **Segunda línea de defensa:** Profesionales u organizaciones con conocimientos especializados para apoyar inquietudes generadas en el proyecto específicas, intervención de la Interventoría y supervisores del contrato, en esta categoría se incluye empresas de diseños, consultores, asesores jurídicos, técnicos, seguridad de la información, adquirir nuevas tecnologías o equipos.
- **Tercera línea de defensa:** En esta etapa, el riesgo debe salir de la gestión de la organización. para ser abordado también por la Entidad contratante y por otros interesados con poder de decisión principalmente. Estos riesgos por su magnitud pueden poner en riesgo la terminación del proyecto por ello deben ser abordados por todas las estancias respectivas.

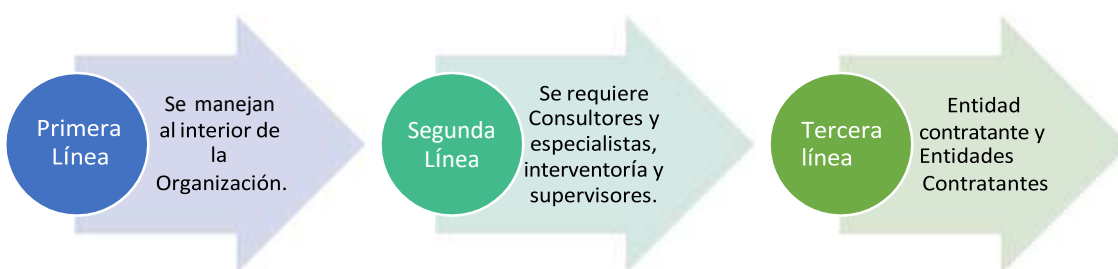


Figura 5: Modelo de las Tres Líneas del IIA 2020.

En cada una de las etapas anteriores, se deben definir los detonantes que son sucesos que de ocurrir dan paso al siguiente nivel de defensa, dentro de esos detonantes se pueden tener, por ejemplo:

Ejemplo de detonantes de ingreso a segunda línea de defensa:

☐ Ingreso de especialistas:

☐ Se encuentra en campo una ubicación de una red húmeda que no está en planos.

☐ No se puede dar inicio a la siguiente etapa del proyecto porque no se ha cerrado la anterior

☐ Se ha superado el presupuesto de la etapa anterior y la misma no ha terminado

☐ Se presentar retrasos en la entrega de los predios

☐ Se presentan movimientos en los taludes por fuera de los esperados en diseño

☐ Daño en una red de servicios públicos que no estaba en los planos iniciales

Ejemplo de detonantes de ingreso a tercera línea de defensa

☐ Ingreso de Entidad contratante:

☐ Caudales que no es posible recibirlos se requiere mayor capacidad en a red y nuevos trazados

☐ No se ha superados las causas que impiden continuara la siguiente Etapa.

☐ Se requiere una adición de tiempo o recursos para el contrato.

☐ Los predios sobre los cuales se va a desarrollar el proyecto no han sido dispuestos para intervenir

☐ Se produce un evento geológico de gran magnitud

☐ La reparación de la red contiene unas especificaciones que no se encuentran en el contrato

5. **Elaborar un cronograma de entrega y frecuencia de gestión:** Se debe realizar un cronograma que incluya la periodicidad de la realización de las actividades de mitigación del riesgo, así como de la entrega de la información, para que todos los miembros del equipo contribuyan a definir cuándo se entregan los seguimientos respectivos.

La información de los niveles de defensa, el registro de detonantes se podrá diligencias en el Plantilla 3. Líneas de Defensa del Proyecto.

4.2 Monitorear los riesgos

La etapa de Monitorear los Riesgos consiste en revisar constantemente tanto los procesos como los productos para validar que está ocurriendo con los riesgos identificados en etapas anteriores, así como evaluar las actividades definidas para hacer la gestión de estos riesgos, debido a que en esta etapa los riesgos y su valoración pueden cambiar y también pueden aparecer otros no contemplados inicialmente.

Los listados de riesgos se deben actualizar periódicamente para asegurar su vigencia; de esta manera, riesgos que no se materializaron serán superados y riesgos que no se habían previsto o que han aparecido por variaciones en las condiciones del Proyecto serán considerados y analizados.

También, riesgos que habían quedado “en observación”, es decir, aquellos que tenían una valoración cualitativa de Baja y Media serán revisados para reevaluar su calificación si fuera necesario.

En esta etapa se deben hacer Controles permanentes, se validarán a través de diferentes estrategias el estado actual de los mismos, definiendo así el estado actual de la MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO. Una de las herramientas que los líderes deben utilizar y que es difícil de implementar son los indicadores, porque nos permite estar evaluando constantemente para determinar la implementación de las acciones identificadas anteriormente o permitir evaluar si se requieren nuevas intervenciones. Estos indicadores pueden ser preventivos o de ejecución que muestran el estado actual de situaciones que ya se han presentado, pero que sirven aun para tomar decisiones sobre el resto de las actividades.

Hacer la evaluación debe hacerse desde un punto macro del proyecto, ver el estado de estos indicadores, los reportes de la matriz de riesgos de seguimiento, ver los perfiles de los eventos que se estén presentando, análisis de costos, de programación, de alcance de las actividades. Estos Controles y seguimientos deben hacerse también hacia el entorno del negocio porque pueden mostrar relación con los eventos que se estén presentando a nivel del proyecto.

Una acción fundamental en el seguimiento y control de los riesgos es confirmar la efectividad de los Planes de Respuesta definidos en las etapas anteriores y a través de reuniones de seguimiento, se buscará que las acciones definidas dentro de estos planes sean ejecutadas de manera oportuna para minimizar la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y/o su impacto en caso de materializarse y maximizar las oportunidades identificadas.

Para realizar este monitoreo, se recomienda seguir los siguientes pasos, que permiten de manera secuencial, lógica y ordenada estar evaluando y monitoreando permanentemente los riesgos hasta la terminación del proyecto. Estas son:

4.2.1 Pasó a paso para monitorear los riesgos:

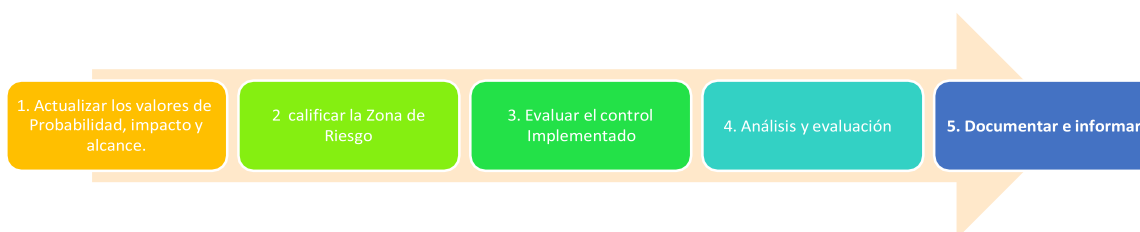


Figura 6: Pasos para monitorear los riesgos.

- 1. Actualizar los valores de probabilidad. impacto y alcance.** Teniendo en cuenta que estos parámetros pueden variar durante la vida del proyecto, se sugiere volver a cuantificar de acuerdo con el nivel de probabilidad, el impacto y el alcance los riesgos, conforme a las nuevas situaciones del proyecto. Esto nos permite a mediada que el proyecto avanza ver el cambio del estado del riesgo, para ello se sugiere llenar las columnas 7, 8 y 9 de la MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO. (Ver figura 4: Matriz De Control Tipo Para Seguimiento De Riesgos En Proyectos), se recomienda fijar unas métricas para cada uno de los parámetros.
- 2. Calificar la Zona de Riesgo:** Se recomienda realizar la ponderación de las calificaciones anteriores, con esta estimación de probabilidad, impacto y alcance, para poder ver la combinación del resultado de la evaluación de la probabilidad, el impacto y el alcance de la afectación, en un valor entre 0 y 10 siendo 0 la ausencia de riesgo y 10 el mayor valor probable. Este valor permitirá definir una zona de riesgo para cada uno de los eventos presentados.

En esta guía se considera que la probabilidad, el impacto y el alcance tienen el mismo peso porcentual, pero el usuario puede escoger de acuerdo con las condiciones del proyecto si les asigna un valor diferente. Con este cálculo cada una de estas variables es un solo valor de riesgo. Este valor se registra en la columna 10 de la MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO. (Ver figura 4: Matriz De Control Tipo Para Seguimiento De Riesgos En Proyectos).

probabilidad = P	0.35	Riesgo u Oportunidad = $(P*0.35) + (I*0.35) + (A*0.3)$
impacto = I	0.35	
Alcance = A	0.3	

El valor de acá obtenido, define la posición de un evento en un mapa de calor para los riesgo y oportunidades, de acuerdo con la siguiente clasificación, permitiendo identificar cuales riesgos requieren un tratamiento prioritario y cuales deben ingresar a riesgos de mayor atención, esto quedará registrado en la columna 11 de la MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO (Ver figura 4: Matriz De Control Tipo Para

Seguimiento De Riesgos En Proyectos), dependiendo de las siguientes zonas de calor para riesgos y para oportunidades propuesta:

- **Zona de calor de riesgos:**

NIVEL DE LA ZONA DE RIESGO		
Rango	Nivel	Descripción
≥ 7.0	ALTO	Se superan los límites establecidos por la organización en cuanto a capacidad para enfrentar el riesgo. Afectando de manera importante los objetivos del proyecto e incluso la estabilidad de la organización.
$4.1 < 6.9$	MEDIO	El riesgo se encuentra dentro de los límites permisibles para la organización. Por tanto los mismos controles y acciones pertinentes al riesgo que se vienen implementando deben continuar, pero se debe establecer si se asume o si se mitiga.
≤ 4	BAJO	El nivel del riesgo permanece dentro de un nivel aceptable para la organización pueden continuar con las acciones y controles implementadas.

