

Evaluación de riesgos que impactan los costos estimados en proyectos de construcción de infraestructura vial primaria en Colombia, aplicación al Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar – La Paz

Johan Alberto Higuera Moreno

Asesor

Ronald Rojas Alvarado

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Maestría en Gerencia de Proyectos

2024

Resumen

El presente documento tiene como propósito evaluar los riesgos que generalmente impactan los costos estimados para la construcción de proyectos de infraestructura vial primaria en Colombia; a través del análisis de los conceptos expuestos por diferentes autores en relación con la gestión de riesgos en proyectos y específicamente los referentes a construcción de infraestructura, aplicándolos al caso específico del proyecto Construcción segunda calzada Valledupar – La Paz. Lo anterior, teniendo en cuenta que los proyectos de construcción de infraestructura presentan un nivel muy alto de incertidumbre, pues diferentes factores de riesgo susceptibles de materializarse en la fase de ejecución probablemente afecten la línea base de costos determinada durante la fase de planificación, en la cual también se han identificado falencias relacionadas con la estructuración de los presupuestos realizados durante la planeación de este tipo de proyectos. En el presente trabajo se identificarán los diferentes factores de riesgo que durante la etapa de ejecución pueden afectar los costos estimados en proyectos de construcción de vías primarias en Colombia, estableciendo los riesgos que generalmente inciden en este tipo de proyectos, para realizar su análisis y evaluación aplicados al caso de estudio Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar – La Paz; logrando determinar su probabilidad e impacto, sirviendo como insumo para que los equipos de proyectos relacionados con la construcción de infraestructura vial primaria, conforme a las particularidades de sus proyectos, realicen una adecuada planificación para la gestión de riesgos que impactan los costos.

Palabras clave: Gestión de riesgos, Proyectos, Valoración impactos, Matriz de riesgos, Control costo.

Abstract

The purpose of this document is to evaluate the risks that generally impact the estimated costs for the construction of primary road infrastructure projects in Colombia; through the analysis of the concepts exposed by different authors in relation to risk management in projects and specifically those referring to infrastructure construction, applying them to the specific case of the Valledupar - La Paz Second Road Construction project. The foregoing, taking into account that infrastructure construction projects present a very high level of uncertainty, since different risk factors likely to materialize in the execution phase will probably affect the cost baseline determined during the planning phase, in which have also identified shortcomings related to the structuring of the budgets made during the planning of this type of project. In the present work, the different risk factors that during the execution stage can affect the estimated costs in primary road construction projects in Colombia will be identified, establishing the risks that generally affect this type of project, to carry out their analysis and evaluation. applied to the case study Project Construction of the second road Valledupar - La Paz; managing to determine its probability and impact, serving as an input so that the project teams related to the construction of primary road infrastructure, according to the particularities of their projects, carry out adequate planning for the management of risks that impact costs.

Keywords: Risk management, Projects, Impact assessment, Risk Matrix, Control costs.

Tabla de Contenido

Introducción	8
Definición del Problema	9
Justificación	11
Objetivos	13
Metodología	14
Marco Referencial.....	17
Marco Conceptual.....	17
Marco Teórico.....	23
Marco Contextual.....	43
Modelo Propuesto y Validación.....	48
Desarrollo de la Matriz de Gestión de Riesgos.....	52
Plan de Gestión de Riesgos.....	62
Monitoreo y Control	69
Evaluación de la Gestión de Riesgos	71
Conclusiones	74
Referencias Bibliográficas	76

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Resumen Metodologías Gestión de Riesgos en Proyectos</i>	24
Tabla 2 <i>Categorías de Estudio para la Matriz de Riesgos</i>	53
Tabla 3 <i>Valores Probabilidad de Ocurrencia</i>	55
Tabla 4 <i>Valoración Magnitud de Impacto</i>	56
Tabla 5 <i>Valoración de Criticidad de Riesgo</i>	57
Tabla 6 <i>Clasificación del Riesgo</i>	57
Tabla 7 <i>Asignación del Estimado en Días de Retraso en Cronograma</i>	59
Tabla 8 <i>Cuantificación Monetaria para la Contingencia del Riesgo</i>	61

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Desarrollo para Cada Objetivo Específico</i>	16
Figura 2 <i>Actividades Proceso de Gestión de Riesgos Según PMBOK</i>	28
Figura 3 <i>Procedimiento Evaluación de Impactos Financieros en Gestión de Riesgos Proyectos de Construcción</i>	36
Figura 4 <i>Propuesta Inicial Modelo para la Gestión de Riesgos en Proyectos de Construcción de Vías</i>	49
Figura 5 <i>Propuesta Validada, Modelo para la Gestión de Riesgos en Proyectos de Construcción de Vías</i>	51
Figura 6 <i>Plan de Gestión de Riesgos</i>	64

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Matriz de Gestión de Riesgos</i>	81
---	----

Introducción

En la ejecución de proyectos están implicados una serie de riesgos de distinta índole y diferentes grados de complejidad, generando un marco de restricciones que impactan las metas y objetivos planteados, siendo necesario implementar un plan para gestionarlos con el fin de lograr un balance adecuado entre riesgo y recompensa que, en última instancia, genere valor al proyecto.

Los factores de riesgo asociados a los proyectos de construcción, que impactan sus costos de ejecución, deben ser adecuadamente identificados durante la etapa de planificación del proyecto y objeto de seguimiento y control en las etapas posteriores. Una adecuada gestión de riesgos en este tipo de proyectos incluye el desarrollo de un procedimiento para identificar los riesgos asociados a su ejecución y la implementación de acciones que permitan mitigar o evitar sus impactos, especialmente en relación con su afectación a los costos del proyecto.

Se identifican y analizan en el presente documento los principales riesgos susceptibles de suceder en proyectos de construcción de infraestructura vial en Colombia, los cuales se evalúan a través de una matriz de riesgos aplicada para el caso específico del Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar - La Paz.

Definición del Problema

En su aplicación práctica, la gestión de riesgos en proyectos es utilizada como una herramienta para crear valor. Al respecto, se han desarrollado lineamientos normativos que formalizan los procesos asociados a la gestión de riesgos en las organizaciones a través de la identificación, análisis, evaluación, tratamiento, seguimiento y control de los riesgos; considerando este proceso fundamental en la gestión integral de la organización como herramienta para establecer estrategias, tomar decisiones y lograr objetivos.

Respecto a la ejecución de proyectos de ingeniería, específicamente en obras de infraestructura vial, se presentan diferentes situaciones que ponen en riesgo la estabilidad financiera del proyecto. Estas situaciones se relacionan principalmente con aspectos de orden técnico, operativo o socio-ambiental; impactando las actividades planificadas para la ejecución del proyecto.

En el artículo publicado por Willumsen et al. (2019), a través del cual se revisó la literatura referente a las corrientes actuales de investigación acerca de cómo la gestión de riesgos crea valor en los proyectos y las organizaciones, identificaron que algunos autores intentan medir objetivamente la creación de valor asumiendo implícitamente que los lineamientos incluidos en las guías para la gestión de riesgos indudablemente generan valor, obviando con frecuencia obtener percepciones reales de los encargados de gestionar riesgos en proyectos.

Es frecuente que en los proyectos de infraestructura vial se presenten cambios en los presupuestos y cronogramas de trabajo, finalmente, afectándose el costo total del proyecto, ocasionando que los recursos asignados para su ejecución resulten insuficientes y, en consecuencia, no se puedan terminar las obras con los requerimientos de calidad y servicio esperado.

Conforme a lo anterior, se plantea como pregunta de investigación: ¿cuáles riesgos se pueden presentar durante la fase de ejecución de proyectos de construcción de infraestructura vial primaria en Colombia, que en caso de materializarse eventualmente afecten los costos del proyecto estimados durante la fase de planeación?

Así las cosas, se plantea que la gestión de riesgos en proyectos de construcción tiene un impacto significativo en la mejora del desempeño de este tipo de proyectos, principalmente en referencia a los costos y cronograma. En estudios realizados para medir la percepción de los beneficios respecto a la mejora en el desempeño de pequeños y medianos proyectos de construcción, aplicados a empresas y consultores del sector construcción, se ha encontrado que los encuestados reconocen la importancia de la implementación de gestión de riesgos en sus proyectos como factor que ha influido en la mejora de su desempeño, aunque han encontrado barreras como los costos asociados a su implementación, no obstante, el impacto en cuanto al ahorro de tiempos y costos fue positivo. (Hwang, 2014)

Por tanto, es relevante que los encargados de gerenciar proyectos de construcción de infraestructura vial en Colombia, cuenten con herramientas adecuadas para identificar y evaluar eficientemente los riesgos en sus proyectos específicos, además, tener la capacidad de implementar un plan de gestión de riesgos adaptable a los escenarios cambiantes que les permita controlarlos eficazmente y así cumplir con las metas y objetivos propuestos.

Justificación

Considerando que los proyectos son de duración temporal, su éxito generalmente se mide en términos de cumplimiento y gestión en torno a los siguientes aspectos: alcance, costo, cronograma, calidad y riesgo. (Project Management Institute [PMI], 2017)

En el informe CHAOS (Chaos Report) publicado en el año 2021 por la organización Standish Group, con base en el análisis de más de 50.000 proyectos del sector desarrollador de software en todo el mundo, se presentó como resultado para el año 2020 que para proyectos Ágiles el 39% fueron exitosos, el 52% reportaron inconvenientes que afectaron tiempo, calidad o costo, y el 9% restante fueron catalogados como fallidos, además, mostró que los proyectos Ágiles tienen 3 veces más probabilidades de tener éxito en relación con proyectos cascada. (Standish-Group, 2021)

Conforme a lo anterior, se plantea la necesidad de aumentar la probabilidad de éxito de los proyectos utilizando las diferentes metodologías y herramientas para gestión de riesgos, ya que sus impactos negativos pueden generar el fracaso total o parcial del proyecto, asimismo, una adecuada gestión puede lograr que los impactos positivos generen valor al proyecto.

Los proyectos de construcción de infraestructura vial en Colombia se han convertido en uno de los grandes retos para la administración pública, dada la importancia que tienen en el desarrollo regional y a nivel nacional para lograr la competitividad que exige la dinámica económica y social del mundo actual.

Para el estado colombiano, es una obligación brindar a sus nacionales las vías de comunicación que les permitan el fácil acceso a sus lugares de destino, logrando que las diferentes regiones tengan una conectividad adecuada para fortalecer el comercio y el acceso de todas las comunidades a los productos y servicios que les permita mejorar su calidad de vida.

Con este propósito es importante tener en cuenta que se cuenta con diferentes enfoques para la gestión de riesgos en proyectos; algunos se enfocan en la previsión mediante el proceso de identificación, análisis y evaluación de riesgos, previendo como hacer frente a los riesgos determinados, sin embargo, estas previsiones establecidas para periodos largos de tiempo (meses y años) pueden resultar ineficientes ante las condiciones cambiantes del entorno. Para los pronósticos de entornos cambiantes, se han venido implementando sistemas de gestión de riesgos más flexibles, enfocándose en buscar soluciones ante la aparición de riesgos por efecto de cambios en las condiciones del proyecto.

Por tanto, resulta conveniente para los encargados de gestionar los riesgos en proyectos de construcción, aplicar los dos enfoques indicados, utilizando el pronóstico para generar los controles adecuados de entornos previsibles y el enfoque dinámico para gestionar riesgos originados ante situaciones de cambio. (Osipova, 2013)

De acuerdo con lo anterior, a través del desarrollo del presente trabajo se identificarán, analizarán y evaluarán los riesgos que normalmente se generan en la ejecución de este tipo de proyectos, llevando a cabo su implementación al caso de estudio; sirviendo de referencia para que los encargados de gestionarlos puedan prevenir o mitigar situaciones que eventualmente afecten el desarrollo de proyectos de construcción vial.

Objetivos

Objetivo General

Analizar los riesgos que generalmente afectan los costos estimados para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura vial primaria en Colombia, con aplicación al caso de estudio Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar – La Paz.

Objetivos Específicos

Identificar los riesgos susceptibles de materializarse durante la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura vial primaria en Colombia que probablemente impactarán los costos planificados.

Analizar los riesgos identificados (probabilidad de ocurrencia y su impacto) en el marco del caso de estudio Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar - La Paz.

Priorizar los riesgos identificados y evaluados a través de una matriz aplicable al caso de estudio Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar - La Paz.

Metodología

Para la elaboración del presente proyecto se desarrollará un enfoque de investigación de tipo cualitativo, puesto que la técnica de recopilación de la información consistirá en la revisión documental con el propósito de identificar literatura relevante respecto de las metodologías y modelos aplicables para la gestión de riesgos en proyectos e investigaciones relacionadas con proyectos de construcción a nivel internacional (Europa, Norteamérica, Latinoamérica) y local (Colombia).

Esta inmersión inicial en el área de la gestión de riesgos, permitirá identificar el entorno en el cual se desarrollará el proyecto, identificando fuentes de información que ilustren la situación del tema de investigación, efectuando este proceso cualitativo de recolección y análisis de forma cíclica durante el desarrollo del documento. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010)

A través de la revisión documental se categorizarán las experiencias y conceptos apropiados en los diferentes ámbitos investigados por los autores consultados, para inicialmente establecer el estado del arte respecto a la temática propuesta y, posteriormente, a través del análisis sistemático de los referentes bibliográficos seleccionados, establecer el procedimiento más adecuado para la gestión de riesgos aplicable a proyectos de construcción, incluyendo su identificación, análisis y evaluación (con el fin de analizar sus diferentes etapas aplicándolas al caso de estudio del proyecto seleccionado).

Lo anterior, con fundamento en dos de los rasgos principales que caracterizan la investigación cualitativa, siendo inductiva centrándose en hallazgos más que en verificaciones y abierta sin excluir las diferentes situaciones ni perspectivas al recolectar los datos. (Cotán, 2016)

Se realizará la recolección de información referente al proyecto de construcción de la segunda calzada Valledupar - La Paz, como documentos contractuales de las fases de planeación

y ejecución, presupuesto, cronogramas, anexos técnicos, alcance, gestión social, predial y ambiental, entre otros. Asimismo, se consultará el procedimiento aplicable para la gestión de riesgos en proyectos que utiliza la entidad ejecutora o dueña del proyecto de infraestructura vial, para este caso el Instituto Nacional de Vías.

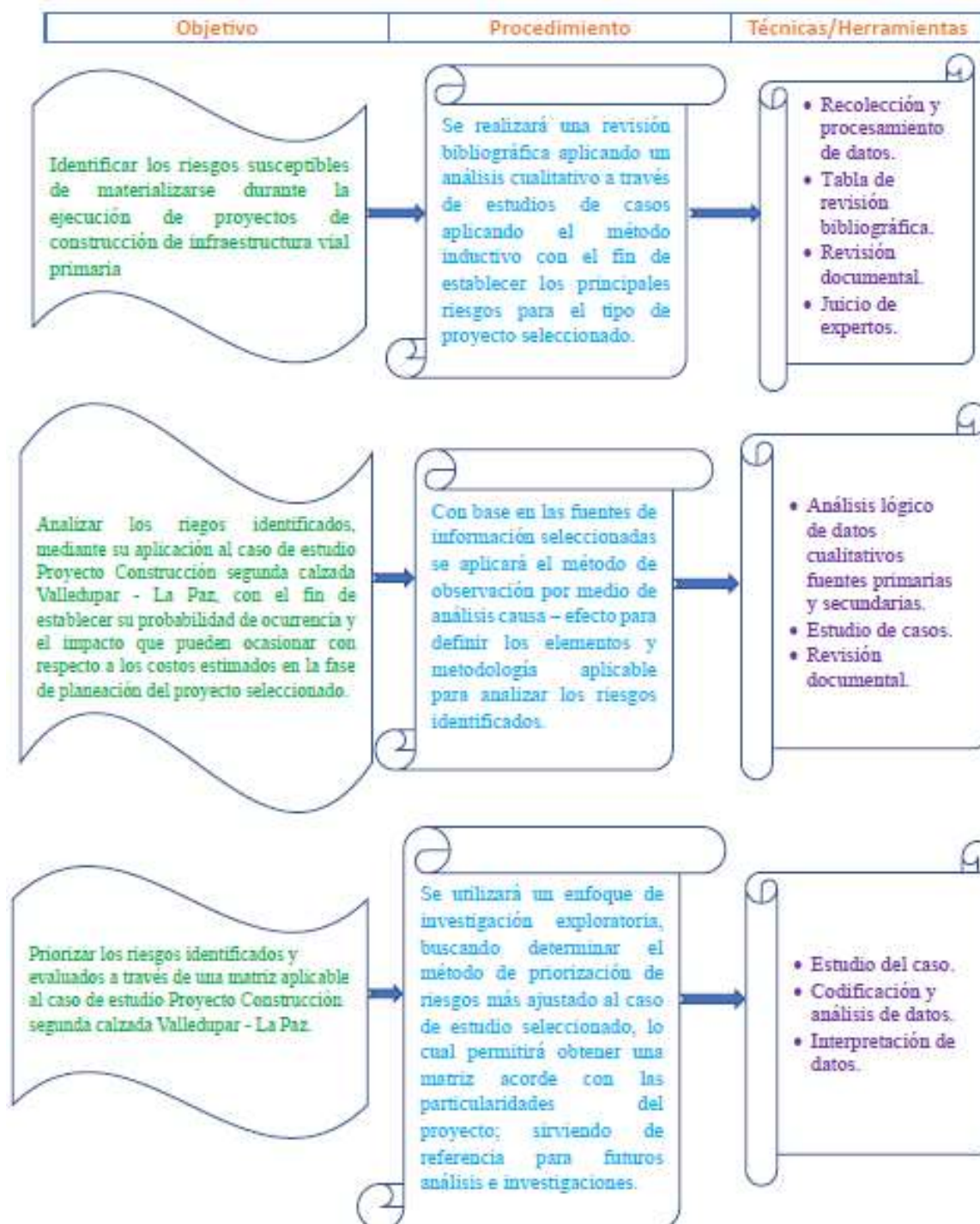
A través del análisis de la información recolectada y la aplicación de la metodología propuesta se dará respuesta a la problemática planteada, obteniendo como producto un documento estructurado que presente la metodología aplicable para la gestión de riesgos en proyectos, iniciando con la identificación adecuada de los riesgos susceptibles de materializarse durante la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura vial primaria en Colombia, analizándolos sistemáticamente mediante su aplicación al caso de estudio Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar - La Paz, con el fin de establecer su probabilidad de ocurrencia y el impacto que pueden ocasionar con respecto a los costos estimados en la fase de planeación.

Finalmente, mediante la evaluación de los riesgos determinados se obtendrá una matriz de riesgos para establecer su priorización y se propondrá un plan de gestión de riesgos para el proyecto seleccionado, que pueda implementarse durante su etapa de ejecución.

En la Figura 1 se observa el procedimiento, técnicas y herramientas a utilizar para desarrollar cada objetivo específico:

Figura 1

Desarrollo para Cada Objetivo Especifico.



Fuente. Elaboración propia

Marco Referencial

En esta sección se exponen los conceptos y argumentos teóricos generados por diferentes autores en relación con la temática planteada en cuanto a la gestión de riesgos que impactan los costos en proyectos enfocados en el sector construcción.

Inicialmente, se presenta un marco conceptual en el cual se incluyen las definiciones y características de los conceptos relevantes asociados a la temática propuesta; posteriormente, se desarrolla el marco teórico en el que se exponen los diferentes referentes teóricos relacionados con la gestión de riesgos en proyectos, incluyendo antecedentes y estado del arte, con base en el análisis de la información consultada a través de diferentes investigaciones o artículos científicos relacionados con la evaluación de riesgos en proyectos. Finalmente, en el marco contextual, se muestra la información y datos del proyecto seleccionado como caso de estudio para aplicar la metodología propuesta con el fin de contextualizar al lector en la temática específica del presente trabajo.

Marco Conceptual

La Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos sexta edición del Project Management Institute (PMI, 2017) presenta las siguientes definiciones respecto de la gestión de riesgos en proyectos:

Acción Correctiva: actividad intencional que realinea el desempeño del trabajo del proyecto con el plan para la dirección del proyecto.

Acción Preventiva: actividad intencional que asegura que el desempeño futuro del trabajo del proyecto esté alineado con el plan para la dirección del proyecto.

Auditoría de los Riesgos: tipo de auditoría utilizada para considerar la efectividad del proceso de gestión de riesgos.

Categorización de Riesgos: organización por fuentes de riesgo (p.ej., utilizando la RBS), por área del proyecto afectada (p.ej., utilizando la EDT/WBS) o por otra categoría

útil (p.ej., fase del proyecto) a fin de determinar qué áreas del proyecto están más expuestas a los efectos de la incertidumbre.

Compartir el Riesgo: estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto asigna la responsabilidad de una oportunidad a un tercero que está en las mejores condiciones de capturar el beneficio de esa oportunidad.

Escalamiento del Riesgo: estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo reconoce que un riesgo está fuera de su esfera de influencia y traslada la responsabilidad del riesgo a un nivel más alto de la organización donde se le gestiona de forma más efectiva.

Evitar el Riesgo: estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto actúa para eliminar la amenaza o proteger al proyecto de su impacto.

Explotación del Riesgo: estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto actúa para garantizar la ocurrencia de una oportunidad.

Exposición al Riesgo: medida acumulada del impacto potencial de todos los riesgos en cualquier momento dado de un proyecto, programa o portafolio.

Gestión de los Riesgos del Proyecto: la Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto.

Identificar los Riesgos: proceso de identificar los riesgos individuales, así como las fuentes de riesgo general y documentar sus características.

Implementar la Respuesta a los Riesgos: proceso de implementar planes acordados de respuesta a los riesgos.

Informe de Riesgos: documento del proyecto, desarrollado progresivamente a lo largo de los procesos de Gestión de los Riesgos del Proyecto, que resume la información sobre los riesgos individuales del proyecto y el nivel de riesgo general del proyecto.

Matriz de Probabilidad e Impacto: cuadrícula para mapear la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo y su impacto sobre los objetivos del proyecto en caso de que ocurra dicho riesgo.

Mitigar el Riesgo: estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto actúa para disminuir la probabilidad de ocurrencia o impacto de una amenaza.

Monitorear los Riesgos: proceso de monitorear la implementación de los planes acordados de respuesta a los riesgos, hacer seguimiento a los riesgos identificados, identificar y analizar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a lo largo del proyecto

Plan de Gestión de los Riesgos: componente del plan para la dirección del proyecto, programa o portafolio que describe el modo en que las actividades de gestión de riesgos serán estructuradas y llevadas a cabo.

Planificar la Gestión de los Riesgos: proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.

Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos: proceso de priorizar los riesgos individuales del proyecto para análisis o acción posterior, evaluando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos, así como otras características.

Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos: proceso de analizar numéricamente el efecto combinado de los riesgos individuales del proyecto identificados y otras fuentes de incertidumbre sobre los objetivos generales del proyecto.

Riesgo: evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos de un proyecto.

Riesgo General del Proyecto: efecto de la incertidumbre sobre el proyecto en su conjunto, proveniente de todas las fuentes de incertidumbre incluidos riesgos individuales, que representa la exposición de los interesados a las implicancias de las variaciones en el resultado del proyecto, tanto positivas como negativas.

Riesgo Residual: riesgo que permanece después de haber implementado las respuestas a los riesgos.

Riesgo Secundario: riesgo que surge como resultado directo de la implantación de una respuesta a los riesgos.

Reserva para Contingencias: tiempo o dinero asignado en el cronograma o línea base de costos para riesgos conocidos con estrategias de respuesta activas.

Umbral de Riesgo: nivel de exposición al riesgo por encima del cual los riesgos se abordan y por debajo del cual los riesgos pueden aceptarse.

Transferir el Riesgo: estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto traslada el impacto de una amenaza a un tercero, junto con la responsabilidad de la respuesta.

En el Manual para la Administración de Riesgos Institucionales y Anticorrupción de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI, 2015) se indican algunos conceptos respecto de la gestión de riesgos en el sector de la construcción vial, que se presentan a continuación:

Administración del riesgo: Conjunto de elementos de control que al interrelacionarse brindan la capacidad para emprender las acciones necesarias que le permitan el manejo de los eventos que puedan afectar negativamente el logro de los objetivos institucionales y protegerla de los efectos ocasionados por su ocurrencia.

Análisis del Riesgo: Es un método sistemático de recopilación, evaluación, registro y difusión de información necesaria para formular recomendaciones orientadas a la adopción de una posición o medidas en respuesta a un peligro determinado.

Causas: Son todo aquello que se pueda considerar fuente generadora de eventos (riesgos). Las fuentes generadoras o agentes generadores son las personas, los métodos, las herramientas, el entorno, lo económico, los insumos o materiales entre otros.

Controles: Son mecanismos que permiten asegurar que las actividades reales se ajusten a las programadas. También son utilizados para detectar la presencia de errores y de evitar la materialización de los riesgos.

Evento: Un incidente o situación, que ocurre en un lugar particular durante un intervalo de tiempo específico.

Factores de Riesgo: Situaciones, manifestaciones o características medibles u observables asociadas a un proceso que generan la presencia de riesgo o tienden a aumentar la exposición, pueden ser internos o externos a la entidad.

Gestión de Riesgo: Se puede definir como el proceso de toma de decisiones en un ambiente de incertidumbre sobre una acción que va a suceder y sobre las consecuencias que existirán si esta acción ocurre.

Impacto: Hace referencia a las consecuencias que puede ocasionar a la organización la materialización del riesgo; se refiere a la magnitud de sus efectos.

Mapa de riesgos: Es la herramienta metodológica que permite hacer un inventario de los riesgos de manera ordenada y sistemática. Permite definirlos, describirlos, indicar sus posibles consecuencias, así como indicar la probabilidad, el impacto inherente facilitando el registro de las acciones a seguir.

Matriz de riesgos: Instrumento utilizado para ubicar los riesgos en una determinada zona de riesgo según la calificación cualitativa de la probabilidad de ocurrencia y del impacto de un riesgo.

Monitoreo: Es una evaluación continua de una acción en desarrollo. Es un proceso interno coordinado por los responsables de la acción. El sistema de monitoreo debe ser integrado en el trabajo cotidiano.

Probabilidad: Es la posibilidad de que ocurra un evento específico o resultado, medido por la frecuencia y factibilidad de ocurrencia del riesgo, expresado de manera cualitativa y cuantitativa.

Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

Riesgo: Posibilidad de que suceda algún evento que tendrá un impacto sobre los objetivos institucionales o del proceso. Se expresa en términos de probabilidad e impacto.

Riesgo Inherente: Es aquel al que se enfrenta una entidad en ausencia de acciones de la dirección para modificar su probabilidad o impacto.

Riesgo residual: Se refiere al margen o residuo de riesgo que puede darse a pesar de las medidas de tratamiento tomadas para la administración del riesgo.

Seguimiento: Observación minuciosa del desarrollo de un proceso, revisa continuamente la evolución del rendimiento respecto de lo previsto, mediante el análisis de datos e indicadores establecidos con fines de seguimiento y evaluación.

En lo referente a la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial se deben considerar los siguientes conceptos específicos:

Planificación de la gestión de riesgos: Mediante este proceso se definen las acciones por cada componente de obra con el objeto de mitigar los riesgos para el proyecto.

Identificación del riesgo: al realizar la identificación del riesgo que amenaza la ejecución de las obras y demás componentes del proyecto de infraestructura, se requiere clasificarlo según su origen y efecto, determinándose varios tipos de riesgos como: financieros, técnicos, legales, comerciales, ambientales, sociales.

Riesgos financieros: son aquellos que afectan directamente los aspectos financieros del contrato de obra; como flujos de caja, capital, interés, tasas de cambio, ingresos esperados, entre otros, que finalmente impactan los tiempos y costos del proyecto.

Riesgo técnico: se relaciona con todas las situaciones que afectan el desarrollo de las actividades constructivas y la calidad del producto esperado, por efectos del uso de la tecnología, procesos constructivos, experticia del personal, falencias en especificaciones técnicas, materiales defectuosos, costos de operación excesivos, entre otros, que posiblemente generarán eventos negativos en relación con la calidad y alcance de las obras contratadas.

Riesgo comercial: se refiere a los riesgos que afectan la rentabilidad o ingreso esperado para el proyecto, en caso de concesiones viales se relaciona con menores ingresos por concepto de peajes, para obra pública se puede asociar al nivel de satisfacción y uso por parte de los ciudadanos del bien construido.

Riesgo legal: se asocia a la probabilidad de generarse efectos adversos en el proyecto constructivo con ocasión de actividades o gestión de la organización que no están conformes con la legislación y normativa vigentes, asimismo, en la gestión contractual se puede generar si la contraparte no tiene la autoridad legal y/o la voluntad para realizar una transacción o modificación contractual.

Riesgo ambiental: este tipo de riesgo se determina cuando existe la probabilidad de que el proyecto constructivo no obtenga los permisos o licencias ambientales requeridos, también que no se cumpla con el plan de manejo ambiental aprobado por la autoridad competente, o que se generen impactos ambientales negativos y/o que no se implementen oportunamente las acciones para mitigar o evitar los impactos ambientales.

Marco Teórico

La gestión de los riesgos como una de las áreas de conocimiento en la gerencia de proyectos, permite identificar, analizar, gestionar y monitorear la respuesta a los riesgos del proyecto. El desarrollo de las herramientas para la gestión de riesgos en proyectos se ha enfocado principalmente en hacerle frente a los riesgos identificados, sin embargo, algunos autores han criticado este enfoque por considerarlo ineficiente para el logro del objetivo principal que es conseguir minimizar las amenazas y maximizar las oportunidades teniendo mayor certeza para lograr el éxito del proyecto.

En su artículo, Osipova y Eriksson (2013) indican que, según el PMBOK® la gestión de riesgos obedece a un proceso sistemático establecido para identificar, evaluar y responder a los riesgos del proyecto; este proceso se encuentra formalizado en diferentes etapas, por lo general, basados en la identificación, evaluación, planificación y control. Respecto a la identificación de riesgos se sugiere que en esta etapa participen la mayor parte de los interesados en el proyecto, teniendo en cuenta que predecir todos los riesgos es una técnica bastante compleja.

La evaluación de riesgos tiene como fin priorizar los riesgos que deben gestionarse, existiendo métodos cualitativos y cuantitativos que facilitan esta labor. Finalmente, la gestión de los riesgos determina las acciones pertinentes para hacer frente a los riesgos identificados y priorizados buscando como evitarlos o mitigarlos en caso de que se materialicen.

Metodologías Gestión de Riesgos en Proyectos

A continuación, a través de la tabla 1 se realiza una exposición de algunas de las metodologías comúnmente utilizadas para la gestión de riesgos en proyectos.

Tabla 1

Resumen Metodologías Gestión de Riesgos en Proyectos

Metodología	Gestión de riesgos	Etapas del Proceso	Técnica/Herramientas	Salidas/Entregables
PMBOK	Planificar la Gestión de Riesgos Identificación de los Riesgos Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Riesgos Plantear e implementar la Respuesta a los Riesgos Monitorear y Controlar los Riesgos	Planificar la Gestión de Riesgos Identificación de los Riesgos Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Riesgos Plantear e implementar la Respuesta a los Riesgos Monitorear y Controlar los Riesgos	Planteamiento de procesos o procedimientos Juicio de expertos Lluvia de ideas Entrevistas Análisis de Monte Carlo Análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos	Plan de respuesta a los riesgos Monitoreo y control de riesgos
APM - PRAM 2004	Iniciar Identificar Evaluar Planear respuestas Implementar respuestas	Iniciar Identificar Evaluar Planear respuestas Implementar respuestas	Definir enfoque de gestión de riesgos Lluvia de ideas Análisis FODA Entrevistas Técnica Delphi Concepto de expertos Revisión por pares	Plan de respuestas Seguimiento y control de riesgos
PRINCE2	Etapas 1 – Identificación Etapas 2 – Evaluación Etapas 3 – Planificación Etapas 4 – Implementación	Etapas 1 – Identificación Etapas 2 – Evaluación Etapas 3 – Planificación Etapas 4 – Implementación	Contextualizar el proyecto Involucrar a las partes interesadas	Documento de estrategia de gestión de riesgos

	Etapa 5 - Integración y Gestión del proceso	Lecciones aprendidas Listas de verificación Lluvia de ideas	Integración y Gestión del proceso
SCRUM	Identificación de riesgos Evaluación de riesgos Priorización de riesgos Mitigación de riesgos Comunicación de riesgos	Lecciones aprendidas de retrospectiva Listas de chequeo Entrevistas Tormenta de ideas Estructura de Desglose de Riesgos Matriz de probabilidad e impacto Valor monetario esperado (EMV)	Plan de gestión de riesgos Medición de la efectividad de las acciones, para identificar nuevos riesgos

Nota. Elaboración propia a partir de las guías metodológicas: (Guía PRAM, 2004); (PMBOK® Guide, 2017); (Guía del SBOK®, 2022).