- **Zona de calor para oportunidades:**

Rango	Nivel	Descripción
≥ 7.0	ALTA	Oportunidad que supera las expectativas de la organización, se deben asignar recursos para que se pueda hacer realidad la misma.
$4.1 < 6.9$	NORMAL	Oportunidad de importancia moderada, hacer seguimiento y control.
≤ 4	MENOR	Oportunidad de baja importancia se puede gestionarse en el día a día.

3. Evaluar el control implementado: Es importante en esta matriz consignar una evaluación de cómo se realizó el seguimiento y proponer si es el caso nuevas formas para realizar nuevos controles. Esta evaluación se realizará en dos aspectos, el primero definiendo si la acción es eficiente para realizar el control y en segundo lugar si la actividad implementada se ha hecho de forma eficiente, es decir, en primer lugar si la acción es oportuna y en segundo lugar si se está haciendo oportunamente. Para ello se deben diligenciar las columnas 12 y 13 en la MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO así. (Ver figura 4: Matriz De Control Tipo Para Seguimiento De Riesgos En Proyectos).

- **Valoración del control u acción:** (Columna 12) Cada uno de los designados para el control, debe diligenciar tomando como base la siguiente tabla, el nivel de valoración con respecto a la acción a aplicar, determinando si la acción seleccionada fue efectiva, pertinente o inefectiva. Esto permite poder determinar si se continua con este monitoreo o si se reemplaza por una acción más efectiva. Es básicamente encaminado a evaluar la acción como tal. Para ello en la lista desplegable se ha definido las siguientes categorías: (Ver Columna 12) MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO. (Ver figura 4: Matriz De Control Tipo Para Seguimiento De Riesgos En Proyectos).

VALORACION DEL CONTROL DEL RIESGO		
Calificación	Nivel	Formula
10	INEFECTIVO	El control no existe, o existe, pero no se aplica.
5	PERTINENTE	El control existe y está en implementación, pero aún no se evidencia su efectividad.
1	EFFECTIVO	El control existe y se aplica de manera efectiva. asegurando la no materialización del riesgo

- **Eficacia del control aplicado:** En la matriz propuesta al hacer la valoración del control implementado se ponderan los resultados al multiplicar la calificación del riesgo (Columna 11) con la valoración del control del punto anterior (Columna 12), definiendo la eficacia de la eficiencia del control de forma numérica. de acuerdo con la siguiente tabla (Ver Columna 13) MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO En esta columna no se digita un valor, sino que de acuerdo con el producto de los dos anteriores el valor define una eficacia de acuerdo con la siguiente tabla (Ver figura 4: Matriz De Control Tipo Para Seguimiento De Riesgos En Proyectos):

VALORACION DE LA EFICACIA DEL CONTROL.		
Calificación	Nivel	Descripción
10	INEXISTENTE	No existe acción o aplicación de la acción
5	PARCIAL	Se estas aplicando la acción pero aún no demuestra su efectividad
1	EFFECTIVO	La acción es oportuna y contribuye al efectivo control del riesgo

Valoración del riesgo u oportunidad: en la (Columna 14) se registra este valor en un nuevo mapa de calor de valoración del riesgo u oportunidad, de acuerdo con la siguiente tabla de valoración. Estos niveles permiten obtener información para efectos de toma de decisiones de acuerdo con la siguiente traba propuesta:

VALORACION DEL RIESGO		
Rango	Nivel	Descripción
> = 70	INACEPTABLE	El control con el que actualmente se cuenta para la mitigación del riesgo no asegura que la materialización del mismo no se presente, por lo cual la organización debe adelantar las acciones adicionales inmediatas con el fin de asegurar la efectividad del control.
>41 y <69	MODERADO	El Control existente debe evaluarse mediante auditorias o seguimiento permanente con el fin de garantizar el resultado satisfactorio del proceso mediante la mitigación del riesgo.
< = 40	ACEPTABLE	Ya la organización evaluó el control y se está asegurando el resultado del proceso, el riesgo no se ha materializado y mediante la aplicación de estos controles se puede asegurar que el riesgo es aceptable y se controlará a través de los seguimientos del proceso.

Con este nivel determina el nivel de riesgo residual, que es el resultado de confrontar el impacto, la probabilidad y el alcance con los controles existentes al interior de los diferentes procesos y procedimientos que se realizan.

- **Nuevo control o acción:** Una vez se realice esta evaluación anterior y se haya definido si la acción implementada está sirviendo para dar tratamiento al riesgo o si se requieren implementar nuevas acciones, se plantearán las nuevas acciones a realizar. Esta información se consignará en la columna 15 MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO. (Ver figura 4: Matriz De Control Tipo Para Seguimiento De Riesgos En Proyectos).

Recuerde siempre que en proyecto un área o persona hace los informes y otra área valida y evalúa la información presentada, esto es importante para que no se presenten datos parcializados que no muestren la realidad del proyecto.

4. **Análisis y evaluación:** Con esta matriz, se deben realizar los informes de seguimiento, que permitan definir en qué línea de defensa se encuentra cada uno de los riesgos, para evaluar si alguno de los disparadores definidos en el nivel anterior se está presentando y se requiere pasar a un siguiente nivel defensa del riesgo.
5. **Documentar e informar:** Se deben hacer reuniones de seguimiento con la dirección del proyecto y con la junta directiva de la organización con el fin de evaluar el estado de los riesgos y con base en eso tomar las decisiones necesarias para enfrentar los riesgos.

5. Aplicación de la guía propuesta a un estudio de caso en las etapas de ejecución, seguimiento y control, y cierre.

En esta parte se aplicarán los conceptos y recomendaciones anteriores al estudio del caso del Proyecto CONSTRUCCIÓN PARA LA ADECUACIÓN AL SISTEMA TRANSMILENIO DE LA AVENIDA CONGRESO EUCARÍSTICO (CARRERA 68) DESDE LA CARRERA 9 HASTA LA AUTOPISTA SUR Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN BOGOTÁ. D.C. Principalmente al Tramo 7, ejecutado en el marco del contrato IDU-0351-2020, entre el Instituto de Desarrollo Urbano y el Consorcio Infraestructura Av. 68.

5.1 Descripción general del proyecto de caso de estudio.

Localización y área de influencia:

El proyecto de la Troncal de la Av. 68, se localiza a lo largo de la Avenida Congreso Eucarístico (Carrera 68) de la ciudad de Bogotá D.C. entre la Autopista sur y la Calle 9, abarca el paso por las localidades de Kennedy, Fontibón, Barrios Unidos, Engativá y Suba. (Ver Figura 1. Localización General del Proyecto).



Ilustración 1. Localización General del proyecto

Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano IDU.

El Tramo 7 de la Troncal Avenida 68 (TM Av. 68) es un tramo, que abarcan su extensión de 3.05 km entre la calle 66 y la Carrera 65, incluye estaciones de Transmilenio, ciclorrutas y espacios públicos, que están destinadas a ser parte de la troncal de redes Transmilenio de la ciudad.

Características Destacadas del Tramo

- ✓ Longitud: 3.05 km de nueva vía.
- ✓ Infraestructura: Incluye 3 estaciones de Transmilenio con 13 taquillas y 2 ciclo parqueaderos. un puente vehicular sobre el Canal Salitre. 65.642 m² de espacio público innovador. 19.735 m² de áreas verdes. 3.02 km de ciclorruta y 2 puentespeatonales.