Gestión de Riesgos Según PMBOK®

En el desarrollo de proyectos se plantean dos tipos de riesgos: individuales (suceso o evento incierto) y riesgos generales (fuentes de incertidumbre), en el marco de los cuales se pueden presentar valores positivos o negativos. En concordancia a lo anterior, es lógico plantear que los valores positivos de los riesgos individuales conducen a la generación de oportunidades o beneficios y los valores negativos conducen a la generación de amenazas o problemas.

De este modo, en los riesgos generales el objetivo consiste mantener en equilibrio los valores positivos y negativos manteniéndolos en un rango aceptable, bien sea por decrecimiento de impulsores de variación negativa y el crecimiento de impulsores de variación positiva. Los riesgos están presentes en todas las fases del proyecto, de tal modo que su gestión debe tener un

carácter iterativo abordándolos desde la fase de planificación, controlándolos y/o gestionándolos a medida que se desarrolla el proyecto, a fin de garantizar su feliz término y a su vez contrarrestando la presencia de riesgos emergentes.

En la Guía PMBOK® Séptima Edición, se plantea el siguiente procedimiento para gestionar los riesgos en proyectos:

Planificar la Gestión de Riesgos. Planificar consiste en plantear procesos o procedimientos de tal forma que se concrete cómo se van a realizar las tareas y actividades de gestión de riesgos de un proyecto. Es imprescindible plantear su nivel, tipología y visibilidad en relación con un proyecto. Se deben considerar los diferentes documentos del proyecto y la organización, asegurándose que su implementación abarque el cronograma, presupuesto, estructura de desglose de trabajo (EDT) y demás aspectos de gestión en todo tiempo y nivel. Al planificar la gestión de riesgos esta se debe proyectar desde el inicio, aunque a lo largo del proyecto aparezcan parámetros de planificación que deban ser modificados.

Identificación de los Riesgos. Consiste en el proceso mediante el cual se determinan los riesgos susceptibles de presentarse durante el desarrollo del proyecto, estableciendo su origen y características. En este aspecto, es importante tener en cuenta el juicio de valor emitido por el grupo de expertos seleccionado como herramienta base para la identificación de riesgos, el cual debe estar argumentado, fundamentado y sustentado desde los conocimientos, saberes, experiencias, capacitaciones y competencias adquiridas en la teoría y práctica, según resulte apropiado o conforme a la actividad que se está ejecutando.

Se considera que el grupo de expertos seleccionado debe conocer la perspectiva de la organización, su nivel de adaptación al cambio y procesos de gestión, además, conocimientos en determinación de riesgo; se pueden tener en cuenta, por ejemplo: el director, equipo del

proyecto, expertos externos, interesados y usuarios calificados.

Análisis Cualitativo y Cuantitativo de Riesgos. El análisis cualitativo de riesgos permite evaluar sus efectos e implicaciones en el proyecto mediante el estudio de sus condiciones precedentes y la evaluación de sus consecuencias u efectos, respecto de los riesgos previamente identificados con el fin de elaborar una respuesta efectiva en las diferentes etapas del proyecto.

El análisis cuantitativo de riesgos consiste en estudiar las probabilidades de ocurrencia de los riesgos predeterminados, asimismo, medir su impacto a través de calificaciones predeterminadas, por ejemplo: bajo (1), significativo (2), alto (3), catastrófico (4); en el caso de las probabilidades se califica como: improbable (1), muy poco probable (2), probable (3) y muy probable (4). (Fenollera, 2011).

Plantear e Implementar la Respuesta a los Riesgos. Tiene como finalidad establecer un plan de respuesta a los riesgos que permita mediante la aplicación de procedimientos y técnicas adecuadas; evitar, reducir, mitigar o potencializar los riesgos determinados. Este proceso pretende generar acciones para optimizar los efectos de los eventos positivos y minimizar los impactos de las situaciones negativas que puedan afectar el desarrollo del proyecto. Se debe incluir la asignación de la(s) persona(s) responsables de gestionar la acción a implementar y asignar los recursos en el presupuesto, cronograma y plan de dirección del proyecto.

Monitorear y Controlar los Riesgos. El monitoreo a la implementación del plan de respuesta a los riesgos permite medir el nivel de cumplimiento, eficiencia y efectividad de las acciones definidas en la etapa de planificación. El control de dichas acciones busca garantizar que las respuestas a los riesgos se ejecuten óptimamente, generando información necesaria para abordar adecuadamente la materialización del riesgo en el proyecto, tomando las decisiones

requeridas para que los impactos negativos se eviten o mitiguen y los positivos se potencialicen. Se debe efectuar el monitoreo y control a lo largo de toda la ejecución del proyecto, con el fin de evitar la ocurrencia de riesgos residuales y/o identificando la eventual ocurrencia de un nuevo riesgo, además de evaluar las acciones implementadas para realizar la retroalimentación del proceso.

Figura 2

Actividades Proceso de Gestión de Riesgos Según PMBOK

Proceso	Acción
Cuándo se administra el riesgo	Planeación, ejecución, control y cierre
Qué acciones se hacen	Identificación de riesgos, cualificación y cuantificación del riesgo, respuesta
Técnica	Lluvia de ideas, Check list, modo de falla y análisis de opciones
Administrador	Director del proyecto
Participantes	Equipo del proyecto
Entregables	Documento de registro de riesgos, plan de respuesta
Periodicidad	Una vez comienza, en cada reunión de monitoreo

Fuente. Tomado de “Effect of risk management implementation on productivity improvement” (p. 2), por M. Fenollera, 2011, *Annals & Proceedings of DAAAM International*, vol. 22, nº 1.

Gestión de Riesgos Según APM - PRAM 2004

La Project Risk Analysis and Management Guide (Guía PRAM) publicada en 2004 por la Asociación para la Gestión de Proyectos (APM, 2015), presenta los enfoques y técnicas para la gestión de riesgos mediante una metodología que se divide en fases y procesos iterativos de tal forma que se genera una secuencia en el engranaje del proceso. Las fases son:

Iniciar. En esta fase se establecen los propósitos y el alcance de la gestión de riesgos. Se divide en dos etapas:

Definir el proyecto: se determinan los procesos y actividades generales del proyecto en las que se implementará la gestión de riesgos, teniendo en cuenta su alcance, cronograma o plan de trabajo, presupuesto, especificaciones de calidad, interesados y demás componentes del plan de gestión del proyecto.

Definir el enfoque del proceso de gestión de riesgos: se establecen los criterios y requerimientos que deben regir el proceso de gestión de riesgos alineándolos a los procesos y estructura de trabajo del proyecto, teniendo en cuenta la cultura organizacional y su entorno. Se deben parametrizar los procesos, responsables, recursos, tiempos y herramientas que se van a requerir para la gestión de riesgos en el proyecto.

Identificar. Se identifican y determinan los riesgos que puedan afectar directa o indirectamente la ejecución del proyecto y el cumplimiento de sus objetivos y alcance. Se debe contemplar el origen de los eventos que pueden generar los diferentes tipos de riesgos que permitan su categorización. Para esto, se pueden utilizar algunas de las herramientas planteadas en la metodología:

- Lluvia de Ideas.
- Análisis FODA.
- Experiencias en proyectos anteriores o similares.
- Entrevistas.
- Técnica Delphi.
- Concepto de expertos.
- Revisión por pares.

Evaluar. Se efectúa el análisis de los riesgos identificados previamente, para determinar sus características, probabilidad e impacto, clasificándolos según su nivel de amenaza u

oportunidad. Se sugiere en la guía adelantar este proceso en cuatro etapas: estructura, propiedad, estimación y evaluación. La priorización de los riesgos se establece según el nivel de amenaza o de oportunidad, determinando su impacto en función de su probabilidad.

Planear Respuestas. Se generan las respuestas ante la materialización de riesgos, las cuales permitirán gestionarlos adecuadamente. Mediante la información obtenida de la evaluación de riesgos se deben implementar acciones con el fin de mitigar o evitar las amenazas e incrementar las oportunidades. Para estructurar las respuestas, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Impacto del riesgo respecto a los objetivos del proyecto.
- Efectividad de la respuesta para mitigar o evitar los riesgos que afecten el alcance, costo y tiempo del proyecto.
- El costo – beneficio de la acción para gestionar el riesgo en función del costo real que pueda generar al materializarse.
- Disponibilidad de recursos para implementar las respuestas.

Implementar Respuestas. Se implementan las acciones para responder a los riesgos de acuerdo con el plan de respuesta determinado en la fase anterior, determinando las personas responsables de su ejecución y seguimiento, así como la destinación de los recursos necesarios. Se debe controlar que su implementación sea oportuna y adecuada conforme se fijó en la respuesta a cada riesgo.

Finalmente, a través del seguimiento y control realizado a la implementación del plan de respuestas a los riesgos, se puede establecer su eficacia y monitorear su efectividad, para en caso de observar desviaciones que afecten el desarrollo del proyecto, tomar las acciones requeridas que permitan nivelar los componentes del plan de gestión del proyecto afectados.

Gestión de Riesgos Según PRINCE2

PRINCE2 utiliza como guía para la gestión de riesgos el método MoR[®] - *Management of Risk* publicado por la Office of Government Commerce de Reino Unido en el año 2010, consistente en una metodología basada en cuatro aspectos fundamentales: principios, enfoque, procesos e integración y revisión para la gestión de riesgos. (Montes y Pérez, 2014)

Según los autores, la metodología MoR busca proporcionar un marco de referencia para la gestión de riesgos en proyectos, aplicando los siguientes principios:

Entender el contexto del proyecto.

Involucrar a las partes interesadas con el fin de coadyuvar en la identificación de riesgos.

Definir roles y responsabilidades para la gestión de los riesgos.

Proporcionar informes regulares de los riesgos.

Con base en estos principios, se generan los procesos que abarcan la gestión, implementación y control de riesgos en el proyecto. La metodología se caracteriza por ser flexible y se fundamenta en la planificación del proceso, generando un adecuado y racional uso de los recursos destinados para la gestión de riesgos, adoptando criterios de la administración de proyectos con el fin de evitar o mitigar las situaciones de riesgo y así lograr terminar el proyecto exitosamente. (Cazorla, 2010)

Prince2 establece cinco pasos para la gestión de riesgos, recomendando que en el proyecto se genere un documento de estrategia para su gestión, en el cual se definan los respectivos procedimientos para la identificación, evaluación, planificación, implementación e integración de riesgos en el proyecto. Los autores Guillart y Capuz (2020), describen los pasos de la siguiente manera:

Identificación. En este paso se obtiene información acerca de cada actividad planificada

dentro del contexto del proyecto con el propósito de identificar los riesgos que posiblemente impacten su alcance, los cuales se incluirán en el documento de estrategia de gestión de riesgos determinando su causa, evento y efecto. Lo anterior, utilizando herramientas como: las lecciones aprendidas de proyectos anteriores, listas de verificación, lluvia de ideas, entre otras.

Evaluación. Se divide en dos componentes:

Estimación: se realiza la priorización de riesgos evaluando la probabilidad de ocurrencia, el impacto (positivo o negativo) y la proximidad indicando cuando es susceptible de suceder el riesgo.

Análisis: se realiza la agrupación de los riesgos identificados, tanto amenazas como oportunidades, con el fin de obtener una visión global y comprender el efecto de los riesgos en el proyecto.

Planificación. Se establecen las respuestas específicas frente a los riesgos identificados de manera individual y a nivel general para el proyecto, con el fin de eliminar, evitar, reducir, transferir o aceptar las amenazas y oportunidades.

Implementación. Busca garantizar que las acciones se implementen conforme a lo planificado y especificado en el documento de estrategia de gestión de riesgos, asimismo, se determinan las actividades pertinentes para realizar el respectivo seguimiento y control con el fin de verificar el cumplimiento de las acciones de gestión de riesgos implementadas, asignando la responsabilidad de su ejecución en los roles de “propietario del riesgo” y “ejecutor del riesgo”.

El Ejecutor del riesgo es quien lleva a cabo acciones particulares para implementar efectivamente la gestión del riesgo determinado. El Propietario del riesgo es responsable de la gestión y seguimiento global de los riesgos asignados a su cargo.

A través del seguimiento se pretende establecer si las respuestas implementadas han sido

eficaces. Por medio del control se reúne la información necesaria para verificar el nivel de eficiencia y cumplimiento de las respuestas, sirviendo de base para en caso de encontrar desviaciones se tomen las decisiones que permitan implementar las acciones correctivas necesarias.

Integración y Gestión del Proceso. Es un proceso transversal que se efectúa de manera continua durante todas las etapas de la gestión de riesgos. Permite garantizar el cumplimiento de cada una de las etapas y su integración con los demás procesos de gestión del proyecto, así como comunicar a las partes interesadas sobre la gestión realizada para afrontar las amenazas y oportunidades presentadas en la ejecución proyecto, buscando su participación proactiva de tal forma que se logren los resultados esperados. Esta etapa generalmente es responsabilidad del director del proyecto.

Gestión de Riesgos Según SCRUM

SCRUM es un marco de gestión de proyectos de tipo ágil que se caracteriza por permitir adaptarse a un entorno flexible, rápido, iterativo y eficaz, aumentando en los últimos años su popularidad y uso en diversos proyectos a nivel mundial. Su principal virtud consiste en el uso de equipos multidisciplinarios competentes y autosuficientes que se distribuyen el trabajo en ciclos cortos denominados Sprint.

El marco Scrum considera algunas herramientas para analizar la gestión de riesgos con el fin de garantizar la viabilidad del proyecto, reduciendo la probabilidad de efectos adversos y aportar en la toma de decisiones oportunas y eficaces. La gestión de riesgos en Scrum busca minimizarlos, dado que su metodología se basa en producir entregables en ciclos muy cortos. (SCRUMstudy, 2022)

Para Scrum es relevante la actitud frente al riesgo de parte de los interesados del

proyecto, proponiendo tres factores que influyen en dicha actitud:

Apetito de riesgo: Mide la incertidumbre que aceptaría asumir el interesado.

Tolerancia al riesgo: Determina la cantidad de riesgo que pueden resistir los interesados.

Umbral de riesgo: Es el nivel aceptable del riesgo que afecta al interesado.

Con base en la Guía de los FUNDAMENTOS DE SCRUM (Guía del SBOK®) Cuarta Edición, se establecen los siguientes cinco pasos a seguir para realizar la gestión de riesgos durante el desarrollo del proyecto:

Identificación de Riesgos. El equipo del proyecto debe identificar los riesgos propios del proyecto con base en su entorno y alcance, utilizando diversas herramientas como: lecciones aprendidas de retrospectiva (Retrospect Sprint), listas de verificación de riesgos, tormenta de ideas, estructura de desglose de riesgos y entrevistas.

Evaluación de Riesgos. Se evalúa el impacto potencial de los riesgos identificados clasificándolos en orden de magnitud en relación con su probabilidad de ocurrencia, proximidad en relación a cuándo se puede presentar e impacto estableciendo su efecto en el proyecto o la organización. De esta forma, el equipo de trabajo puede determinar los niveles de esfuerzo y orden en que debe abordarse la gestión de riesgos en el proyecto.

Para la estimación de efectos se siguen utilizar las siguientes técnicas de evaluación de riesgos: reunión de riesgos, árboles de probabilidad, análisis de Pareto, matriz de probabilidad e impacto, valor monetario esperado (EMV).

Priorización de Riesgos. En SCRUM una vez identificados y evaluados los riesgos, se realiza el proceso de Crear el backlog priorizado del producto, con el fin de crear una lista de los riesgos priorizados y seleccionar de estos cuales son susceptibles de mitigarse, estableciendo cuáles se deben atender con prioridad durante el sprint y los que pueden ser atendidos en un

segundo paso.

Mitigación de Riesgos. Teniendo en cuenta la probabilidad e impacto de cada riesgo se generan respuestas proactivas o reactivas para mitigarlo o contrarrestarlo, en ocasiones según su valoración los riesgos también pueden ser aceptados. En Scrum, el Product Owner hace referencia al encargado del riesgo que se encuentra a cargo de su gestión, además, el equipo Scrum tiene la responsabilidad de implementar respuestas al riesgo durante un sprint.

Comunicación de Riesgos. Se considera importante comunicarles a los interesados en el proyecto o negocio los resultados de la gestión de riesgos y tener en cuenta su percepción respecto a los posibles efectos. El Product Owner es el responsable de priorizar los riesgos y comunicarlos al Equipo Scrum.

Gestión de Riesgos en Proyectos de Construcción a Nivel Internacional: Europa y América

Con base en la revisión analítica documental, se identificaron a nivel internacional distintos trabajos de investigación relacionados con la gestión de riesgos en proyectos de construcción. A continuación, se presentan los principales hallazgos obtenidos por algunos de los autores consultados, que se consideran relevantes respecto al tema objeto de estudio.

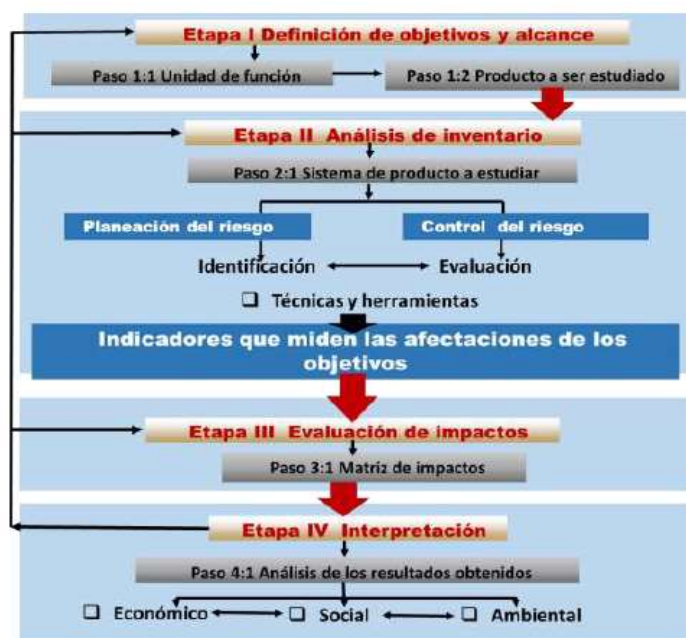
Los autores Dotres et al. (2020) proponen en su artículo una metodología para la evaluación de impactos financieros desde la gestión de riesgos en la etapa de ejecución de los proyectos, utilizando como herramienta la evaluación de impactos a través de la gestión de riesgos, lo cual permite la formulación de estrategias y acciones a través de su interpretación, resaltando que las suspensiones o atrasos ocasionados por la materialización de riesgos no previstos, generan efectos económicos adversos con ocasión de la ampliación en el tiempo de ejecución y consecuentemente en los costos realmente causados para el desarrollo del proyecto.

Además, se evidencia un efecto social que implica la desviación en tiempo y costo durante la ejecución de los proyectos de construcción.

Finalmente, proponen utilizar como metodología el análisis del ciclo de vida para la evaluación del impacto asociado a la gestión de riesgos, como se indica en la Figura 3:

Figura 3

Procedimiento Evaluación de Impactos Financieros en Gestión de Riesgos Proyectos de Construcción



Fuente. Tomado de “Experiencias de una evaluación de impactos financieros en proyecto de construcción desde la gestión del riesgo” (p. 5), por S. Dotres et al., 2020, Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional RILCO, 5.

En su Tesis Doctoral Urgilés (2019) desarrolló una metodología denominada CTCR (Costo, Tiempo, Criticidad, Riesgos) para el seguimiento y control de proyectos complejos de construcción aplicado al sector hidroenergético, mediante la cual se aplican mediciones

periódicas a los avances del proyecto tanto físicos como financieros, aplicando conceptos de la técnica EVM (Valor Ganado), que se basa principalmente en los costos, pero involucrando otros componentes como tiempo, criticidad y riesgos.

Concluye el autor que las técnicas tradicionales de control de proyectos, como la del Cronograma Valorado o la del EVM, aunque contribuyen con la generación de indicadores al correcto seguimiento y la toma de decisiones, estas resultan insuficientes, puesto que se deben complementar con otras mediciones que incluyan conceptos como son los riesgos asociados a la ejecución de ciertas actividades, los cuales finalmente podrían generar sobrecostos y ampliación de los plazos previstos para la ejecución, además, considera importante valorar la criticidad técnica que presentan ciertas actividades constructivas principalmente en proyectos complejos.

En su artículo referente a gestión de riesgos en inversiones constructivas, Dotres (2018) indica que las primeras consideraciones acerca de los riesgos en inversiones constructivas, se presentaron en Estados Unidos hacia 1970, donde se comenzó a trabajar el concepto de gerencia de proyecto en el sector construcción, aplicando técnicas de identificación, evaluación y respuesta a los riesgos presentes en este tipo de proyectos.

A partir de allí, se inicia con el planteamiento de asumir los riesgos de dos formas: transferir los costos inesperados a los contratantes o clientes con el respectivo aumento en el precio de la obra, y/o que los constructores a través de aseguradoras asuman ciertos riesgos asociados a la construcción de la obra.

Concluye la autora en su artículo que se evidencia la importancia de realizar una adecuada gestión de riesgos en proyectos constructivos, con el fin de tener mayor eficiencia y efectividad, para lo cual se requiere tratar los riesgos desde una perspectiva general y no solo desde el punto de vista de las entidades contratantes, además, incluir todo tipo de riesgos y no

solo los más representativos como desastres, robos o situaciones sociales. Lo anterior con el fin de hacer más eficiente la gestión de riesgos en proyectos de construcción, mitigando o evitando su impacto y las posibles afectaciones a la factibilidad económica de estos.

La investigación realizada por Dotres et al. (2021), en la cual compilaron experiencias de 11 países, tanto en vías de desarrollo como desarrollados, realizando un análisis sobre los impactos financieros de los riesgos económicos sobre el costo total de inversión en proyectos de construcción; generó como resultado que para los países desarrollados los factores de riesgos que generan impactos negativos sobre la inversión, están: las intervenciones constructivas con inapropiado proceso constructivo, el retraso en la toma de decisiones, la inseguridad jurídica por indefiniciones contractuales o cambios normativos.

Para los países en desarrollo, se identificaron como factores de riesgos que producen impactos negativos sobre los costos del proyecto: la falta de definición del alcance, cambios en la regulación tributaria, inflación o cambios de precios inesperados, defectos constructivos relacionados con la calidad de las obras, utilización de mano de obra no calificada, deficiencias en el suministro de materiales, programaciones y cronogramas no ajustados a la realidad.

Para el caso de Perú, donde la gestión del riesgo para las inversiones constructivas está iniciando, se evidenciaron impactos sobre los costos en los proyectos de construcción, debido a deficiencias en la planificación y contratación de las obras, indefiniciones técnicas de la calidad de los proyectos y aspectos tecnológicos.

Finalmente, concluyen los autores que a nivel mundial existe una carencia respecto a la inadecuada elaboración de estudios de los impactos generados por factores de riesgo que afectan los costos en proyectos de inversión constructiva, además, que la determinación de los impactos financieros en una inversión constructiva contribuyen a la toma oportuna de decisiones,

permitiendo corregir los aspectos negativos desde la previsión de los proyectos, lo cual optimiza el proceso de planificación de los costos de inversión en la etapa de planificación, previendo situaciones que afectan el proceso constructivo durante la etapa de ejecución.

Lozano et al. (2018), indican lo siguiente:

Respecto a cambios en los costos evaluados durante la etapa de planeación con respecto a lo realmente invertido hasta la etapa de entrega de los proyectos, existen múltiples factores que influyen significativamente. Algunos corresponden a factores relacionados con la organización y gestión interna de los proyectos, y otros a factores relacionados con el entorno sociocultural, es decir, el ámbito económico, tecnológico y político dentro de los cuales las organizaciones operan. Una de las investigaciones arrojó como parte de las conclusiones que los países en vía de desarrollo experimentan sobrecostos considerablemente más elevados en comparación con los países desarrollados. (p. 119)

Los sobrecostos en los proyectos de construcción e infraestructura se han convertido en un problema generalizado para el sector, siendo este un fenómeno recurrente a nivel mundial, cuyas causas se asocian principalmente a la utilización de documentos técnicos del proyecto a nivel de prefactibilidad, demasiados cambios en los requisitos o definiciones del sponsor y a los bajos precios que ofertan las compañías constructoras para ganar las licitaciones en el sector público. (Rosenfeld, 2014)

Teniendo en cuenta los aspectos esbozados por los diferentes autores consultados, se establece de manera general a nivel mundial, la carencia de una evaluación integral del impacto negativo en los costos de los proyectos de construcción que generan los diferentes factores de riesgos evaluados durante la fase de planeación, además, en su posterior seguimiento y control durante las fases de ejecución y cierre.

Esto plantea una problemática desde la óptica global, respecto a la necesidad de implementar un análisis de riesgos económicos en proyectos de construcción desde la etapa de

factibilidad financiera de la inversión a realizar, pero no solo teniendo en cuenta factores de riesgos asociados a la financiación del proyecto, además se deben involucrar otros aspectos como el técnico, social y ambiental, evaluando integralmente sus impactos, que para el caso de estudio, debe enfocarse en los que afectan los costos del proyecto.

Los impactos más representativos que generan los riesgos al materializarse durante la ejecución de proyectos de construcción, son los asociados a los costos estimados y al cronograma de obra. Esta situación no solo ocurre en países en desarrollo como Colombia, los sobrecostos en proyectos de construcción son una realidad que genera impactos negativos a nivel mundial (Rosenfeld, 2014), por tanto, es necesaria la identificación temprana de los riesgos en todos los componentes que integran el proyecto, con el fin de implementar un adecuado proceso de gestión con medidas efectivas y oportunas (Rybka et al., 2017), que permitan a las empresas constructoras atacar las causas que generan efectos negativos sobre los costos planificados y retrasos en la ejecución del plan de trabajo de los proyectos de construcción de vías.

Los proyectos viales generalmente se finalizan con un costo real superior al planificado, para algunos de forma significativa. Lo anterior obedece a diversos factores como falta de materiales, bajos rendimientos, recursos inadecuados, entre otros, los cuales son susceptibles de manejarse bien sea a través de planes de mitigación o acciones de prevención. (Rybka et al., 2017)

Gestión de Riesgos Proyectos de Construcción en Colombia

Bastidas y Capador (2017) en su Trabajo de grado, en el cual realizaron un análisis cualitativo de los riesgos en proyectos de vivienda; identificaron 22 riesgos en las diferentes fases de los proyectos de construcción de vivienda, de estos 9 corresponden a la fase de planeación, 3 asociadas a los diseños, 6 a la fase de ejecución y 4 a la fase de cierre.

Concluyeron, que frente a la gestión de estos riesgos son pocas las empresas que dedican esfuerzos para incorporar un método adecuado con el fin de gestionar los riesgos, observando también que, los riesgos no solamente están relacionados con aspectos técnicos, si no que involucran otros componentes del proyecto como los legales o la gestión de interesados.

En su artículo referente a la identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia, Lozano et al. (2018) exponen los resultados de su investigación, mediante la cual realizaron una encuesta dirigida a profesionales dedicados al desarrollo de proyectos de construcción en Colombia, para poder identificar los factores de riesgo más relevantes en la generación de desviaciones en tiempos y costos para este tipo de proyectos.

Dicho estudio arrojó como resultado que los factores de riesgo con más incidencia en la desviación de costos en Colombia, son la inadecuada planeación y la falta de integración del proyecto en los aspectos técnicos. También establecen la importancia del factor relacionado con la subestimación de riesgos, el cual inhibe el cumplimiento de los objetivos fijados para el desarrollo de los proyectos de construcción en Colombia.

Finalmente, concluyen que, con relación a la desviación de los costos en los proyectos de construcción, se identificaron cinco factores de riesgo como los más influyentes: fallas en el suministro de materiales, debilidades en la gestión de las comunicaciones con las partes interesadas, fluctuaciones en la tasa de cambio, prácticas fraudulentas y la complejidad del proyecto.

La Cámara Colombiana de Construcción (CAMACOL, 2018) en su Informe de productividad para el año 2018, presenta un balance del estado actual de la gestión de riesgos en la industria de la construcción de edificaciones en Colombia, indica que este se encuentra en una

etapa inicial de implementación para la adecuada gestión del riesgo, cumpliendo con los estándares mínimos que regulan la actividad, evidenciándose a nivel internacional para el sector construcción en Colombia que este no logra alcanzar la etapa de creación de valor respecto a la gestión de riesgos actual a un nivel como el ya alcanzado en otros sectores como el bancario.

En este informe se presentan los resultados del estudio contratado por CAMACOL elaborado por la firma consultora McKinsey (CAMACOL y McKinsey, 2017), mediante el cual se realizó un análisis de los riesgos más relevantes para las compañías y la industria del sector construcción, cuyo objetivo fue realizar un mapeo integral de riesgos y desarrollar estrategias de gestión, garantizando que los riesgos más representativos para las empresas del sector construcción se incluyan dentro de un plan de mitigación a nivel sectorial.

Los resultados arrojaron en total diez riesgos priorizados como los más importantes, de un total de 30 clasificados como representativos dentro de más de 40 riesgos identificados. De estos diez riesgos se encontró que cinco de ellos corresponden a riesgos externos; dos están relacionados con la dinámica de la industria y tres se encuentran asociados a riesgos internos de las compañías.

Se encontró también que, para el sector construcción lograr la eficiencia institucional sigue siendo un reto. Como factores de riesgo que tienen mayor incidencia en los costos para el sector construcción, se identificaron los siguientes:

Retrasos en la entrega de permisos y trámites requeridos para la construcción.

Riesgos de carácter legal por baja calidad en la planificación urbana de largo plazo (POT) e incertidumbre en cuanto a cambios en la normatividad legal.

Comunidades con poder para bloquear un proyecto de construcción o su entrega final.

Falta de estándares o normas claras referentes a la calidad del producto constructivo, por lo que se aumentan los costos de supervisión y postventa.

Reprocesos constructivos en la ejecución de las actividades de obra, por debilidades en la planeación y cronograma de actividades.

Inadecuada gestión corporativa de riesgos, en las empresas constructoras y proveedores del sector.

Es de resaltar el hecho de que en los proyectos de infraestructura vial primaria, el contratante es el Estado colombiano y, por ende, la adjudicación del contrato depende de un proceso de contratación pública que exige el cumplimiento de unos requisitos técnicos y legales que hacen extensas las propuestas que deben elaborar los interesados en el proceso; por lo cual, debido a la premura de los plazos para la entrega de las propuestas se termina descuidando el proceso de planificación eficaz que permita establecer un presupuesto o línea base de costos bien estructurado, ocasionando que los presupuestos de obra queden desajustados y no se estimen algunos costos que van a cobrar un papel determinante al momento de la ejecución.

Marco Contextual

Respecto al proyecto seleccionado como caso de estudio, Construcción segunda calzada Valledupar – La Paz, se referencia la siguiente información tomada de documentos obtenidos del portal de contratación pública SECOP II:

Entidad Responsable: Instituto Nacional de Vías – INVÍAS.

Objeto: Mejoramiento a través de la construcción, gestión predial, social y ambiental sostenible de la segunda calzada Valledupar - Puente Rafael Escalona - La Paz.

Actividades por ejecutar y alcance: El alcance de las actividades de obras objeto de ejecución del proyecto, son las siguientes:

Actualización y/o ajuste de estudios y diseños.

Mejoramiento vial mediante la construcción de aproximadamente 10 kilómetros de segunda calzada.

Sector 1. Valledupar - La Paz: en este sector se contempla la ejecución de las siguientes actividades:

Mejoramiento, mediante la construcción de una calzada bidireccional entre los municipios de Valledupar y La Paz, mejorando el carretable existente hasta el puente "Rafael Escalona" sobre el Rio Cesar, en una longitud aproximada de 10 kilómetros hasta el municipio de La Paz. En la etapa de Preconstrucción del proyecto se precisarán los tramos a intervenir y los parámetros de diseño geométrico para la vía a construir, realizando los análisis demográficos, sociales y ambientales correspondientes, que permita la proyección y redistribución del tráfico vehicular una vez entre en operación la segunda calzada, además, se deberá analizar la integración de la nueva vía con la Glorieta proyectada a la altura de la Universidad Nacional a un costado del corredor vial existente.

Se realizará la auscultación de la estructura del "Puente Rafael Escalona" sobre el Rio Cesar, efectuando el correspondiente estudio de patología con el fin de evaluar su estado y determinar las obras de reforzamiento requeridas para garantizar su adecuado funcionamiento cumpliendo con las normas técnicas vigentes aplicables. Así las cosas, dentro de la etapa de preconstrucción se realizarán los estudios y diseños pertinentes, que permitan proyectar las obras requeridas para garantizar el correcto funcionamiento de la estructura existente.