5.2 Aplicando la guía propuesta al caso de estudio.

5.2.1 Implementar la respuesta a los riesgos en el caso de estudio.

Para aplicar los pasos recomendados en esta guía y tal como se explicó en Capítulo 4: Metodología, se debe tener como documento de partida el listado de riesgos resultado de los análisis de riesgos de la Etapa de Diseño, documento que contiene el listado de los riesgos identificados para el proyecto, junto con las causas que se han identificado pueden generar el riesgo, así como los impactos que la materialización de este pueda traer al proyecto. Estos riesgos fueron seleccionados teniendo en cuenta que pueden impactar los objetivos del proyecto. Se deben listar en la Columna 2 de la MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO, y las causas e impactos en las columnas 3 y 4 respectivamente. Se debe también diligenciar en la Columna 1. si el evento se considera un riesgo o una oportunidad (Ver Matriz de Seguimiento de los Riesgos del Proyecto ejemplo). Para este estudio de caso se va a seleccionar 6 eventos, de los cuales 3 son riesgos típicos de un proyecto BRT y 3 oportunidades, para este caso tendremos:

Riesgos:

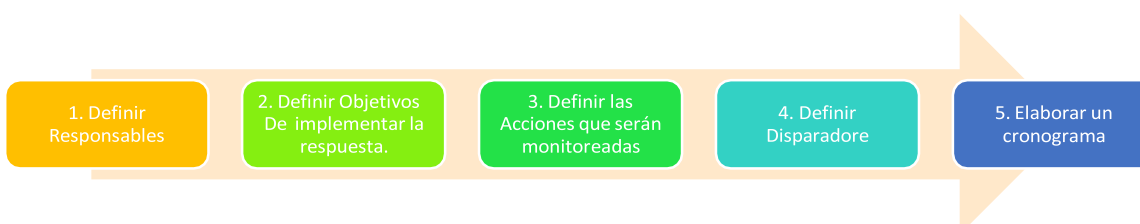
- Mala definición de las actividades y entregables de la obra.
- Retraso en la obtención de los planes de manejo de tráfico.

- Incremento súbito de los costos de los insumos.

Oportunidades:

- Implementación de nuevas tecnologías en obra.
- Optimización de los procesos de construcción.
- Ahorros en costos de los procesos constructivos.

Con esta selección de eventos, se aplican los pasos los propuestos para realizar la gestión del riesgo en el proyecto como se recomienda en esta guía metodológica, recordemos los pasos a seguir son los siguientes:



1. **Definir responsables:** En este tipo de contratos hay por lo general un listado de personal mínimo a mantener durante la Etapa de Construcción. Para nuestro caso de Estudio tenemos el siguiente personal definido en el Plantilla REQUERIMIENTOS DE PERSONAL MÍNIMO Y EQUIPO MÍNIMO DEL PROYECTO. de la Adenda 2 del proceso de licitación IDU- LP-SGI-031-2019. Este es un listado tipo que permite definir qué responsable será elencargado de liderar cada uno de los riesgos identificados:

Personal Mínimo Etapa de Construcción entre otros:

1. **Director de Obra:** Ingeniero civil de vías o transporte o Arquitecto. Con experiencia en Proyectos y sistemas BRT se encarga de liderar todo el proyecto en sus aspectos técnico. contractual y financiero.
2. **Coordinador de Obra:** Ingeniero civil de vías o transporte o Arquitecto. se encarga de consolidar la información.
3. **Residente de Obra:** Ingeniero civil de vías o transporte o Arquitecto. encargados de liderar la ejecución de las obras
4. **Líder PMO:** Ingeniero civil de vías o transporte. ofertado como mayor calidad para el proyecto lidera la implementación del plan del proyecto. que incluye la gestión de los riesgos.
5. **Profesional en costos. presupuestos y programación:** Ingeniero civil de vías o transporte. encargado de la parte económica del contrato. costos y rentabilidad de cada actividad.
6. **Especialistas de diseño:** Ingeniero civil con especialización en las diferentes áreas. hidráulica. redes secas. estructuras. geotécnica. pavimentos.
7. **Ingeniero Topográfico:** Encargado de liderar la topografía del proyecto
8. **Profesional SIG-CAD:** Encargado de modelar el sistema BIM (Building. information Modeling)

El profesional o grupo de profesionales que se asignan deben ser aquellos que mejor pueda gestionar el riesgo, así en nuestro caso de estudio se asignaron de la siguiente manera para cada riesgo:

1. **Mala definición de las actividades y entregables de la obra:** se asigna al director de Obra y

a los Residentes de Obra.

2. **Retraso en la obtención de los planes de manejo de tráfico:** se asigna al director de obra y Profesional de tráfico.
 3. **Incremento súbito de los costos de los insumos:** se asigna al director de obra y Profesional en costos. presupuestos y programación.
 4. **Implementación de nuevas tecnologías en obra:** se asigna al Residente de obra.
 5. **Optimización de los procesos del proyecto:** se asigna al director de obra. Residente de obra. Ingeniero Topográfico.
 6. **Ahorros en costos de los procesos constructivos:** se asigna al Residentes de obra y Especialistas de diseño.
-
2. **Definir Objetivos de implementar la respuesta:** Cada organización debe definir cuáles son los objetivos que busca lograr al realizar la gestión de riesgo. Para ello la autora en riesgos Liliana Buchtik (2018), en su libro Secretos para dominar la gestión de riesgos en proyectos, recomienda un listado de verbos que le permiten a la organización definir cuál va a ser el objetivo por cumplir; dentro de estas palabras comúnmente se utilizan: Evaluar, analizar, medir, solicitar cambios, reajusta, corregir, aplicar planes, aplicar contingencias, volver atrás un plan, negociar, proyectar, resumir, comunicar, auditar archivar, decidir entre otros¹.

¹ Liliana Buchtik (2018). Secretos para dominar la gestión de riesgos en proyectos. 4 edición.

 MATRIZ DE CONTRO TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO														
PROYECTO OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA TIPO BRT (SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO)														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TIPO DE EVENTO	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLES DEL CONTROL O ACCIÓN	CAUSAS QUE LO PUEDEN GENERAR	IMPACTOS AL PROYECTO	CONTROLES O ACCIONES EJECUTADAS DUTANTE EL PERIODO	PROBABILIDAD	IMPACTO	ALCANCE	NIVEL DE RIESGO	SEMAFORO DE RIESGO	VALORACIÓN DEL CONTROL O ACCIÓN	EFICACIA DEL CONTROL O ACCIÓN	VALORACIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	NUOVO CONTROL O ACCIÓN
Riesgo	Mala definición de las actividades y entregables de la obra.	Director de Obra Residente de Obra	Requisitos que no están claramente definidos en el contrato. No se cuenta con el tiempo suficiente para la revisión de los documentos técnicos del proyecto. No se tiene claro el entregable por una pobre definición técnica de todos los requisitos.	- Incumplimiento de los plazos contractuales. - Incumplimiento de entrega de productos. -Mayores costos administrativos por mayor permanencia en la obra. - Reducción de la rentabilidad esperada. - Multas y sanciones por parte del cliente.	Elaborar matriz de requisitos del cliente Elaborar listas de actividades a ejecutar por área. Realizar las reuniones de seguimiento a la gestión del proyecto. Realizar seguimiento al programa de obra.	Probable	Moderado	Puntual	3.8	BAJO	PARCIAL	19	ACEPTABLE	Revisión de listados de chequeo a la entrega del producto. Reuniones de seguimiento para evaluar los controles
Riesgo	Retraso en la obtención de los planes de manejo de tráfico	Director de proyecto Profesional Trafico	Rretraso en la radicación de los permisos Solicitudes nuevas de una radicación a otra	Incumplimiento de los plazos contractuales, debido a inicio tardía de las obras Reducción de la rentabilidad esperada por costos mayores de requerimientos no contemplados	Realizar reuniones previas con la secretaria para validar los requisitos exigibles. Revisar los entregables del informe oportunamente para no tener reprocesos	Probable	Alto	Parcial	5.7	MEDIO	INEXISTENTE	57	MODERADO	Realizar reuniones de seguimiento Elaborar lista de chequeo de entregables.
Riesgo	Incremento subido de los costos de los insumos	Director de proyecto Profesional en costos, presupuestos y programación	_Incremento de la demanda de los insumos requeridos por aumento en el número de proyecto similares en la zona de influencia. _ Reducción en la oferta de insumos por condiciones macroeconómicas.	Incumplimiento de los plazos contractuales, debido a la adquisición tardía de los insumos de obra no disponibles. Reducción de la rentabilidad esperada por sobrecostos.	Contemplar desde la etapa de licitación la probabilidad de ocurrencia de este riesgo de tal forma que se incluyan cláusulas en el contrato que distribuyan mejor el riesgo.	Poco Probable	Catastrofico	Total	7.55	ALTO	INEXISTENTE	75.5	INACEPTABLE	Control de costos para adquisición de insumos. -Buscar negociaciones favorables en la compra de los insumos, documentar mostrando un comportamiento inusual de los materiales.

Figura 7: Matriz de Seguimiento de los Riesgos del Proyecto ejemplo.

3. **Definir las acciones que serán monitoreadas:** en este paso para cada uno de los riesgos se debe listar unas actividades que se deben realizar permanentemente para poder controlar el riesgo. En el caso de estudio se proponen como ejemplo para cada uno de los riesgos seleccionados las siguientes:

DESCRIPCIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	CONTROLES O ACCIONES EXISTENTES O PROPUESTOS
Mala definición de las actividades y entregables de la obra.	Elaborar matriz de requisitos del cliente. Elaborar listas de actividades a ejecutar por área. Realizar las reuniones de seguimiento a la gestión del proyecto. Realizar seguimiento al programa de obra.
Retraso en la obtención de los planes de manejo de tráfico	Realizar reuniones previas con la secretaria para evaluar los requisitos de cada PMT.
Incremento súbito de los costos de los insumos	Contemplar desde la etapa de licitación la probabilidad de ocurrencia de este riesgo de tal forma que se incluyan cláusulas en el contrato que distribuyan mejor el riesgo.
Implementación de nuevas tecnologías en obra.	Asignar la responsabilidad al vicepresidente de Construcciones. Director de Estudios y Diseños y director Laboratorios de estar en la búsqueda de nuevos materiales. Dar capacitación constante al personal del departamento de Estudios y Diseños y al director de Laboratorios frente a nuevas tecnologías para evaluar su implementación en la Organización.
Optimización de los procesos del proyecto.	Emisión de circulares de las áreas de apoyo reforzando y o dando a conocer los procedimientos establecidos. Realizar capacitaciones a todo el personal nuevo de la organización. Realizar capacitaciones periódicas al personal antiguo de la empresa.
Ahorros en costos de los procesos constructivos	Capacitación para dar a conocer los correctos usos de la maquinaria. Equipos y vehículos. Realizar capacitaciones a todo el personal responsable y con equipos a cargo. Realizar capacitaciones periódicas durante la ejecución de la obra.

4. **Definir disparadores y niveles de defensa:**

Para cada uno de los riesgos se debe definir que evento o situación hará que el riesgo deba pasar al siguiente nivel de defensa, recordando que se ha propuesto por la Asociación de Auditores Modelo de las Tres líneas de Defensa (2020):

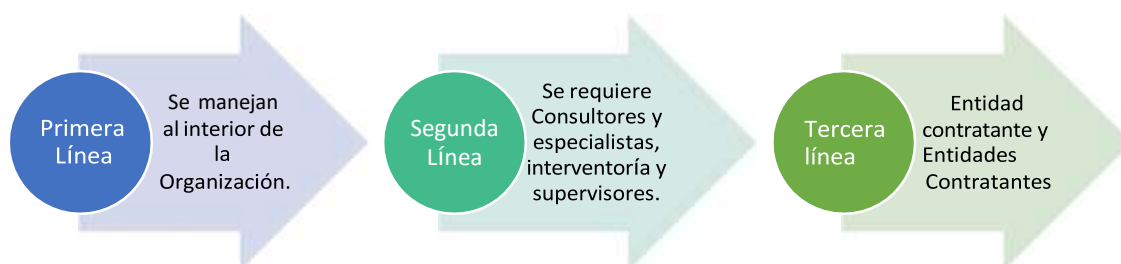


Figura 8: Modelo de las tres líneas de defensa.

Así para cada uno de los riesgos se hará un listado de disparadores, como ejemplo en el caso de estudio, el riesgo: Mala definición de las actividades y entregables de la obra, se pueden definir los siguientes disparadores. Supondremos que se ha encontrado una red que no estaba identificada en los planos ni diseños iniciales, en este caso se tienen como disparadores los siguientes niveles del evento:

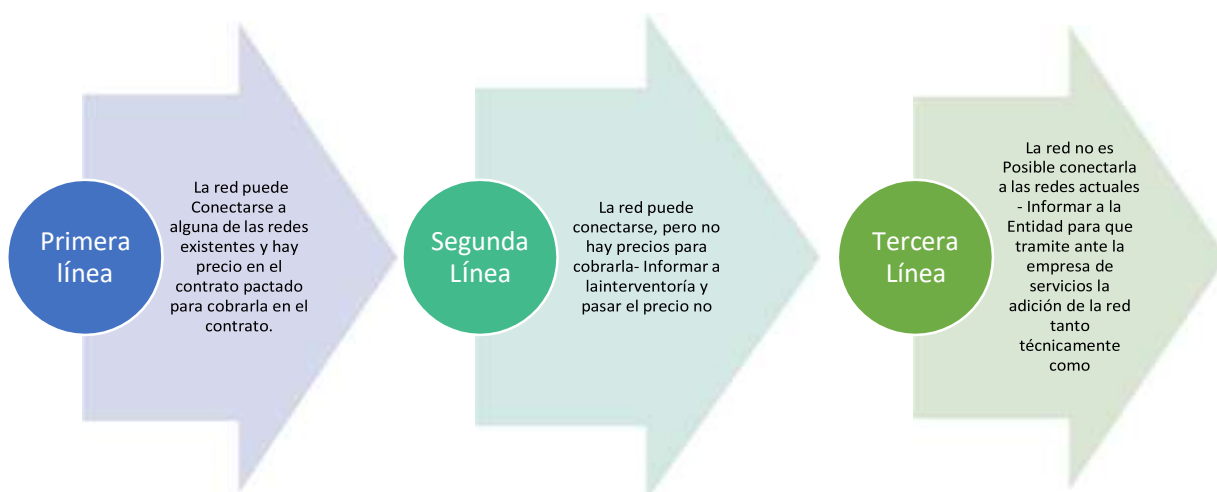


Figura 9: Disparadores para cada línea de defensa.

5. Elaborar un cronograma.

Todas las actividades de para monitorear los riesgos deben incluirse en un cronograma de seguimiento, esto facilitará que se realicen con la periodicidad establecida los monitoreos. Los cronogramas permiten mantener control de los plazos de cada una de las tareas en grupo y por separado, como ejemplo se propone hacer para el riesgo: Mala definición de las actividades y entregables de la obra el cronograma de las actividades de control. Este cronograma muestra los primeros 3 meses como ejemplo, pero debe hacerse para toda la duración del proyecto que se quiere controlar:

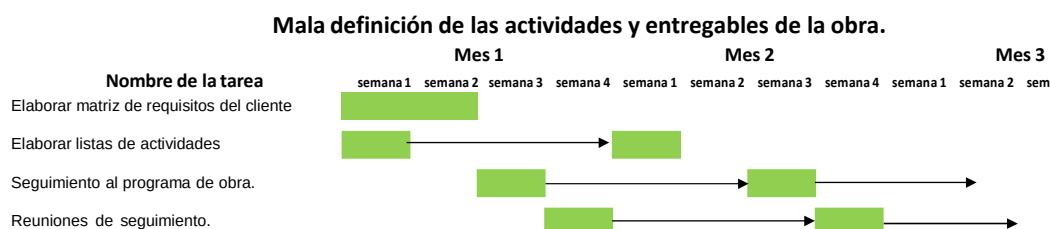


Figura 10: Cronograma actividades de control del riesgo

5.2.2 Implementar el Monitoreo a los riesgos en el caso de estudio.

Una vez se tienen diligenciados los pasos anteriores se puede aplicar la siguiente fase del ciclo de vida de la gestión de riesgos: Monitorear los Riesgos, siguiendo el paso a paso del capítulo 5 de este documento que es:

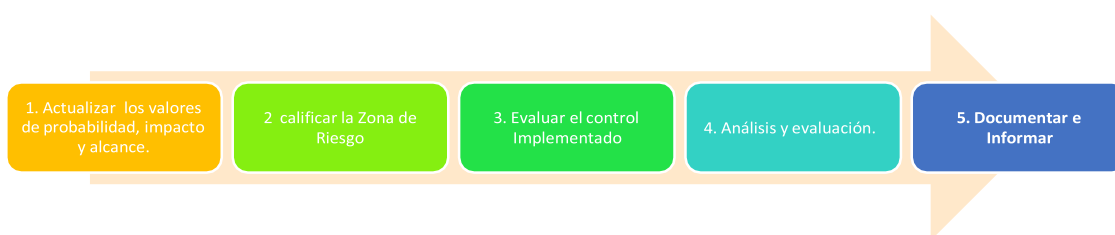


Figura 11: Pasos monitoreo de riesgos.

1. Actualizar los valores de probabilidad. impacto y alcance:

Tal como se explicó tanto la probabilidad como el impacto y el alcance que tiene un riesgo van variando durante el ciclo de vida del proyecto, por ello, estos parámetros deben ser evaluados con la periodicidad indicada en el anterior paso del ciclo de vida de los riesgos, que para nuestro caso de estudio se considera con una periodicidad mensual, conforme a las nuevas situaciones que se van presentando en el transcurso del ciclo de vida del proyecto. Para nuestro caso de estudio, supondremos que el proyecto ya ha superado las primeras etapas y se encuentra en la mitad del ciclo de vida del proyecto. Las calificaciones propuestas en esta guía son de tipo cualitativo, es decir que se asigna una categoría que, aunque no es numérica permite el análisis e interpretación de los riesgos. Es conveniente para las mediciones cualitativas dar un valor ordinal en estos análisis, teniendo en cuenta que las variables propuestas pueden ser organizadas en una escala jerárquica. En nuestro caso esto permitirá determinar que se considera como mayor o menor y definir cuál es el nivel del riesgo.