El INVIAS como entidad contratante y responsable del proyecto, realizó durante la etapa de planificación del proyecto un análisis de riesgos, el cual publicó en el documento de Análisis

del Sector, como soporte al proceso precontractual correspondiente a la Licitación Pública LP-DT-045-2020, del cual se extrae la siguiente información:

Riesgos que asume el contratista: A partir de la fecha de suscripción del Contrato y en todas las etapas del mismo, el Contratista asume los efectos derivados de todos y cada uno de los riesgos asociados a este Contrato, al igual que respecto a los que logre determinar, salvo los casos en que expresamente se ha determinado lo contrario.

En este sentido, el Contratista asume los efectos derivados de los riesgos que se listan a continuación de manera general, además de aquellos que se desprendan de la matriz de riesgos, otras cláusulas o estipulaciones del Contrato, sus anexos y/o sus Apéndices o que se deriven de la naturaleza del Contrato.

Los efectos, favorables o desfavorables, derivados de las variaciones en los precios de mercado de los materiales, los insumos y las cantidades de obra necesarios para ejecutar en los términos del Contrato y de sus Apéndices.

Los mecanismos contenidos en el contrato, permiten mantener las condiciones económicas y financieras existentes al momento de la presentación de la Propuesta por parte del Contratista y consecuentemente, están diseñados para restablecer y mantener la ecuación de equilibrio contractual en los términos señalados en la Ley 80 de 1993 y demás normas existentes y de la aplicación de la fórmula de ajuste de precios contemplada en el pliego de condiciones y/o en el Manual de Interventoría vigente. (en caso de que el proceso tenga ajustes).

Los efectos, favorables o desfavorables, derivados de las variaciones de la tasa de cambio y de la evolución de la devaluación real observada frente a la estimada inicialmente por el Contratista.

Los efectos, favorables o desfavorables, de la alteración de las condiciones de financiación diferentes a los Pagos concernientes al INVIAS, como consecuencia de la variación en las variables del mercado, toda vez que es una obligación contractual del Contratista viabilizar y obtener mecanismos para complementar el esquema de financiación conjuntamente con los recursos del INVIAS para la ejecución del Proyecto, para lo cual el Contratista tiene plena libertad de establecer con los Prestamistas, las estipulaciones atinentes al contrato de mutuo –o cualquier otro mecanismo de financiación- necesario para el desarrollo del Proyecto, y no existirán cubrimientos o compensaciones de parte del INVIAS, como consecuencia de la variación supuesta o real entre cualquier estimación inicial de las condiciones de financiación frente a las realmente obtenidas.

Los efectos desfavorables, de todos y cualesquiera daños, perjuicios o pérdidas de los bienes de su propiedad causados por terceros diferentes del INVIAS, sin perjuicio de su facultad de exigir a terceros diferentes del INVIAS la reparación o indemnización de los daños y perjuicios directos y/o subsecuentes cuando a ello haya lugar.

En general, los efectos, favorables o desfavorables, de las variaciones de los componentes económicos, fiscales, legales y técnicos necesarios para cumplir con las obligaciones del Contratista necesarias para la cabal ejecución de los Contratos, relacionadas entre otras, con la contratación de personal, las labores administrativas, los procedimientos constructivos utilizados, los equipos y materiales requeridos, el manejo ambiental y social y el manejo del tráfico.

Riesgos que asume el INVIAS: A partir de la fecha de suscripción del Contrato, el INVIAS asume, única y exclusivamente, los efectos derivados de los riesgos que se listan a continuación, además de aquellos que de manera expresa y clara se desprendan de otras cláusulas o estipulaciones del Contrato y sus apéndices y/o Matriz de Riesgos.

En todo caso, cuando de la ocurrencia de tales riesgos, se desprenda una obligación de pagar una suma de dinero al Contratista, se entenderá que tal suma de dinero será cancelada en los términos establecidos en las cláusulas aplicables:

En el evento que se requiera realizar una expropiación judicial.

Los efectos desfavorables originados por nuevas normas durante la ejecución del contrato y que sean aplicables al proyecto.

Los efectos desfavorables originados por nuevas normas durante la ejecución del contrato y que sean aplicables al proyecto.

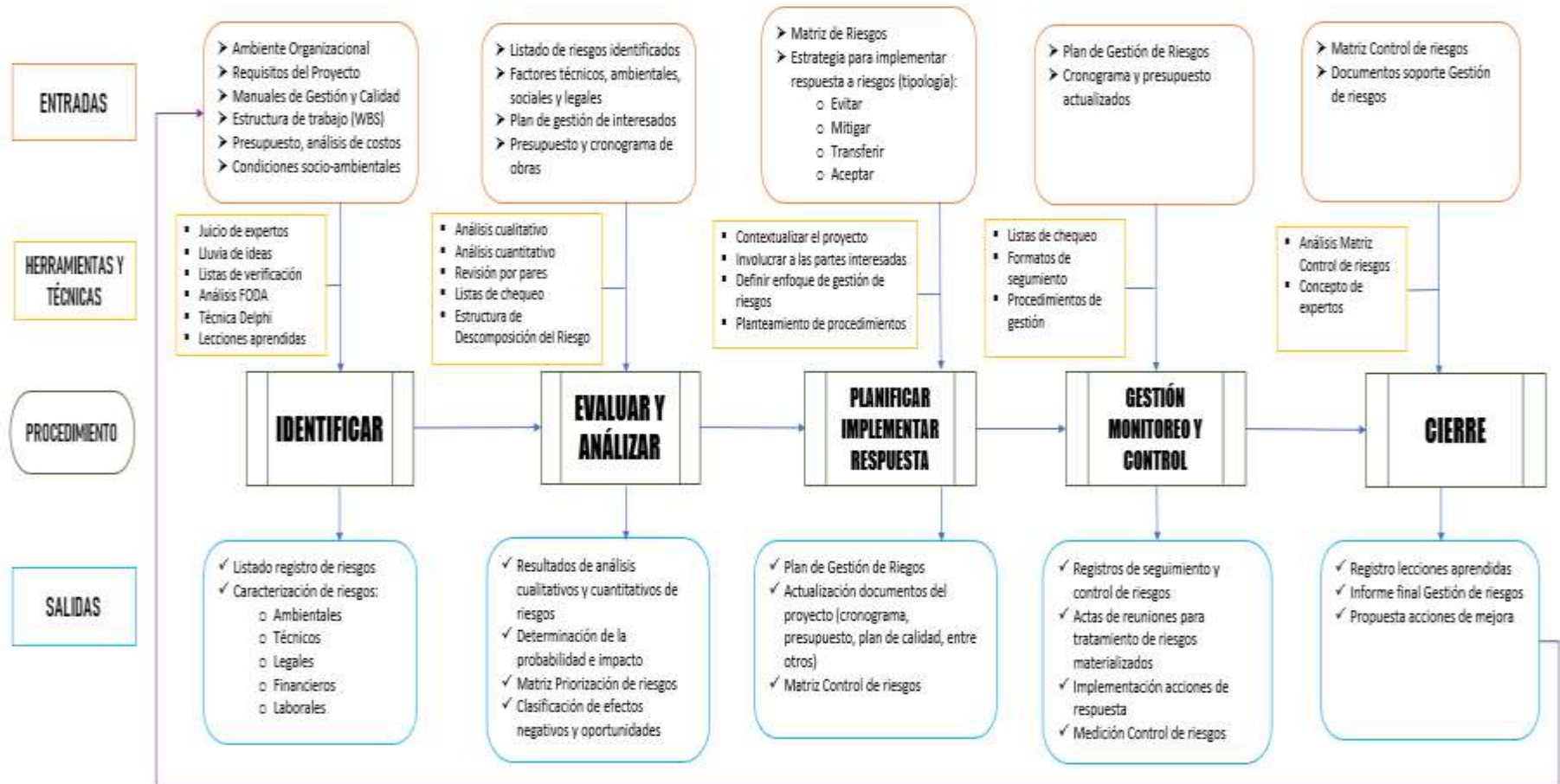
Los efectos, favorables o desfavorables, de las variaciones en la legislación Tributaria, de tal manera que el INVIAS asumirá los efectos derivados de la variación de las tarifas impositivas, la creación de nuevos impuestos, la supresión o modificación de los existentes, y en general cualquier evento que modifique las condiciones tributarias existentes al momento de la presentación de la Propuesta.

Modelo Propuesto y Validación

Para el desarrollo del presente proyecto, se consideró conveniente proponer inicialmente un modelo para la gestión de riesgos en proyectos de construcción de vías primarias en Colombia aplicable al caso de estudio del Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar – La Paz. Con base en el marco teórico y la información recolectada respecto a la temática propuesta, se diseñó un modelo para la gestión de riesgos en proyectos de construcción de vías que pretende dar solución a la problemática planteada sirviendo de guía procedimental para aplicar en el desarrollo del trabajo de grado, el cual se describe a continuación:

Figura 4

Propuesta Inicial Modelo para la Gestión de Riesgos en Proyectos de Construcción de Vías



Nota. Elaboración propia

El modelo propuesto por el autor se sometió a la valoración de un juicio de expertos con el fin de estimar su validez metodológica. Lo anterior, teniendo en cuenta que los criterios de validez y fiabilidad son características fundamentales que debe contener un modelo investigativo, que al someterlo al juicio de expertos como técnica válida y de frecuente utilización, permite establecer que el modelo es una herramienta adecuada para dar solución, medir o responder a los planteamientos, fenómenos o circunstancias objeto de investigación; con el fin de determinar la pertinencia del instrumento, calidad y suficiencia para el cual se diseñó. (Urrutia et al., 2014)

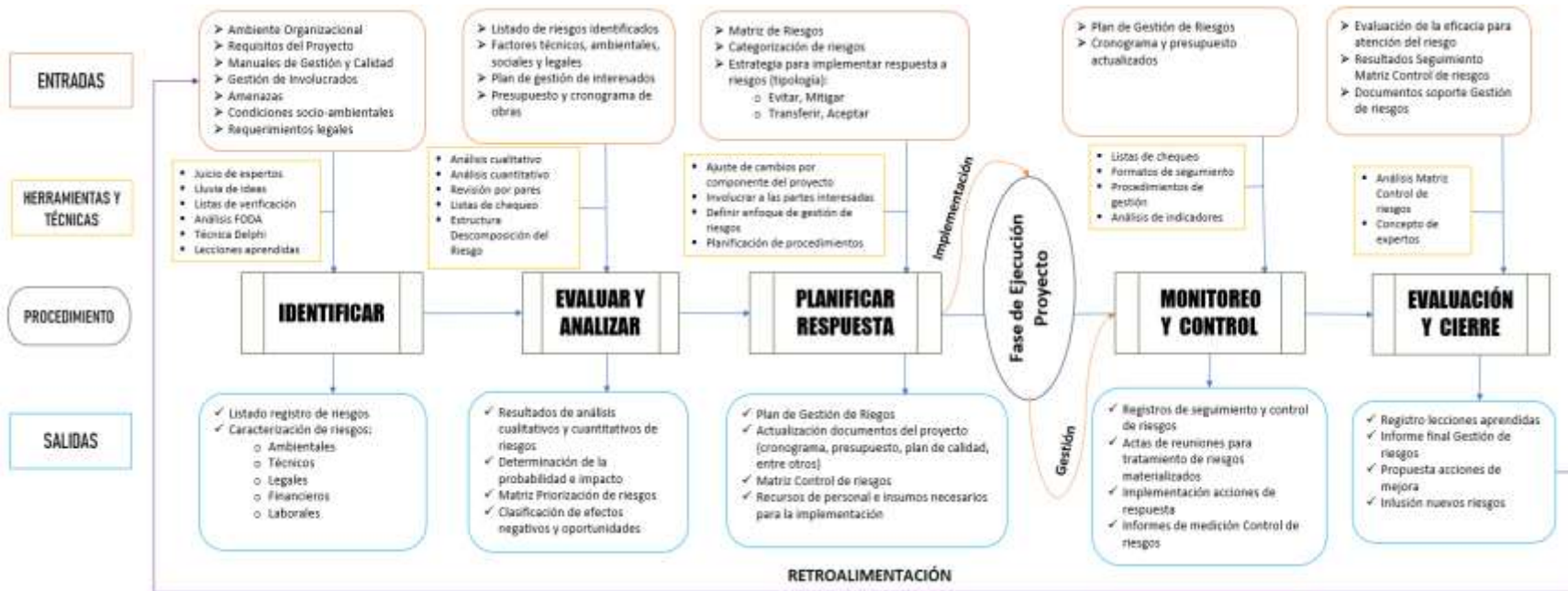
La valoración realizada por los expertos consultados fue cualitativa con el fin de medir la capacidad del modelo para evaluar los riesgos que se van a examinar. En cuanto a la fiabilidad del instrumento, el nivel de conocimiento de los expertos consultados permite tener un grado de confiabilidad aceptable respecto del objeto de investigación. (Pedrosa, Suárez y García, 2014).

El grupo de expertos consultados consistió en tres profesionales del área de Ingeniería Civil que se desempeñan como ejecutores, gestores o revisores de proyectos de construcción, además, un profesional en Ingeniería de Sistemas y otro en el área Financiera que se desempeñan en el sector infraestructura, con lo cual se asegura un nivel de consistencia adecuado del resultado obtenido, constatando que el procedimiento metodológico propuesto y mejorado, desde una óptica teórica, resulta válido y confiable para realizar el análisis de riesgos propuesto.

Producto de la valoración realizada, una vez aplicados los cambios y realizados los ajustes pertinentes, se obtuvo el planteamiento del siguiente modelo metodológico:

Figura 5

Propuesta Validada, Modelo para la Gestión de Riesgos en Proyectos de Construcción de Vías



Nota. Elaboración propia

Desarrollo de la Matriz de Gestión de Riesgos

La metodología implementada en el desarrollo de la evaluación matricial de riesgos fue mixta, con componentes cualitativos y cuantitativos. Esta ruta investigativa reúne las fortalezas de ambas metodologías y tratando de minimizar sus debilidades, los métodos mixtos integran y discuten en conjunto análisis y recolección de datos cuantitativos y cualitativos desde un conjunto de procesos sistemáticos (Hernández, 2018).

Respecto al desarrollo del modelo propuesto, se inicia con establecer una herramienta para documentar los procesos de identificación, evaluación, análisis y planificación de los riesgos asociados al proyecto de estudio, consistente en una matriz de riesgos generada en Excel. En documento anexo se presentan los resultados obtenidos. A continuación, se describen los análisis realizados:

Análisis Cualitativo de Riesgos

El componente cualitativo, para la presente investigación se desarrolló desde un punto de vista técnico profesional y se mantuvo a lo largo de todo el desarrollo. En el caso del planteamiento y análisis de la matriz de riesgos, en las fases de identificación, análisis y evaluación, planificación, monitoreo y cierre, se implementó inicialmente la metodología cualitativa con un carácter descriptivo de los riesgos presentes en el proyecto Construcción segunda calzada Valledupar – La Paz.

Para ello, bajo el criterio profesional, con apoyo de dos expertos profesionales en Ingeniería Civil que cuentan con experiencia en construcción vial, se estudiaron los posibles riesgos del proyecto, en este se tuvieron en cuenta las categorías de gestión del proyecto,

recursos, técnicos y/o calidad, social, externos, impacto ambiental y legal, cada uno de ellos contiene al menos dos ítems descriptivos sobre el riesgo presente.

Tabla 2

Categorías de Estudio para la Matriz de Riesgos

Categoría	Factor de Riesgo
Gestión del Proyecto	Alcance y productos finales del Proyecto Modificación del cronograma Variaciones en el Alcance Roles & Responsabilidades no definidas completamente Uso inadecuado de las áreas del proyecto Calidad deficiente Restricción de tiempo Dependencia de otras áreas o proyectos Mala disposición de profesionales Estimación de presupuesto
Recursos	Falencias en la asignación de recursos Competencias del Equipo Desviación de Recursos Carencia de algún Bien o Servicio Conflicto con Proveedor o subcontratista Traslado de equipo técnico
Técnicos y/o Calidad	Modificaciones o no aprobación de diseños Dificultad en la adquisición y asignación de terrenos para calzada Pérdida total o falta de características adecuadas en las zonas de rehabilitación Disposición de los diseños inadecuados Proyección del trazado vial Indicadores de desempeño no alcanzables Variación de los precios del mercado durante la ejecución del contrato. Estudios y diseños previos de baja calidad y/o incompletos

	Demoras o falencias en Diseños
	Indicadores preestablecidos
	Variación en las condiciones y parámetros técnicos establecidos en la planificación del proyecto
	Retrasos en la ejecución de obra por dedicación inadecuada de los recursos asignados
	Variaciones en los volúmenes de usuarios, transacciones y disponibilidad.
	Exigencia en extremo rigurosas de procesos
	Cambio de la geología y geotecnia
Social	Ocultar la información
	Inadecuada socialización
	Resistencia al Cambio
	Situaciones relacionadas con la alteración del orden público o criminalidad que afecten la ejecución del proyecto
	Compromiso Gerencial
Externos	Cambio del aspectos legales o regulatorios
	Variación de prioridades del contrato
	Riesgos del país y climatológicos.
Apartado de impacto ambiental	Licencias ambientales
	Afectación de cuerpos hídricos, zonas protegidas, entre otros.
	Daños ambientales ocasionados por inadecuadas prácticas durante el proceso constructivo
	Dificultad en la adquisición de materiales de explotación.
	Presencia de Fauna protegida en la zona
Legal	Cambios normativos presentados durante la ejecución del proyecto.
	Ocurrencia de eventos de fuerza mayor, tales como conflictos armados, hallazgos arqueológicos, yacimientos mineros, etc. Definidos como Fuerza Mayor o Caso Fortuito, según la legislación vigente.