Para el caso de estudio, se definieron las siguientes calificaciones ordinales para la escala de las probabilidades:

Calificación	Nivel
10	Casi seguro
7	Muy Probable
5	Probable
3	Poco Probable
1	Improbable

Y para los impactos:

Calificación	Nivel
10	Catastrófico
7	Alto
5	Moderado
3	Menor
1	Leve

En cuanto al alcance, se definieron las siguientes categorías de para definir la severidad del impacto:

- Total: El evento afecta a todo el proyecto. (al cual asignaremos un valor de 10).
- Parcial: El evento afecta varias actividades. pero de manera local. (Asignamos un valor de 5).
- Puntual: El evento afecta solamente una actividad puntual o única del proyecto (asignamos un valor de 1).

En el caso de estudio estas calificaciones se asignan a modo de ejemplo, de la siguiente manera para cada uno de los riesgos que se están analizado, en nuestro caso de estudio se supone que el proyecto se encuentra en la mitad del ciclo de vida del proyecto:

1. **Mala definición de las actividades y entregables de la obra:** A estas alturas del proyecto, cercano a la mitad del ciclo de vida, las actividades de obra ya están más maduras que al inicio del proyecto, porque se han realizado definiciones y aclaraciones, por eso le daremos una probabilidad de ocurrencia de “Probable”. A su vez, una buena parte de las obras se han ejecutado, seguramente la mayor parte de las redes se han construido, las cuales constituyen la mayor incertidumbre al inicio de la etapa de construcción. Por tanto, el impacto en caso de presentarse la materialización del riesgo puede ser calificada con “moderada” y el alcance que este efecto tendría sería “puntual”.
2. **Retraso en la obtención de los planes de manejo de tráfico:** En un estado de avance del proyecto como el definido anteriormente, es muy probable que se hayan radicado varios planes de manejo de tráfico por eso le daremos una probabilidad de ocurrencia de “Probable”, a su vez, en caso de que se presente la materialización del riesgo puede ser calificada con “Alta” teniendo en cuenta que un retraso a estas alturas en el inicio de las actividades puede impactar de manera importante el cronograma de ejecución y el alcance que este efecto tendría sería “puntual” por cuanto afectaría solamente a las actividades relacionadas en el Plan de Manejo de Tráfico.

3. **Incremento súbito de los costos de los insumos:** Para este riesgo, las actividades de obra ya están más maduras y por tanto los costos están más aterrizados que al comienzo cuando se hace solamente estimaciones, muchos insumos representativos ya se han comprado y las negociaciones con los proveedores están en gran parte hechas. Por ello este riesgo se califica como “Probable” en este punto del ciclo de vida del proyecto, sin embargo, si se llegara a presentar, el impacto sería alto porque se espera que a estas instancias los costos ya estén definidos. Por eso el impacto para este riesgo se define como “Alto”, El alcance del mismo puede ser Local teniendo en cuenta que estos costos pueden afectar varias actividades, pero no el proyecto entero.

Este mismo proceso se sigue con las oportunidades a las cuales se les dio las siguientes calificaciones:

2. **Calificar la Zona de Riesgo:** Tal como se explicó anteriormente, en este punto se debe calificar cualitativamente el riesgo residual de cada uno de los eventos que se listaron, esto nos permitirá determinar si el riesgo es aceptable, moderado o crítico. Una vez se tenga el valor de riesgo, se ubicará en un mapa de calor que es una de las mejores herramientas para ubicar un riesgo y ver rápidamente el nivel de afectación, las tres estimaciones: probabilidad, impacto y alcance, se reducen a un solo valor para poder ser asignados a una zona de riesgo. Esto permitirá dar una ponderación a cada una de estas variables entre 0 y 10 para cada riesgo, donde 0 es no existe el riesgo porque quizás ya se superó la etapa que lo podría originar y 10 es altamente probable y el impacto sería desastroso. Para el caso de estudio, las variables se ponderan con un valor entre 0 y 1. definiremos que la probabilidad y el impacto tengan una ponderación del 0.35 para probabilidad e impacto y 0.3 para alcance, estas ponderaciones pueden variar dependiendo de las condiciones particulares para cada proyecto. en este caso se tomarán:

probabilidad = P	0.35	Calificación del Riesgo u Oportunidad = $(P*0.35) + (I*0.35) + (A*0.3)$
impacto = I	0.35	
Alcance = A	0.3	

El resultado aritmético que nos da permitirá ubicar al riesgo en una zona del mapa de calor para poder definir su estado actual y poder dar la atención adecuada al mismo.

Así, por ejemplo de acuerdo con las calificaciones cualitativas que determinaron para el primer riesgo: Mala definición de las actividades y entregables de la obra, le hemos asignado valor de probabilidad “Probable” (al cual se le ha asignado un valor de 5), de Impacto

“Moderado” (al cual se le ha asignado un valor de 5) y de como un alcance un valor de “Puntual” ((al cual se le ha asignado un valor de 1).

$$P * 0.35 + I * 0.35 + A * 0.3 =$$

$$5 * 0.35 + 5 * 0.35 + 1 * 0.3 = 3.8$$

Este valor de 3.8 se ubica en el mapa de calor de riesgos en la zona baja, de color verde. Esto se aplica a cada uno de los riesgos evaluados. Estos resultados se presentan en la tabla:

- Zona de calor de riesgos:**

NIVEL DE LA ZONA DE RIESGO		
Rango	Nivel	Descripción
≥ 7.0	ALTO	Se superan los límites establecidos por la organización en cuanto a capacidad para enfrentar el riesgo afectando de manera importante los objetivos del proyecto e incluso la estabilidad de la organización.
> 4.1 a < 6.9	MEDIO	El riesgo se encuentra dentro de los límites permisibles para la organización, por tanto, los mismos controles y acciones pertinentes al riesgo que se vienen implementando deben continuar, pero se debe establecer si se asume o si se mitiga.
≤ 4	BAJO	El nivel del riesgo permanece dentro de un nivel aceptable para la organización pueden continuar con las acciones y controles implementadas.

- Zona de calor para oportunidades:**

Rango	Nivel	Descripción
≥ 7.0	ALTA	Oportunidad que supera las expectativas de la organización, se deben asignar recursos para que se pueda hacer realidad la misma.
> 4.1 a < 6.9	NORMAL	Oportunidad de importancia moderada, hacer seguimiento y control.
≤ 4	MENOR	Oportunidad de baja importancia se puede gestionarse en el día a día.

Así cada una de las probabilidades, impactos y alcances nos arrojan un valor ponderado que define una zona de calor dependiendo de las zonas definidas así:

DESCRIPCIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	CALIFICACIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	ZONA DEL RIESGO U OPORTUNIDAD
Mala definición de las actividades y entregables de la obra.	3.8	BAJO
Subestimación de los costos del proyecto.	5.7	MEDIO
Incremento súbito de los costos de los insumos	7.55	ALTO
Implementación de nuevas tecnologías en obra.	5.7	NORMAL
Optimización de los procesos del proyecto.	7.9	ALTA

DESCRIPCIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	CALIFICACIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	ZONA DEL RIESGO U OPORTUNIDAD
Uso adecuado de maquinaria, equipos y vehículos	2.4	MENOR

- 3. Evaluar el control implementado:** En este punto se debe hacer una evaluación de cómo se realizaron las acciones y controles propuestos para el periodo en dos aspectos, la acción como tal, que significa ver si hay algún tipo de control o si se han implementado y que tan eficaz ha sido para el control del riesgo, es decir que si el riesgo está controlado con las acciones que se han implementado. Este resultado de evaluación es consignado en la columna 12 de la Matriz. donde se debe seleccionar entre las siguientes tres opciones que tan eficiente ha sido el control. teniendo en cuenta si el control existe. si se ha implementado y si ha sido eficaz:

Tabla 1: Valoración del control del riesgo.

VALORACION DEL CONTROL DEL RIESGO		
Calificación	Nivel	Formula
10	INEFECTIVO	El control no existe, o existe, pero no se aplica.
5	PERTINENTE	El control existe y está en implementación, pero aún no se evidencia su efectividad.
1	EFFECTIVO	El control existe y se aplica de manera efectiva. asegurando la no materialización del riesgo

Por otra parte, para medir que tan eficiente ha sido el control del riesgo, se debe ver en qué zona se encuentra un riesgo. Un riesgo bien gestionado debería mantener en niveles bajos, es decir en la zona verde y una oportunidad en zona azul oscura, a superando las expectativas de la organización. Por ello para ver qué tan eficiente han sido estas respuestas, veremos en qué zona del mapa de calor se encuentra en riesgo.

Para nuestro caso de estudio, el riesgo identificado “Mala definición de las actividades y entregables de la obra”, contemplaba las siguientes actividades:

- **Elaborar matriz de requisitos del cliente:** Este documento es una matriz donde se resumen las obligaciones del contrato y con ello se definen las actividades de obra, al estar en nuestro ejemplo en la mitad del ciclo de vida del proyecto, muchas actividades ya han sido construidas y las que faltan por ejecutar están más maduras porque se han ido ajustando de acuerdo con las solicitudes y necesidades identificadas en la primera parte, por tanto, esta actividad se considera que si contribuye al monitoreo del riesgo.
- **Elaborar listas de actividades a ejecutar por área:** Estas listas deben de tener las actividades de obra para cada uno de los componentes del proyecto.

- **Realizar las reuniones de seguimiento a la gestión del proyecto:** En estas reuniones se deben verificar los listados de obra. junto con los planos de lo que se está implementando.
- **Realizar seguimiento al programa de obra:** junto con el área encargada verificar si las actividades programadas se están cumpliendo.

Luego que se establece el estado en que se encuentran estas actividades, se define la valoración del riesgo u oportunidad, para ello se multiplica la calificación que se tuvo en el riesgo u oportunidad (Columna 10), con el valor que de acuerdo con la categoría seleccionada de la tabla 1. El producto de estos dos valores se consiga en la columna 13. Este nuevo valor mide la **Eficacia del control aplicado** y ubica el riesgo en otro mapa de calor de la **Valoración del riesgo u oportunidad** (Columna 14), de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2: Valoración del riesgo

VALORACION DEL RIESGO		
Rango	Nivel	Descripción
> = 70	INACEPTABLE	El control con el que actualmente se cuenta para la mitigación del riesgo no asegura que la materialización de este no se presente, por lo cual la organización debe adelantar las acciones adicionales inmediatas con el fin de asegurar la efectividad del control.
>41 y <69	MODERADO	El Control existente debe evaluarse mediante auditorias o seguimiento permanente con el fin de garantizar el resultado satisfactorio del proceso mediante la mitigación del riesgo.
< = 40	ACEPTABLE	Ya la organización evaluó el control y se está asegurando el resultado del proceso. el riesgo no se ha materializado y mediante la aplicación de estos controles se puede asegurar que el riesgo es aceptable y se controlará a través de los seguimientos del proceso.

Y para las oportunidades así:

VALORACION DE LA OPORTUNIDAD		
Rango	Nivel	Descripción
> = 70	FACTIBLE	El riesgo positivo es alcanzable y las acciones son oportunas para asegurar la efectividad de la acción propuesta.
>11 y <69	OPORTUNO	Evaluar permanentemente el proceso para garantizar que se materialice la oportunidad.
< = 10	DAR PRIORIDAD	Dar prioridad a generar acciones para que estos riesgos positivos puedan materializarse.

En nuestro caso de estudio, el riesgo “Mala definición de las actividades y entregables de la obra” la evaluación de probabilidad, impacto y alcance nos dio una calificación del riesgo de Bajo ubicada en el mapa de calor verde. Este tuvo una calificación de 3.8, en cuanto a la valoración de control se tomó en la categoría de Parcial que de acuerdo con la tabla 1. Se le

ha asignado una calificación de 5 puntos, el producto de estos dos valores nos da como resultado 19:

$$\text{Calificación del riesgo} * \text{Eficiencia del control} = 3.8 * 5 = 19$$

Este valor, que es el resultado de confrontar el impacto, la probabilidad y el alcance con los controles existentes al interior de los diferentes procesos y procedimientos que se realizan determina la nueva ubicación de riesgo residual, para este caso como está por debajo de 40 puntos se considera Aceptable (Zona verde) de acuerdo con la Tabla 2: Valoración del riesgo.

- **Nuevo control o acción:** Con este resultado, el líder gestor de riesgo puede determinar si se continua con las acciones que se viene realizando o si se requiere implementar el Modelo de las Tres Líneas del IIA 2020, de tres líneas de defensa. Estas nuevas actividades se consignarán en con columna 15 MATRIZ DE CONTROL TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO. Esta columna 15 será la entrada para las actividades a evaluar el siguiente periodo.

4. **Análisis y evaluación:** el resultado de esta matriz se deben realizar los informes de seguimiento, que permitan definir en qué línea de defensa se encuentra cada uno de los riesgos, para evaluar si alguno de los disparadores definidos en el nivel anterior se está presentando y se requiere pasar a un siguiente nivel defensa del riesgo.

Para el caso de estudio este resultado para cada uno de los riesgos se presenta en la siguiente figura:

DESCRIPCIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	CALIFICACIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	ZONA DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	VALORACIÓN DEL CONTROL O ACCIÓN	EFICACIA DEL CONTROL O ACCIÓN	VALORACIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD
Mala definición de las actividades y entregables de la obra.	3.8	BAJO	PARCIAL	19	ACEPTABLE
Retraso en la obtención de los planes de manejo de tráfico	5.7	MEDIO	INEXISTENTE	57	MODERADO
Incremento súbito de los costos de los insumos	7.55	ALTO	INEXISTENTE	75.5	INACEPTABLE
Implementación de nuevas tecnologías en obra.	5.7	NORMAL	INEXISTENTE	5.7	DAR PRIORIDAD
Optimización de los procesos del proyecto.	7.9	ALTA	EFFECTIVO	79	FACTIBLE
Ahorros en costos de los procesos constructivos	2.4	MENOR	PARCIAL	12	OPORTUNO

En el caso de estudio, este cuadro permite a la dirección del proyecto encaminar los recursos para la atención de la mitigación del riesgo. En este caso el riesgo incremento súbito de los costos de los insumos y optimización de los procesos del proyecto deben tener la atención prioritaria y a su vez, los recursos deben continuar optimizando los procesos del proyecto.

PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN, PRUEBA, DESPLIEGUE Y CIERRE.

5. **Documentar e informar:** Como siempre lo más importante es comunicar los resultados del análisis propuesto, tanto a la dirección del proyecto como a la organización, dentro de los reportes entregados se debe presentar la Matriz de Control Tipo para Seguimiento de los Riesgos del Proyecto. Con esta información pueden los líderes pueden rápidamente identificar cuales riesgos se encuentran en las zonas de peligro del mapa de calor y dar asignación la asignación del nivel de defensa que debe aplicarse a cada uno. Entre la información que se reporta a la dirección, se debe también entregar los reportes con respecto a la línea base el presupuesto y el cronograma. así como un reporte del alcance logrado de la EDT (Estructura de trabajo). Es también importante presentar el soporte de cumplimiento de la calidad de las obras ejecutadas, las no conformidades encontradas y el tratamiento que se ha dado a los eventos presentados. Se recomienda incluir también el control de cambios y los soportes respectivos de los mismos.

PLANTILLAS:

- **Plantilla 1:** Listado de riesgos típicos para gestionar en la etapa de construcción. prueba. despliegue y cierre.
- **Plantilla 2:** Matriz Riesgos y Oportunidades Línea Base.
- **Plantilla 3:** Niveles de defensa y detonantes de paso de nivel de ejemplo.

Plantilla 1

Listado de Riesgos Típicos para gestionar en etapas de Construcción, prueba, despliegue y cierre.

Tipo de Riesgo	RIESGO
Accidentes	Ocurrencia de accidentes laborales
	Exposición a materiales químicos, particulado o gases
	Atropellos por maquinaria pesada
	Colapso de estructuras temporales
	Desprendimiento de rocas o tierra sobre trabajadores
Alcance	Diferencia en la identificación de las actividades de obra por variación en la interpretación
	Cambios en los requerimientos o especificaciones durante la ejecución
	Características de los elementos poco claras, confusas o irreales
	Insumos que ya no se encuentran en el mercado y requieren ser reemplazados con otros
	Variaciones requeridas para que el elemento sea funcional
Ambientales	No identificar algunos aspectos ambientales, actividades, productos y servicios o no tener en cuenta los aspectos ambientales en condiciones anormales de operación y de emergencia.
	Pérdida de biodiversidad
	Derrames de combustibles
	Manejo inadecuado de residuos sólidos
	Baja generación de RCD que se puedan aprovechar en obras o la calidad de los materiales de RCD no cumplen los requisitos contractuales.
	Daños ambientales en nuestras áreas de intervención, ocasionada por terceros.
Arqueológico	Aparición de elementos arqueológicos que retrasen la obra.
Calidad	Incumplimiento en las especificaciones técnicas.
Contractual	Incumplimiento en la entrega de documentos contractuales

Tipo de Riesgo	RIESGO
	No cumplir con los compromisos contractuales o los adquiridos con la comunidad, consignados en actas de reunión, visitas, actas de compromiso.
	Comunicar información incompleta, y/o extemporánea a las comunidades
	Demora en la entrega de los informes
	Correcto diligenciamiento de formatos pre operacionales IDU, de maquinaria, equipos y vehículos.
Climáticos	Lluvias intensas que retrasen la obra
	Sequías que afectan la disponibilidad de agua
	Condiciones extremas de temperatura
	Vientos fuertes que dañen estructuras temporales
Costo	Pobre análisis de los costos del proyecto.
	Incremento súbito del costo de los insumos
	Incremento inesperado de los salarios del personal del proyecto.
	Adquirir insumos que no son utilizados en el proyecto.
	Adquirir cantidades de insumos superiores a las requeridas por el proyecto.
	Ahorro en los costos del proyecto.
Cronograma	Llegada tarde de insumos y materiales de obra
	Demora en recibo, revisión de memorias de cálculo e insumos de información necesaria de campo.
Daños	Afectación de edificaciones o infraestructura circundante al proyecto
	Daños en redes de servicion publicos existentes
Ejecución	No contar con los planos actualizados en el proyecto.