Cada una de las categorías cuentan con diferentes ítems, a partir de ellos se seleccionaron los más representativos y con mayor impacto sobre el desarrollo del proyecto, de acuerdo con el criterio profesional de los expertos que intervinieron en el proceso, tomando como referentes algunas matrices de riesgos definidas por el Instituto Nacional de Vías para diferentes procesos de contratación de vías primarias que realizan a través de la plataforma electrónica SECOP II - Sistema Electrónico de Contratación Pública.

Al efectuar la selección de ítems a estudiar, se realizó una valoración de ellos en cuatro aspectos evaluadores. Dichos aspectos describen la parte cualitativa de la matriz y permiten valorar el riesgo y clasificarlo para su adecuado tratamiento.

Tabla 3

Valores Probabilidad de Ocurrencia

Probabilidad de Ocurrencia	Estimados a nivel cualitativo	Descripción
1	$0 < Pr \leq 0,10$	Rara vez: Muy baja probabilidad de ocurrencia. La probabilidad que el evento ocurra es menor o igual del 10%
2	$0,10 < Pr \leq 0,25$	Eventual: Baja probabilidad de ocurrencia. La probabilidad que el evento ocurra es entre del 10% y 25%
3	$0,25 < Pr \leq 0,45$	Moderado: Mediana probabilidad de ocurrencia. La probabilidad que el evento ocurra es entre del 25% y 45%
4	$0,45 < Pr \leq 0,70$	Frecuente: Significativa probabilidad de ocurrencia. La probabilidad que el evento ocurra es entre del 45% y 70%
5	$0,70 < Pr \leq 1$	Muy Frecuente: Muy alta probabilidad de ocurrencia. La probabilidad que el evento ocurra es entre del 70% y 100%

Nota. Adaptado de “Proceso para el seguimiento de costos, riesgos y calidad bajo la metodología de valor ganado”, por E. Paya y M. Rosero, 2018, Trabajo de grado, Universidad ICESI.

El primer valor que se otorga al riesgo es el de la probabilidad de ocurrencia, en este se describe que tan a menudo puede presentarse el riesgo estudiado y le da una valoración proporcional, entre mayor sea la probabilidad de ocurrencia, mayor será el valor asignado al riesgo. Por su parte, el segundo valor que se asigna es la magnitud del impacto, en esta se describe que tanto puede llegar a afectar el proyecto la ocurrencia del riesgo expuesto.

Tabla 4

Valoración Magnitud del Impacto

Magnitud de Impacto	Estimados a nivel cualitativo	Descripción
1	$0 < I \leq 0,05$	Menor: No afecta, pérdidas o daños muy pequeños. Impacto menor al 5% en el tiempo o costo del proyecto.
5	$0,05 > I \leq 0,10$	Bajo Moderado: Afectación no significativa, daños pequeños. Impacto entre el 5 y el 10% en el tiempo o costo del proyecto.
20	$0,10 > I \leq 0,20$	Moderado: Afectación parcial; daños moderados. Impacto entre el 10 y el 20% en el tiempo o costo del proyecto.
50	$I > 0,20$	Mayor: Afectación total Temporal; daños significativos. Impacto de más del 20% en el tiempo o costo del proyecto.
100		Catastrófico: Afectación irrecuperable; daños considerables. Detiene o causa cancelación del proyecto.

Nota. Adaptado de “Proceso para el seguimiento de costos, riesgos y calidad bajo la metodología de valor ganado”, por E. Paya y M. Rosero, 2018, Trabajo de grado, Universidad ICESI.

Posteriormente, se evalúa el tercer ítem, que es la criticidad representativa de riesgo, en esta se tiene en cuenta qué tan graves son las afectaciones ocasionadas si el riesgo se presenta. Para ello, se emplea un criterio de conocimiento y experticia profesional, el cual permite evaluar y aproximar el nivel relativo de las consecuencias que se presentarían en caso de ocurrencia.

Finalmente, se le asigna una clasificación al riesgo, en la que se tiene en cuenta toda la valoración anterior con el fin de estimar la urgencia de evitar, prevenir o mitigar el riesgo expuesto.

Tabla 5

Valoración de Criticidad de Riesgo

Criticidad	Estimados a nivel cualitativo	Descripción
Baja	$0 < C \leq 0,02$	Criticidad menor al 2%
Media	$0,021 > C \leq 0,08$	Criticidad entre el 2,01 y el 8%
Alta	$0,081 > C \leq 0,20$	Criticidad entre el 8,01 y el 20%
Extrema	$C > 0,20$	Criticidad de más del 20%

Nota: Adaptado de “Proceso para el seguimiento de costos, riesgos y calidad bajo la metodología de valor ganado”, por E. Paya y M. Rosero, 2018, Trabajo de grado, Universidad ICESI.

Tabla 6

Clasificación del Riesgo

Clasificación del Riesgo	Estimados a nivel cualitativo	Descripción
1	$C > 0,20$	Extrema
2	$0,081 > C \leq 0,20$	Alta
3	$0,021 > C \leq 0,08$	Media
4	$0 < C \leq 0,02$	Baja

Nota. Adaptado de “Proceso para el seguimiento de costos, riesgos y calidad bajo la metodología de valor ganado”, por E. Paya y M. Rosero, 2018, Trabajo de grado, Universidad ICESI.

Tras realizar el análisis de cada uno de los riesgos considerados más relevantes, la matriz permite identificar los riesgos que deben ser atendidos con mayor prioridad, y aquellos que no requieren atención inmediata, a partir de esto se origina el análisis cuantitativo.

Análisis Cuantitativo de Riesgos

Para el análisis de riesgos cuantitativo, en el presente caso de estudio se tomó como base la herramienta de cálculo del Valor Monetario Esperado (EMV), por medio de la cual se puede cuantificar el posible costo que generaría para el proyecto el impacto de un riesgo al materializarse, ponderándolo por la probabilidad de que dicho evento ocurra. (Project Management Institute [PMI], 2017)

Con este fin, se utiliza la probabilidad de ocurrencia estimada para cada riesgo previamente analizado cualitativamente y que se encuentra clasificado en el rango de extremo, alto o medio, multiplicándola por la afectación en tiempo que ocasionaría el evento en caso de ocurrir, estimando el número de días de impacto que generaría un retraso en el cronograma de ejecución del proyecto. A su vez, se estima el costo diario que se ocasiona por retrasos en el cronograma, con el fin de establecer el valor total de la contingencia.

Los valores que se incluyeron en la Matriz de gestión de riesgos del proyecto se obtuvieron a partir de las estimaciones realizadas con el apoyo de dos expertos, profesionales en Ingeniería Civil con experiencia en construcción de vías, determinando los días de afectación en cronograma por cada riesgo analizado y el costo diario que se genera por el retraso, así:

Tabla 7*Asignación del Estimado en Días de Retraso en Cronograma*

Factor de Riesgo	Criticidad	Probabilidad de Ocurrencia	Días estimados de retraso en cronograma
Ampliación del cronograma / Restricción en tiempo	Extrema	45%	15
Dependencia de otras áreas o proyectos	Alta	25%	8
Habilidades del equipo	Alta	10%	5
Desviación de recursos	Alta	10%	7
Variación de los precios del mercado durante la ejecución del contrato.	Extrema	35%	5
Estudios y diseños previos de baja calidad y/o incompletos	Extrema	20%	25
Modificaciones o no aprobación de diseños	Alta	15%	18
Variación en las condiciones y parámetros técnicos establecidos en la planificación del proyecto	Alta	10%	8
Retrasos en la ejecución de obra por dedicación inadecuada de los recursos asignados	Extrema	20%	15
Inadecuada socialización	Alta	20%	10
Situaciones relacionadas con la alteración del orden público o criminalidad que afecten la ejecución del proyecto	Media	15%	20
Inconvenientes en los trámites para obtención de Licencias o permisos ambientales	Media	20%	10
Afectación medio ambiental/Presencia de fauna protegida o cuerpos de agua en la zona	Extrema	30%	7

Dificultad en la adquisición de materiales de explotación	Alta	25%	14
Daños ambientales ocasionados por inadecuadas prácticas durante el proceso constructivo	Media	20%	14
Cambios normativos presentados durante la ejecución del proyecto.	Media	10%	6
Ocurrencia de eventos de fuerza mayor, tales como conflictos armados, hallazgos arqueológicos, yacimientos mineros, etc. Definidos como Fuerza Mayor o Caso Fortuito, según la legislación vigente.	Media	20%	18

Nota. Elaboración propia.

En cuanto al costo diario que se genera por cada día de retraso en el cronograma de ejecución del proyecto, se determinó lo siguiente:

Un retraso en el cronograma genera un costo administrativo equivalente al porcentaje estimado por este concepto dentro del costo indirecto del presupuesto de obra, que para el caso de estudio corresponde al 20% del costo directo por concepto de Administración (A).

Valor básico de obra = \$63.117.209.050

Costo directo obra = \$48.551.699.269

Costo indirecto = \$14.565.509.781

Administración = \$9.710.339.854

Se estimó un costo por concepto de *stand-by* de los recursos destinados para la ejecución de las obras; maquinaria, equipo y personal operativo, equivalente al 16% del costo directo de las actividades constructivas, de acuerdo con evaluación realizada respecto de dichos costos incluidos en los análisis de precios unitarios correspondientes a las actividades de obra del

presupuesto oficial estimado para el proyecto. A continuación, se establece el valor por este concepto:

Costo directo obra = \$48.551.699.269

Stand by = \$7.768.271.883

Utilizando los dos parámetros indicados en los puntos anteriores, se determina el costo diario del retraso en el cronograma, con base en la duración total del proyecto que para el presente caso corresponde a 494 días.

Costo día = $\$17.478.611.737 / 494 = \$35.381.805$

De este modo, al asignar el valor diario por retraso a cada uno de los ítems calificados con riesgo alto o extremo, se pudo cuantificar monetariamente el valor que se generaría si el riesgo se presenta en la obra. Obteniendo los siguientes valores:

Tabla 8

Cuantificación Monetaria para la Contingencia del Riesgo

Factor de Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Días estimados de retraso en cronograma	Valor estimado para la Contingencia
Ampliación del cronograma / Restricción en tiempo	45%	15	\$ 238.827.184
Dependencia de otras áreas o proyectos	25%	8	\$ 70.763.610
Habilidades del equipo	10%	5	\$ 17.690.903
Desviación de recursos	10%	7	\$ 24.767.264
Variación de los precios del mercado durante la ejecución del contrato.	35%	5	\$ 61.918.159
Estudios y diseños previos de baja calidad y/o incompletos	20%	25	\$ 176.909.025

Modificaciones o no aprobación de diseños	15%	18	\$ 95.530.873
Variación en las condiciones y parámetros técnicos establecidos en la planificación del proyecto	10%	8	\$ 28.305.444
Retrasos en la ejecución de las actividades constructivas por dedicación inadecuada de los recursos asignados	20%	15	\$ 106.145.415
Inadecuada socialización	20%	10	\$ 70.763.610
Situaciones relacionadas con la alteración del orden público o criminalidad que afecten la ejecución del proyecto	15%	20	\$ 106.145.415
Inconvenientes en los trámites para obtención de Licencias o permisos ambientales	20%	10	\$ 70.763.610
Afectación medio ambiental/Presencia de fauna protegida o cuerpos de agua en la zona	30%	7	\$ 74.301.790
Dificultad en la adquisición de materiales de explotación	25%	14	\$ 123.836.317
Daños ambientales ocasionados por inadecuadas prácticas durante el proceso constructivo	20%	14	\$ 99.069.054
Cambios normativos presentados durante la ejecución del proyecto.	10%	6	\$ 21.229.083
Ocurrencia de eventos de fuerza mayor, tales como conflictos armados, hallazgos arqueológicos, yacimientos mineros, etc. Definidos como Fuerza Mayor o Caso Fortuito, según la legislación vigente.	20%	18	\$ 127.374.498

Nota. Elaboración propia.

Plan de Gestión de Riesgos

Según Fenollera (2011), el plan de gestión de riesgos tiene como finalidad establecer los planes de respuesta ante los riesgos que se puedan presentar en el desarrollo de los proyectos. En

este proceso se generan acciones para generar efectos positivos y minimizar los negativos, dentro de ello, se tienen en cuenta los impactos del riesgo, efectividad, el costo-beneficio y la disponibilidad de recursos (APM, 2015).

Tal como se presentó en el marco teórico del presente trabajo, existen diferentes metodologías que proponen procedimientos para la gestión de riesgos en proyectos, coincidiendo estas en las etapas de: identificación, evaluación y planificación; las cuales se deben desarrollar a través de las herramientas adecuadas, según el tipo de proyecto, con el objeto de generar un plan de respuesta a los riesgos identificados y evaluados, denominado para nuestro caso Plan de gestión de riesgos.

Conforme a lo anterior, para implementar la gestión de riesgos aplicada al proyecto del caso de estudio, se genera un modelo que incluye el procedimiento necesario con el fin de gestionar los riesgos en un proyecto de construcción vial, el cual tiene como herramienta principal el desarrollo de una Matriz de gestión de riesgos, mediante la cual se realiza el proceso en sus diferentes etapas, incluyendo el plan de respuesta o gestión de riesgos como se indica a continuación:

Figura 6

Plan de Gestión de Riesgos

Proceso de Identificación de Riesgos			Proceso de Análisis Cualitativo			Proceso de Análisis Cuantitativo			Proceso Plan de respuesta o Gestión de riesgos			
ID	Categoría del Riesgo	Factor de Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Magnitud de Impacto	Críticidad		Probabilidad de Ocurrencia	Días estimados de retraso en cronograma	Valor de la contingencia	Estrategia de Respuesta	Plan "A" Plan de Respuesta	Actividad(es) de Respuesta al Riesgo
1	Gestión del Proyecto	Ampliación del cronograma / Restricción en tiempo	3	50	30%	Extrema	45%	15	\$ 238.827.183,75	Mitigar	Se implementa una contingencia que permita disponer recursos con el fin de ampliar los frentes de ejecución de obra, para lo cual se debe generar una proyección que permita dejar montos que mitiguen los posibles retrasos.	Se apropian reservas de contingencia para el proyecto, si no son ejecutados vuelven al patrocinador como Saldos del balance de riesgo
2	Gestión del Proyecto	Dependencia de otras áreas de la organización	2	40	16%	Alta	25%	8	\$ 70.763.610,00	Mitigar	Proyección y listado de diferentes proveedores disponibles en el área para materiales y suministros.	Llamado de otro distribuidor previamente revisado y aprobado para la adquisición de insumos
3	Recursos	Deficiencia en la asignación de recursos	1	10	2%	Baja	N/A	N/A	-	Evitar	Estudiar y diseñar adecuadamente la intervención en el tramo.	Proponer un trazado y diseño que pueda ser cubierto y previsto con los recursos asignados
4	Recursos	Habilidades del equipo	1	100	20%	Alta	10%	5	\$ 17.690.902,50	Evitar	Realizar cambios en el personal asignado, convocando profesionales con experiencia en el área.	Conformar un equipo multidisciplinario y capacitado según su campo.
5	Recursos	Desviación de recursos	2	50	20%	Alta	10%	7	\$ 24.767.263,50	Evitar	Mantener el manejo de recursos centralizado	Cambio de administrador del dinero
6	Recursos	Variación de los precios del mercado durante la ejecución del contrato.	3	35	21%	Extrema	35%	5	\$ 61.918.158,75	Mitigar	Acciones que permitan renegociar el precio de los insumos que presenten variación, con el fin de que el alza no sea tan representativa.	Búsqueda de distribuidores que mantengan el precio proyectado con materiales disponibles en bodega
7	Técnicos y/o Calidad	Estudios y diseños previos de baja calidad y/o incompletos	2	100	40%	Extrema	20%	25	\$ 176.909.025,00	Evitar	Realizar una eficiente revisión y aprobación de los diseños proyectados con el equipo de trabajo y con el cliente.	Implementar la mejora en los diseños acorde con las correcciones y observaciones presentadas
8	Técnicos y/o Calidad	Modificaciones o no aprobación de diseños	2	50	20%	Alta	15%	18	\$ 95.530.873,50	Evitar	Para evitar modificaciones se hace necesario revisar, socializar y pedir aprobación de los diseños en las etapas preliminares del proyecto.	Generar actividades coordinadas con el contratante, para aprobación oportuna de los diseños
9	Técnicos y/o Calidad	Variación en las condiciones y parámetros técnicos establecidos en la planificación del proyecto	1	60	12%	Alta	10%	8	\$ 28.305.444,00	Mitigar	Se deben realizar los ajustes requeridos en el presupuesto de obra, de tal forma que se puedan balancear las cantidades (mayores y menores), de tal forma que la posible adición de recursos no sea tan alta.	Generación de acuerdos con el contratante, para adicionar recursos al proyecto o efectuar los cambios requeridos en el presupuesto.