Tipo de Riesgo	RIESGO
	Realizar una mala localización y replanteo, o nivelación en obra.
	Fallas técnicas en maquinaria y equipo del proyecto
	Construir con diseños no confiables
	Definir controles operacionales ineficaces
Financieros	Aumento de costos por cambios en los precios de materiales.
	Retrasos en la ejecución que aumentan los costos
	Insolvencia del contratista o subcontratista
	Cambios en las condiciones de financiamiento
	Penalizaciones por incumplimiento de plazos
Equipo de trabajo	Mala planificación de la logística de materiales.
	Deficiencia en la coordinación entre equipos de trabajo
	Problemas en el suministro de materiales.
	Ineficiencia en la gestión de recursos humanos.
	Mal manejo del cronograma de obra.
Interesados	No dar tratamiento oportuno a las PQRS de la comunidad.
	Atender de manera extemporánea los requerimientos de la autoridad ambiental, minera, arqueológica, interventoría y del cliente.
	No lograr una adecuada armonización del proyecto con los proyectos aledaños
Legales	Cumplimiento de normas ambientales
	Litigios con comunidades locales
	Multas por falta de permisos
	Conflictos contractuales
	Reclamaciones por daños a terceros
Geológico	Deslizamientos de tierra
	Inestabilidad del terreno

Tipo de Riesgo	RIESGO
	Fallas geotécnicas no previstas
Permisos	Demoras en el proceso de la autoridad, cliente e interventoría para pronunciarse, y criterios particulares de funcionarios que generan reprocesos.
	Revocatoria de algún permiso ambiental o licencia ambiental.
Políticos	Cambios en la regulación del sector de infraestructura
	Conflictos o cambios en el gobierno local o nacional
	Expropiaciones o restricciones en la zona de la obra
SST	Afectación a la salud y a la seguridad.
	Brotes de enfermedades contagiosas entre los trabajadores.
	Falta de acceso a servicios médicos y de emergencia.
Social	Protestas o bloqueos por parte de la comunidad
	Desplazamiento involuntario de personas
	Impacto en el tráfico local
	Inconformidad con las medidas de mitigación ambiental
	Vandalismo o robos en la obra
Técnico	Ciberataques a sistemas de control y monitoreo
	Fallas en los sistemas de comunicación.
	Implementación de nuevas tecnologías en obra.
	Fallas en el diseño de la obra.
	Errores en la topografía
	Uso de materiales de baja calidad.
	Deficiencias en la supervisión técnica
	Falla de equipos y maquinaria
	Optimización de los procesos del proyecto.

Tipo de Riesgo	RIESGO
	Reducir los errores comunes y repetitivos en el proyecto.
	Uso adecuado de maquinaria, equipos y vehículo.

	INSTRUCCIONES DE DILIGENCIAMIENTO MATRIZ DE CONTROL DE RIESGOS DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN. PRUEBA. DESPLIEGUE Y CIERRE DE PROYECTOS	Plantilla 2
---	--	--------------------

1. Se deben seleccionar de la matriz de riesgos definida en el plan de Gestión del proyecto. los riesgos que impacten significativamente los objetivos del proyecto o aquellos que la organización considere importantes para sus objetivos corporativos. Diligenciarlos en la columna 2.

Para ello tomar del plan de gestión de riesgos, elaborado en la etapa de Diseño, la información de las columnas:

EVENTO IDENTIFICADO	COLUMNA 1: Determinar si es un riesgo o una oportunidad
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	COLUMNA 2: Diligenciar el nombre del riesgo. un nombre que defina claramente lo que ocurrió. Tener en cuenta que pueden surgir riesgos emergentes y deben ser incluidos para la evaluación de la alta dirección.
CAUSAS QUE LO PUEDEN GENERAR	COLUMNA 3: Se debe diligenciar las causas que lo generaron. identificando si hay causas nuevas que estén surgiendo del proyecto. Incluir las causas de los riesgos emergentes y de los riesgos residuales.

2. Al realizar cada seguimiento. se deben actualizar los valores de probabilidad. impacto y alcance. Teniendo en cuenta que esta puede variar durante la vida del proyecto. Se sugiere las siguientes cuantificaciones de acuerdo al nivel de probabilidad:

Probabilidad: Se entiende la posibilidad de ocurrencia del riesgo u oportunidad. Se puede definir con criterios de frecuencia.

PROBABILIDAD		
Calificación	Nivel	Descripción
10	Casi seguro	El evento ocurre en la mayoría de las circunstancias.
7	Muy Probable	El evento es frecuentemente probable.
5	Probable	Este evento puede ocurrir en cualquier oportunidad.
3	Poco Probable	El evento se puede presentar con poca posibilidad.
1	Improbable	El evento se puede presentar en circunstancias muy poco probables.

Impacto: Se entiende las consecuencias o beneficios que pueden ocasionar a la organización la materialización del riesgo u oportunidad respectivamente. Escala de medida cualitativa:

IMPACTO		
Calificación	Nivel	Descripción
10	catastrófico	El impacto al presupuesto del proyecto es mayor al 30% del valor del contrato
7	Alto	El impacto al presupuesto del proyecto se encuentra entre el 15% y 30% del valor del contrato
5	Moderado	El impacto al presupuesto del proyecto se encuentra entre el 5% y 15% del valor del contrato
3	Menor	El impacto al presupuesto del proyecto es menor al 5% del valor del contrato
1	Leve	El impacto al presupuesto del proyecto es menor al 1% del valor del contrato

Alcance: determinar la magnitud de la afectación que se puede presentar en caso de materialización del riesgo o de la oportunidad.

Afectación		
Calificación	Nivel	Descripción
10	Total	El evento afecta a todo el proyecto.
5	Parcial	El evento afecta varias actividades, pero de manera local.
1	Puntual	El evento afecta solamente una actividad puntual o única del proyecto

3. **Determinar el nivel del riesgo:** con esta estimación se puede ver la combinación del resultado de la evaluación de la probabilidad. el impacto y Alcance. Este valor permitirá definir una zona de riesgo para el evento presentado.

combinando los factores para ponderar el nivel del riesgo teniendo en cuenta las calificaciones anteriores	Riesgo - Oportunidad = probabilidad + impacto + Alcance = P + I + A			
	Determinación del peso de cada variable	probabilidad = P	0.35	Riesgo u Oportunidad = (P*0.35) + (I*0.35) + (A*0.3)
		impacto = I	0.35	
		Alcance = A	0.3	

Zona de riesgo: con la evaluación anterior. Se determina la ubicación del cada registro dentro de la zona de severidad, ubicándolo dentro de un nivel dentro de la matriz actual, permitiendo identificar cuales zonas requieren un tratamiento prioritario y cuales deben ingresar a riesgos de mayor atención:

Cada organización define que valor considera él es límite para riesgos altos, medios y bajos.

Para riesgos en nivel rojo se deben **adicionar nuevos recursos para su gestión**.

NIVEL DE LA ZONA DE RIESGO		
Rango	Nivel	Descripción
> = 7.0	ALTO	Se superan los límites establecidos por la organización en cuanto a capacidad para enfrentar el riesgo, afectando de manera importante los objetivos del proyecto e incluso la estabilidad de la organización.
> 4.1 a < 6.9	MEDIO	El riesgo se encuentra dentro de los límites permisibles para la organización, por tanto, los mismos controles y acciones pertinentes al riesgo que se vienen implementando deben continuar, pero se debe establecer si se asume o si se mitiga.
< = 4	BAJO	El nivel del riesgo permanece dentro de un nivel aceptable para la organización pueden continuar con las acciones y controles implementadas.

Zona de oportunidad: Luego de realizar un análisis de la oportunidad, considerando factores como probabilidad, impacto y alcance, se determina la prioridad de la zona de oportunidad utilizando fórmulas predefinidas en una matriz. Este proceso ayuda a identificar qué oportunidades necesitan atención y tratamiento inmediatos:

NIVEL DE LA ZONA DE OPORTUNIDAD		
Rango	Nivel	Descripción
> = 7.0	ALTA	Oportunidad que supera las expectativas de la organización. se deben asignar recursos para que se pueda hacer realidad la misma.
> 4.1 a < 6.9	NORMAL	Oportunidad de importancia moderada. hacer seguimiento y control.
< = 4	MENOR	Oportunidad de baja importancia se puede gestionarse en el día a día.

Valoración del Control: Es importante que se determine que tipo de control se está dedicando por parte el equipo del proyecto a los riesgos que cada uno monitorea:

VALORACIÓN DEL TIPO DE CONTROL DEL RIESGO		
Calificación	Nivel	Descripción
10	INEXISTENTE	No existe control o se, aunque se definió no se aplica
5	PARCIAL	Existe el control, pero no se aplica de manera efectiva
1	EFFECTIVO	El control garantiza que no se presenta la materialización del riesgo o que la organización pueda responder oportunamente sin generar mayores conflictos.

VALORACION DE LAS ACCIONES POTENCIADORES DE RIESGO POSITIVO		
Calificación	Nivel	Descripción
10	EFFECTIVO	La acción es oportuna y permite la materialización de la oportunidad
5	PARCIAL	Se estas aplicando la acción, pero aún no demuestra su efectividad
1	INEXISTENTE	No existe acción o aplicación de la acción

Calificar la eficacia del control o acción: Ponderar los resultados anteriores al multiplicar los resultados de la calificación del riesgo u oportunidad Vs valoración del control, permitiendo identificar del control y posteriormente la nueva valoración del riesgo u oportunidad.

Valoración del Riesgo: la determinación del nivel de riesgo residual es el resultado de confrontar el impacto, la probabilidad y el alcance con los controles existentes al interior de los diferentes procedimientos que se realizan. Se debe tener muy claros los puntos de control existentes en los diferentes procesos, los cuales permiten obtener información para efectos de tomar decisiones. Los riesgos son:

Tabla de Valoración del Riesgo

VALORACIÓN DEL RIESGO		
Rango	Nivel	Descripción
> = 70	INACEPTABLE	Tomar acciones inmediatas para mejorar el control teniendo en cuenta que no se está garantizando que se materialice el riesgo.
>41 y <69	MODERADO	Realizar auditorías permanentes y evaluar los controles.
< = 40	ACEPTABLE	El control este resultado efectivo o está en contrato y el riesgo no se ha materializado.

Valoración de la oportunidad Corresponde al resultado del promedio ponderado del impacto, la probabilidad y el alcance con las acciones tomadas:

VALORACIÓN DE LA OPORTUNDIAD		
Rango	Nivel	Descripción
> = 70	FACTIBLE	El riesgo positivo es alcanzable y las acciones son oportunas para asegurar la efectividad de la acción propuesta.
>11 y <69	OPORTUNO	Evaluar permanentemente el proceso para garantizar que se materialice la oportunidad.
< = 10	DAR PRIORIDAD	Dar prioridad a generar acciones para que estos riesgos positivos pueden materializarse.



MATRIZ DE CONTRO TIPO PARA SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO

PROYECTO: OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA TIPO BRT (SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO)

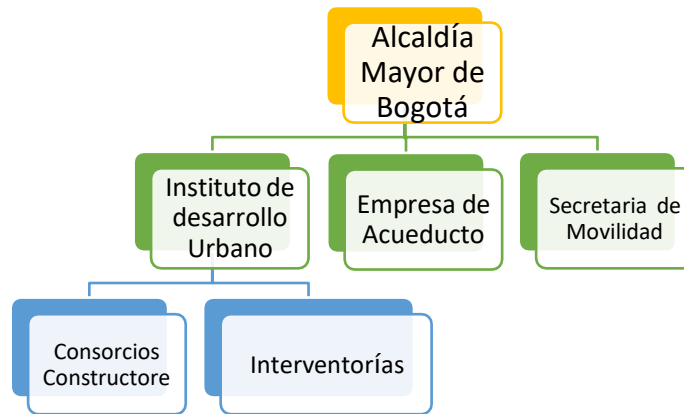
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EVEN TO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	RESPONSABLES DEL CONTROL O ACCIÓN	CAUSAS QUE LO PUEDEN GENERAR	IMPACTOS AL PROYECTO	CONTROLES O ACCIONES EXISTENTES O PROPUESTOS	PROBABILIDAD	IMPACTO	ALCANCE	CALIFICACIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	ZONA DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	VALORACIÓN DEL CONTROL O ACCIÓN	EFICACIA DEL CONTROL O ACCIÓN	VALORACIÓN DEL RIESGO U OPORTUNIDAD	NUEVO CONTROL O ACCIÓN

PLANTILLA 3

NIVELES DE DEFENSA Y DETONANTES DE PASO DE NIVEL DE EJEMPLO.

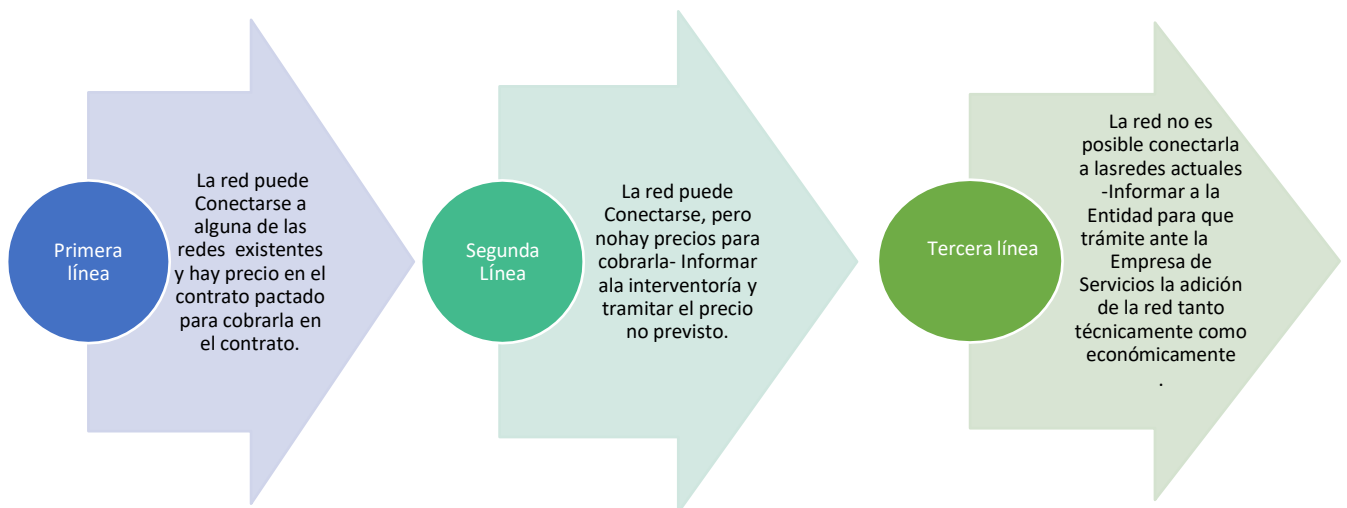
Jerarquía institucional de los contratos:

Los niveles de defensa dependen del riesgo, solo riesgos de alto impacto en el proyecto llegarán a ser tratados por el mayor nivel. También se pueden crear niveles de riesgo solo para el interior del constructor.



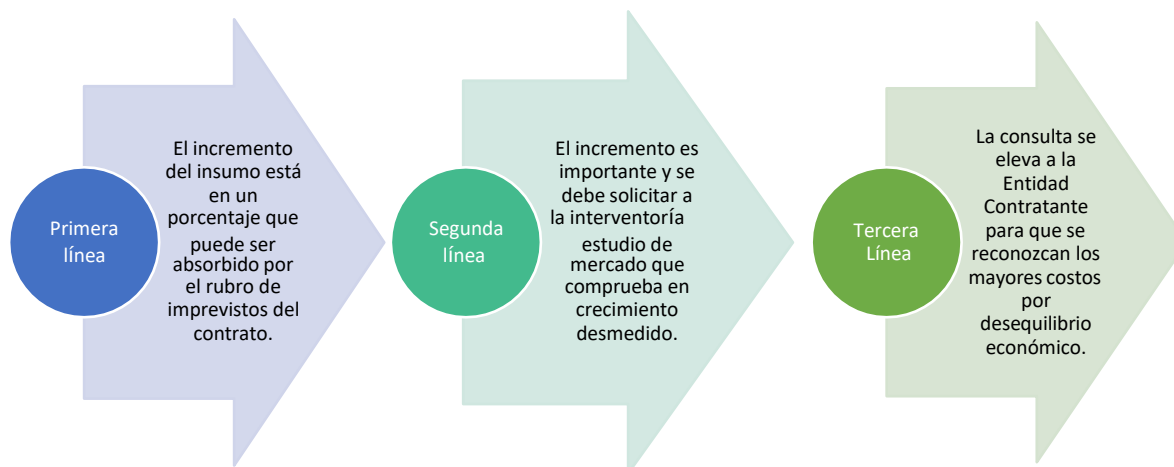
RIESGO MAYOR CANTIDADES DE REDES HUMEDAS

Se produce cuando en el proyecto se encuentra una red no detectada durante la fase de diseño del proyecto y esta debe ser renovada por su estado actual, para evitar que se tenga que intervenir en un futuro cercano y sean afectadas obras recientemente ejecutadas.



RIESGO: INCREMENTO SÚBITO DE INSUMOS IMPORTANTES DEL PROYECTO

Se produce cuando uno de los insumos más importantes del proyecto comienza a tener incrementos en costos superando la línea de crecimiento normal que el mismo puede tener.



RIESGO: RETRASO EN LA OBTENCIÓN DE UN PMT.

Se produce cuando se radica ante la secretaria de movilidad la solicitud de cierre de algún carril o calzada para poder realizar las intervenciones por obras y la secretaría niega el permiso, solicitando más entregables para poder instalar dicho cierre, poniendo en riesgo la duración de la actividad respectiva.