Proceso de Identificación de Riesgos			Proceso de Análisis Cualitativo			Proceso de Análisis Cuantitativo			Proceso Plan de respuesta o Gestión de riesgos			
ID	Categoría del Riesgo	Factor de Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Magnitud de Impacto	Criticidad		Probabilidad de Ocurrencia	Días estimados de retraso en cronograma	Valor de la contingencia	Estrategia de Respuesta	Plan "A" Plan de Respuesta	Actividad(es) de Respuesta al Riesgo
10	Técnicos y/o Calidad	Retrasos en la ejecución de las actividades constructivas por dedicación inadecuada de los recursos asignados	2	70	28%	Extrema	20%	15	\$ 106.145.415,00	Evitar	Realizar una programación de obra y asignación de recursos eficiente con el fin de evitar retrasos en la ejecución de las actividades constructivas	Implementar acciones que permitan la reprogramación de recursos.
11	Técnicos y/o Calidad	Indicadores de desempeño no alcanzables	1	10	2%	Baja	N/A	N/A	-	Evitar	Se requiere realizar una proyección de rendimientos adecuada con la zona, capacidades del equipo, disponibilidad de materiales, entre otros.	Proponer redimientos acordes al entorno del proyecto, sin plantear acciones que sobrecargen al equipo
12	Social	Inadecuada socialización	3	20	12%	Alta	20%	10	\$ 70.763.610,00	Evitar	Se requiere realizar campañas de socialización con profesionales que permitan tener un adecuado acercamiento con la comunidad.	Charlas, repartición de folletos, reuniones vecinales.
13	Social	Situaciones relacionadas con la alteración del orden público o criminalidad que afecten la ejecución del proyecto	1	30	6%	Media	15%	20	\$ 106.145.415,00	Mitigar	Solicitar apoyo a las autoridades competentes y aportar en el desarrollo de actividades con la comunidad que generen mayor seguridad en la zona.	Charlas de conciliación con las personas inconformes, solicitar acompañamiento de vigilancia para la obra
14	Apartado de impacto ambiental	Inconvenientes en los trámites para obtención de Licencias o permisos ambientales	2	10	4%	Media	20%	10	\$ 70.763.610,00	Evitar	Se requiere tener un profesional ambiental a cargo del trámite y análisis total de las licencias o permisos ante las autoridades ambientales	Revisión y control de la elaboración y solicitud de las licencias o permisos ambientales
15	Apartado de impacto ambiental	Afectación medio ambiental/Presencia de fauna protegida o cuerpos de agua en la zona	3	80	48%	Extrema	30%	7	\$ 74.301.790,50	Mitigar	Se requiere dentro de los estudios previos, elaborar una observación y estudio ambiental adecuado para la obra	Elaboración de matriz específica para el impacto ambiental ocasionado por el evento especial
16	Apartado de impacto ambiental	Dificultad en la adquisición de materiales de explotación	2	30	12%	Alta	25%	14	\$ 123.836.317,50	Mitigar	Se requiere un estudio de proveedores en cercanías, teniendo en cuenta que tengan los respectivos permisos de explotación	Revisión de disponibilidad de materiales en cercanías
17	Apartado de impacto ambiental	Daños ambientales ocasionados por inadecuadas prácticas durante el proceso constructivo	2	20	8%	Media	20%	14	\$ 99.069.054,00	Mitigar	Se debe garantizar una correcta disposición de residuos y manejo de aspectos ambientales a lo largo del desarrollo del proyecto	Revisión, ajuste y aplicación de la matriz de impacto ambiental
18	Legal	Cambios normativos presentados durante la ejecución del proyecto.	1	20	4%	Media	10%	6	\$ 21.229.083,00	Compartir	Se debe realizar una actualización constante de la normativa aplicable al proyecto	Implementar los cambios normativos según el componente afectado
19	Legal	Ocurrencia de eventos de fuerza mayor, tales como conflictos armados, hallazgos arqueológicos, yacimientos mineros, etc. Definidos como Fuerza Mayor o Caso Fortuito, según la legislación vigente.	2	10	4%	Media	20%	18	\$ 127.374.498,00	Aceptar	Realizar los ajustes necesarios en los componentes del proyecto acorde con las limitaciones presentadas	Generar una propuesta con los cambios requeridos que permitan la viabilidad de ejecución del proyecto, mitigando el impacto ocurrido

Nota. Elaboración propia, tomado de la Matriz de gestión de riesgos del proyecto.

Riesgo Extremo

Dentro del plan de gestión, los riesgos extremos deben tener prioridad en cuanto a su tratamiento, esto dado las afectaciones que podría tener dentro de la obra de llegar a presentarse. A continuación, se expone el plan de gestión para estos riesgos.

Ampliación del Cronograma / Restricción en Tiempo. Al presentarse una ampliación en el cronograma, el director de obra debe encargarse de que su equipo realice las actividades necesarias para mitigar y disminuir el tiempo que se retrase la ejecución. En caso de un atraso superior a diez días, el director debe realizar una conciliación con el contratista que permita mitigar el impacto económico sobre la contratación.

Variación de Precios en el Mercado Durante la Ejecución del Contrato. En caso de presentarse una variación importante en los precios de los insumos para la obra, se requiere que el residente realice un estudio de distribuidores de la zona, buscando los precios más bajos disponibles sin comprometer la calidad de los materiales.

Estudios y Diseños Previos de Baja Calidad y/o Incompletos. Los estudios y diseños deben contener garantías mínimas para el inicio de la ejecución de obra, en caso de presentarse este riesgo, es necesario devolver los documentos para su corrección y detener el inicio de obra hasta que estos sean aprobados, dicha corrección debe ser exigida por parte del director de obra, como garantía del trabajo contratado.

Dedicación Inadecuada de Recursos. Al presentarse una inadecuada disposición de recursos, el director de obra debe verificar todos los movimientos monetarios realizados desde el inicio de la obra junto con la parte contable, e identificar las áreas donde se emplearon de forma incorrecta recursos, para reubicar o cambiar al profesional encargado.

Afectación Medio Ambiental/Presencia de Fauna Protegida o Cuerpos de Agua. En caso de presentar afectaciones ambientales importantes, se requiere detener la obra y encargar al diseñador del proyecto, la alternativa para garantizar las condiciones ambientales de las especies y áreas protegidas de la zona.

Riesgo Alto

Los factores de riesgo clasificados con una criticidad altos, deben ser tenidos en cuenta y tratados casi con la misma importancia que aquellos con riesgo extremo ya que las afectaciones pueden representar impactos negativos importantes para la obra.

Dependencia de Otras Áreas o Proyectos. El gerente de la obra, debe garantizar que esta pueda llevarse a cabo en su totalidad buscando y gestionando un listado con varias opciones de proveedores y prestadores de servicios, los cuales deben contar con las características requerida en caso de perder o no encontrar un proveedor o prestador en el momento de la ejecución.

Habilidades del Equipo. En caso de presentar inconsistencias con las habilidades del equipo contratado, el gerente debe garantizar la contratación de otro profesional en el menor tiempo posible.

Desviación de Recursos. La gestión de recursos debe ser controlado por el contador, este debe llevar un riguroso seguimiento de los gastos que se realizan dentro de la obra, en caso de presentarse una desviación de recursos, se deben tomar medidas instantáneas con el fin de recuperar o reinvertir estos.

Modificaciones o No Aprobación de Diseños. El gerente debe garantizar que la propuesta de ejecución contenga el alcance y diseños a implementar en las intervenciones. En el caso de requerir una modificación a los diseños o labores pactadas al inicio del contrato, el

contratante deberá asumir una cláusula monetaria por las labores adicionales o modificaciones que llegasen a presentarse.

Variación en las Condiciones y Parámetros Técnicos Establecidos en la Planificación. Las especificaciones técnicas de la labor deben estar contenidas en la propuesta técnica del proyecto, en caso de requerir variaciones, deberán ser contratadas y negociadas como un adicional.

Inadecuada Socialización. En caso de presentarse un desconocimiento en torno al proyecto, el residente de obra se encargará de programar socializaciones con los entes implicados, para garantizar una distribución de información adecuada.

Dificultad en la Adquisición de Materiales de Explotación. Se requiere que el director de obra y el residente, realicen un sondeo local en búsqueda de distribuidores con el fin de localizar aquel que se adapte a las necesidades técnicas y económicas del proyecto.

Riesgo Medio

Los factores categorizados con riesgo medio, representan aquellos riesgos que de presentarse afectarían la obra, pero en menores proporciones que los riesgos alto y extremo, sin embargo, deben mantenerse al margen para garantizar el buen desarrollo de la obra.

Situaciones de Orden Público o Criminalidad. En caso de presentarse alteraciones de orden público, el residente de obra debe notificar al gerente para que se tomen las acciones de seguridad pertinentes tanto para la obra como para los trabajadores.

Tramites Ambientales. En caso de presentar retrasos o inconvenientes en los trámites relacionados con aspectos ambientales, deberán ser tratados por el profesional ambiental encargado de la obra, en caso de no contar con experiencia requerida, el gerente deberá contratar los servicios de un segundo profesional.

Cambios Normativos. El proyecto debe tener una planeación acorde con la normativa vigente al momento de los trámites legales, el profesional a cargo del diseño y proyección debe garantizar dicho cumplimiento.

Daños Ambientales. En caso de presentar afectaciones al medio ambiente, debe realizarse el plan de gestión de riesgos ambientales propuestos por el profesional ambiental a cargo.

Ocurrencia de Eventos de Fuerza Mayor. En caso de presentarse eventos de fuerza mayor, el residente, obreros y demás personal deben informar para que el gerente, junto con el contratista, identifique la ruta a tomar para disminuir el impacto sobre la ejecución.

Riesgo Bajo

Los riesgos catalogados como bajos, son aquellos que tienen implicaciones con soluciones rápidas y sencillas, de igual manera, que existe probabilidades bajas de que se presenten.

Deficiencia en la Asignación de Recursos. Se debe realizar por parte del gerente una revisión semanal de gastos y recursos que se invierten para evitar cortar suministros vitales para la ejecución.

Indicadores de Desempeño no Alcanzables. Dentro de la propuesta y programación de obra, se debe tener a la cabeza un gerente con experiencia que garantice el conocimiento sobre los rendimientos y tiempos reales que se tienen en el tipo de intervención realizada.

Monitoreo y Control

En el plan de gestión de riesgos, diversos autores y manuales incluyen un apartado de seguimiento, en el cual se establecen las tareas de mediciones, monitoreo, y control de riesgos. En este se realiza el seguimiento de los riesgos presentados, evolución de las actividades

implementadas y posibles riesgos para que las actividades se ejecuten de forma óptima. Los aspectos relevantes en esta fase principalmente abarcan las acciones y métodos para monitorear las acciones implementadas, en ellos se contemplan el administrador encargado del riesgo, entregables, periodicidad, entre otros (Project Management Institute, 2017).

Por su parte, (Dalipi et al., 2013) plantea la medición y control durante la fase de ejecución del proyecto, en la cual se lleva a cabo un seguimiento de las respuestas a los riesgos implementadas y su evolución, con el fin de generar un banco de conocimiento que se convertirá en una herramienta para respuestas periódicas a los riesgos potenciales.

Dentro del proceso de gestión de riesgos en proyectos, principalmente en proyectos de construcción, realizar un adecuado monitoreo y control resulta fundamental durante la etapa de ejecución del proyecto, lo cual permite que en tiempo real se monitoree la implementación de las acciones incluidas en el plan de gestión de riesgos, de tal forma que se efectúen las acciones requeridas oportunamente y se tomen las decisiones pertinentes para mitigar o evitar los efectos generados ante la posible materialización de los riesgos.

Para nuestro caso de estudio, se recomienda realizar el monitoreo y control durante la fase de ejecución del proyecto, tanto en la etapa de preconstrucción (actualización estudios y diseños) como en la etapa de construcción de las obras. Se deben asegurar las dedicaciones de tiempo del personal asignado para efectuar las acciones definidas en el plan de gestión de riesgos y que se incluyan las actividades de seguimiento correspondientes.

En este sentido, dentro de los controles de obra, se estudiará cada una de las áreas propuestas en la matriz de riesgos, por separado, de esta manera, se genera el control por ramas de la obra y ejecución en todo momento. Cada área contará con un profesional a cargo, quien será el que comunique, controle y socialice las actividades a la gerencia del proyecto.

Para realizar el control y monitoreo de los riesgos, y otras afectaciones a la ejecución de las labores, se citarán reuniones semanales entre el residente de obra y el gerente, con el fin de socializar el avance de las intervenciones, estado de las máquinas, y personal de la obra. En esta reunión se realizará la compilación de información de avance en informes. En caso de identificarse alguna inconsistencia en la ejecución de la obra, se debe realizar una reunión general con las áreas involucradas con el fin de generar estrategias de mitigación de acorde con el plan de gestión de riesgos propuesto.

De forma mensual, se llevará a cabo una reunión con el residente y cada encargado de área con el fin de conocer los avances, imprevistos y acciones tomadas para mitigarlos, en esta se realizará un informe compilatorio del avance mensual, se ejecutarán y socializarán las acciones preventivas y correctivas que se ejecutarán en el siguiente mes, en caso de requerirlo. El informe mensual, quedará en la compilación del archivo para presentar al contratante cuando lo requiera, de igual manera, el gerente, se encargará de pactar las fechas y tiempos de entrega de los informes de avance con el contratante, con el fin de empatarlo con las reuniones internas de trabajo.

Es importante que el gerente del proyecto realice un seguimiento a la implementación del plan de gestión de riesgos y la aplicación de las herramientas de monitoreo y control propuestas, de tal forma que se den las respuestas en forma oportuna y eficaz, para lo cual cada profesional dentro de su componente a cargo y su especialidad, deberá reportar semanal y mensualmente las acciones de seguimiento realizadas y la implementación de las respuestas efectuadas durante cada periodo.

Evaluación de la Gestión de Riesgos

En cuanto a la fase de evaluación de la gestión de riesgos del proyecto, los autores se refieren a ella como la fase en la que se realiza un análisis de resultados obtenidos. A partir de ello, es posible realizar una retroalimentación de la ejecución, lo que, a su vez, genera un conocimiento base sobre las acciones y riesgos dentro de la ejecución para implementar en futuras obras.

Se debe entender esta etapa final, como una evaluación post que permite calificar el desempeño en la gestión de riesgos del proyecto, que además debe ser integrado con la evaluación general que se realice a su finalización, con el objeto de implementar las acciones de mejora pertinentes para tener una curva de crecimiento positiva en cuanto al manejo de riesgos por parte de la organización, que le permita obtener un mejor desempeño en futuros proyectos.

Para realizar la evaluación del proyecto, se requiere desde la fase de ejecución una evaluación mensual en la que se involucre el gerente y contratante, en esta se socializan los hitos ejecutados y los faltantes con el fin de controlar si esta se lleva a cabo de forma exitosa, y si dichas intervenciones están mostrando mejorías encaminadas a suplir la necesidad que se planteó para la ejecución.

Al finalizar la obra, resulta conveniente reunir un grupo de expertos en el tema, quienes se encargarán de realizar las observaciones y estudios necesarios para verificar el estado final en el que se entrega la obra a fin de contrastarlo con los objetivos iniciales. De este modo, se identifica la ejecución del contrato.

Posterior al recibo de obra y cierre del contrato, serán el contratante y ejecutor del proyecto los encargados de revisar si la obra tuvo el impacto esperado en la movilidad del sector, mejoramiento de los diferentes índices sociales, económicos y políticos y conexión entre

municipios. Igualmente, se debe contar con una evaluación por parte de la comunidad beneficiada por la ejecución del proyecto.

En este punto, además de verificar y evaluar si el proyecto se diseñó y ejecutó de forma adecuada con las necesidades de la región, se debe evaluar el componente de gestión de riesgos del proyecto, de tal forma que permita en un contexto general establecer que riesgos se materializaron y la efectividad del plan de gestión implementado, con respecto a las acciones realizadas y en qué medida permitieron conjurar las situaciones adversas presentadas.

Conclusiones

La gestión de riesgos es uno de los procesos a desarrollar en la dirección de proyectos, cobrando mayor relevancia en proyectos de infraestructura vial, dada su incertidumbre y entorno de riesgo que se encuentra influenciado principalmente por factores técnicos, ambientales, sociales, económicos y legales.

De acuerdo con el marco teórico adoptado en el presente documento, se evidenció que las principales metodologías utilizadas para la gestión de riesgos en proyectos coinciden en la descripción de varias de las etapas que plantean para desarrollar el proceso de gestión de riesgos.

Al respecto se puede concluir que, las cinco etapas fundamentales o pasos a seguir para realizar una adecuada gestión de riesgos en un proyecto de construcción de infraestructura vial son: identificación, análisis y evaluación, planificación, monitoreo y control, evaluación y cierre. Desarrollar estas etapas en forma sistemática permitirá cubrir los riesgos en forma apropiada bien sea evitando su ocurrencia o mitigando sus efectos.

Para el proyecto de construcción de infraestructura vial primaria utilizado como caso de aplicación en el presente trabajo de grado, se lograron identificar los principales riesgos que posiblemente impactarán los costos planificados para su ejecución. En cuanto a su análisis, los riesgos identificados se agruparon según su causa/efecto en las siguientes categorías: Gestión del Proyecto, Recursos, Técnicos y/o Calidad, Social, Impacto Ambiental y Legal.

Se aplicó como herramienta de análisis, evaluación y planificación una matriz de riesgos adaptada para el proyecto de construcción vial, con base en las metodologías consultadas y modelos previos aplicados por otros autores; mediante la cual se efectuó un análisis cuantitativo y cualitativo que permitió clasificar los riesgos y estimar los valores de contingencia. Así mismo,

de acuerdo con su clasificación, se generó el respectivo plan de gestión de riesgos formulando las acciones de respuesta con el fin de evitar o mitigar cada riesgo evaluado.

En este sentido es importante resaltar como conclusión que, es recomendable al desarrollar la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial establecer los valores de contingencia adecuados para poder atender los riesgos que lleguen a generarse durante la ejecución del proyecto, de tal forma que se cuente con los recursos necesarios para implementar las acciones previstas de forma oportuna y eficaz con el fin de evitar, mitigar o superar la situación de riesgo acaecida y llevar a feliz término el proyecto sin afectar las condiciones de calidad y alcance definidos.

La adecuada gestión de riesgos en proyectos de construcción de infraestructura vial, implica desarrollar un procedimiento basado en las metodologías referenciadas en el presente documento u otros similares, aplicando las herramientas y técnicas pertinentes adaptándolas según sus condiciones particulares, brindando a la dirección del proyecto los insumos necesarios para tomar decisiones oportunas con el fin de aplicar acciones eficaces para conjurar las situaciones de riesgo presentadas, asegurando el cumplimiento de las metas establecidas.

Además, permite generar un valor agregado en las organizaciones mediante el aprendizaje de lecciones aprendidas, a través de una debida retroalimentación para futuros proyectos, la cual se efectúa con el desarrollo de la etapa final de evaluación y cierre, que hace parte del proceso para la gestión de riesgos.

Referencias Bibliográficas

Agencia Nacional de Infraestructura (2015). *Manual para la Administración de Riesgos*

Institucionales y Anticorrupción en la ANI.

https://www.ani.gov.co/sites/default/files/sig/sepg-m-004_manual_para_administrar_el_riesgo_en_la_ani_v1.pdf

APM Group Limited (2004). *Project Risk Analysis and Management Guide (Guía PRAM)*, 2ª edición. Association for Project Management.

Bastidas, A. y Capador, D. (2017). *Análisis cualitativo de riesgos en proyectos de vivienda unifamiliar*. [Trabajo de grado Especialización, Universidad Católica de Colombia].

<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/14792>

Cámara Colombiana de la Construcción - Camacol (2018). *Informe de productividad Sector construcción de edificaciones*.

<https://camacol.co/sites/default/files/descargables/INFORME%20DE%20PRODUCTIVIDAD.pdf>

Camacol y McKinsey (2017). *Estudio de Productividad y Riesgos del Sector de la Construcción de Edificaciones*. Sin publicar.

Cazorla, D. (2010). *Estudio de la metodología de Gestión de Proyectos PRINCE2: Aplicación a un caso práctico*. [Proyecto Fin de Carrera, Universidad de Málaga]. Repositorio Universidad de Málaga.

Cotán, A. (2016). *El Sentido de la Investigación Cualitativa*. *Escuela Abierta*. (19)1, 33-48.

https://www.ceuandalucia.es/escuelaabierta/pdf/articulos_ea19/EA19-sentido.pdf

Dalipi, F., Rufati, E., & Idrizi, F. (2013). *Applying Agile Software Development Methodology in a Dynamic Business Environment*. *International Journal of Engineering Research and*

Development, 8(3), 20-25.

https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=JVL1kiEAAAJ&citation_for_view=JVL1kiEAAAJ:8k81kl-MbHgC

Dotres, S. (2018). *Gestión de riesgo en inversiones constructivas. Experiencias en la provincia de Holguín*. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín, Cuba, (24)4, 56-61. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181557161005>

Dotres, S., Garcíandía, G., Sánchez, N. (2021). *Impactos financieros de los factores de riesgos económicos sobre el costo total de inversión*. Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional RILCO, (11), 29-38.

<https://www.eumed.net/es/revistas/rilco/11-agosto21/riesgos-economicos-costo>

Dotres, S., Sánchez, N., Zúñiga, L. (2020). *Experiencias de una evaluación de impactos financieros en proyecto de construcción desde la gestión del riesgo*. Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional RILCO, (2)5.

<https://www.eumed.net/rev/rilco/05/gestion-riesgo.html>

Fenollera, M. (2011). *Effect of risk management implementation on productivity improvement*. Annals & Proceedings of DAAAM International, (22)1.

https://www.daaam.info/Downloads/Pdfs/proceedings/proceedings_2011/532.pdf

Guillart, S. y Capuz, S. (2020). *Análisis comparativo de estándares y metodologías de gestión de riesgos del proyecto*. Asociación Española de Ingeniería de Proyectos (AEIPRO) - Comunicaciones presentadas al XXIV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, (24)08-019, 2058-2069.

http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/2566/AT08-019_20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernández-Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill Education.

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación (6a edición)*. McGraw Hill Interamericana Editores.

Hwang, B., Zhao, X. y Toh, L. (2014). *Risk management in small construction projects in Singapore: Status, barriers and impact*. International Journal of Project Management. (32)1, 116-124.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786313000100?via%3Dihub>

Lozano, S., Patiño, I., Gómez, A. & Torres, A. (2018). *Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia*. Ingeniería y Ciencia, (14)27. Universidad EAFIT.

<https://www.redalyc.org/journal/835/83556831006/html/>

Montes, J., y Pérez, M. (2014). *Comparación de metodologías de gerencia de proyectos PRINCE2 Y PMBOK5*. [Trabajo de investigación, Universidad Escuela de Administración de Negocios].

<https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/7024/PerezManuel2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Osipova, E. y Eriksson, P. (2013). *Balancing control and flexibility in joint risk management: Lessons learned from two construction projects*. International Journal of Project Management (31)3, 391-399.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786312001214?via%3Dihub>

Paya, E. y Rosero, M. (2018). *Proceso para el seguimiento de costos, riesgos y calidad bajo la metodología de valor ganado*. [Trabajo de grado, Universidad ICESI].

https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/94702/1/T02126.pdf

Pedrosa, I., Suárez, J. y García, E. (2013). *Evidencias sobre la validez de contenido: Avances teóricos y métodos para su estimación*. *Revista Acción psicológica - Servicio de Psicología Aplicada Universidad Nacional de Educación a Distancia – UNED*, 10(2), 3-20.

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-908X2013000200002

Project Management Institute (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Sixth Edition*.

Project Management Institute (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition*.

Rosenfeld, Y. (2014). *Root-Cause Analysis of Construction-Cost Overruns*. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(1), 10.

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000789](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000789)

Rybka, I., Bondar-nowakowska, E. y Pawluk, K. (2017). *Risk of Contractors' Claims On the Example of Road Works*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. (245)7.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/245/7/072009/pdf>

SCRUMstudy (2022). *Guía de los FUNDAMENTOS DE SCRUM (Guía del SBOK®) Cuarta Edición*. SCRUMstudy™.

Standish Group (2021). *CHAOS 2020: Beyond Infinity*. The Standish Group.

<https://hennyportman.wordpress.com/2021/01/06/review-standish-group-chaos-2020-beyond-infinity/>

Urgilés, P. (2019). *Metodología para el seguimiento y control de proyectos complejos de construcción. Aplicación en el sector hidroenergético*. [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia].

<https://apidspace.linhd.uned.es/server/api/core/bitstreams/03d6ff2b-4b30-407e-ac3a-03b0ae7943f2/content>

Urrutia, M., Barrios, S., Gutiérrez, M. y Mayorga, M. (2014). *Métodos óptimos para determinar validez de contenido*. *Educación Médica Superior*, 28(3), 547-558.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412014000300014

Apéndice A

Matriz de Gestión de Riesgos

MATRIZ DE GESTIÓN DE RIESGOS

Nombre del Proyecto	Construcción segunda etapa Vialidad - La Paz
Objetivo	Mejoramiento de la vialidad a través de la construcción de nuevos caminos entre los municipios de Vialidad y La Paz
Fecha de Actualización	10/04/2018

Proceso de Identificación de Riesgos				Proceso de Análisis Cualitativo					Proceso de Análisis Cuantitativo				Proceso Plan de respuesta o Gestión de riesgos									
ID	Categoría del Riesgo	Factor de Riesgo	Causa (Evento) [a-1]	Riesgo (Evento causa-2)	Efecto (Consecuencia) [a-3]	Frecuencia de ocurrencia	Severidad de Impacto	Criticalidad	Exposición del Riesgo (PE)	Clasificación del Riesgo dentro del Proyecto	¿Responde Plan de Respuesta?	Frecuencia de ocurrencia	Valor estimado de pérdidas en el patrimonio	Valor de la contingencia	Actuación de respuesta	Plan "A" Plan de Respuesta	Actividades de Respuesta al Riesgo	Responsable	Riesgo Residual	Plan "B" Plan de Contingencia		
1	Definición del Proyecto	Ampliación del cronograma de trabajos	Por insuficiencia de recursos o deficiencias en el control y seguimiento al cronograma del proyecto, tanto la cantidad y parámetros técnicos según y su desarrollo, a su cumplimiento, incluido en acciones para los interesados.			3	50	90%	Alto	150	3	51	45%	15	1	238.027.105,75	Mitigar	Se implementa una contingencia que permita disponer recursos con el fin de ampliar los límites de ejecución de obra, para lo cual se debe generar una provisión que permita disponer recursos que cubran los posibles retrasos.	Se solicitan recursos de contingencia para el proyecto, a fin de disponer de los recursos de contingencia a través de la ejecución del contrato de riesgo.	Revisión en el cronograma	No aceptación de ejecución de obra	Ampliar tiempos de ejecución de obra
2	Definición del Proyecto	Separación de otros áreas de la organización	Los parámetros técnicos y separa de manera puedan generar retrasos o retrasos en el cronograma que generen impactos en el desarrollo total del proyecto.			2	40	80%	Alto	80	3	31	35%	6	1	70.763.010,00	Mitigar	Proposición y fondo de diferentes acciones disponibles en el área para enfrentar y atribuido para la ejecución de recursos.	Llamado de una distribución de recursos para la ejecución de recursos.	Insuficiencia de recursos de contingencia	Disminución de ejecución de obra	Tras materialización de recursos de contingencia
3	Recursos	Deficiencia en la asignación de recursos	La asignación de recursos puede no ser suficiente para garantizar los rendimientos y calidad esperada.			1	10	20%	Bajo	10	3	6%	40%	-	-	-	Evitar	Definir y diseñar adecuadamente la transición en el tiempo.	Proponer un modelo y diseño de obra acorde a las necesidades y calidad esperada.	Obra	No aceptación de los parámetros técnicos de ejecución	Cambio de diseño
4	Recursos	Limitaciones del equipo	Falta de documentación técnica del equipo pueda generar retrasos o mala ejecución en la obra.			1	100	100%	Alto	100	3	31	10%	6	1	17.000.000,00	Evitar	Realizar cambios en el personal asignado, considerando parámetros con experiencia en el área.	Definir un equipo multidisciplinario y responsable según su calidad.	Obra	Insuficiente recursos, sumando de costos de ejecución	Controlar de obra según de ejecución
5	Recursos	Disponibilidad de recursos	Los interesados externos tienen una disponibilidad de recursos que genera una mala ejecución de la obra.			2	40	80%	Alto	100	3	31	10%	7	1	14.707.263,00	Evitar	Mantener el manejo de recursos centralizado.	Cambio de administración del obra.	Intereses externos	Faltas de gestión de obra.	Tras materialización de recursos de contingencia
6	Recursos	Verificación de los parámetros de trabajo durante el desarrollo del proyecto.	Prioridad de que los parámetros técnicos durante la etapa de planificación del proyecto sufren alteraciones significativas por parte de los interesados en el desarrollo, afectando el cumplimiento de ejecución del proyecto.			3	40	80%	Alto	100	3	31	35%	6	1	61.014.100,75	Mitigar	Asegurar que parámetros técnicos al inicio de los recursos que permitan verificar, con el fin de que el área no sea los necesarios.	Resolución de distribución que permitan al área proyectada con recursos asignados en el presupuesto.	Cambio en el contrato	Suma de presupuesto para obra ejecución del proyecto.	Controlar de obra según de ejecución
7	Recursos y/o Calidad	Técnicos y/o Calidad	Se refiere a la posibilidad de que los estudios y diseños autorizados como documentos técnicos del proyecto, sean alterados o modificados, generando impactos significativos en el avance de obra, en el cronograma, generando impactos y pérdidas de calidad esperada.			2	100	100%	Alto	200	3	31	10%	10	1	179.000.000,00	Evitar	Realizar una eficiente gestión y aprobación de los diseños proyectados con el apoyo de trabajo y con el cliente.	Implementar la gestión en los diseños acorde con las condiciones y observaciones presentadas.	Revisión y aprobación de diseños	Faltas o acciones por falta de calidad en la obra	Realizar un seguimiento del proyecto
8	Recursos y/o Calidad	Modificaciones o no aprobación de diseños	Falta de aprobación o no aprobación de diseños por parte del contratista, o presentando modificaciones en el desarrollo.			2	50	100%	Alto	100	3	31	15%	10	1	35.500.074,75	Evitar	Realizar modificaciones en la obra de acuerdo a las necesidades, revisar y aprobar los diseños en las etapas previas del proyecto.	Operar actividades coordinadas con el contratista, para aprobación de los diseños de la obra.	Aumento de costos y retardos en el desarrollo del proyecto	Aumento de costos	Realizar acciones de contingencia para aprobar los costos adicionales
9	Recursos y/o Calidad	Verificación en las condiciones de trabajo durante el desarrollo del proyecto.	Por efectos derivados de los cambios en las condiciones o parámetros técnicos presentados inicialmente, se puede generar impactos en las condiciones de obra esperada y/o expectativas técnicas, siendo necesario realizar acciones al presupuesto del proyecto.			1	10	20%	Bajo	10	3	31	10%	6	1	10.302.044,00	Mitigar	Se deben realizar los ajustes necesarios en el presupuesto de obra, de tal forma que se puedan enfrentar las condiciones técnicas y materiales, de la forma que se pueda acción de recursos no sea tan alta.	Definición de acciones con el contratista, para aprobar cambios al presupuesto y asegurar los recursos requeridos en el presupuesto.	Cambio en las condiciones de trabajo y retardos en el desarrollo del proyecto	Cambio en el alcance del proyecto	Realizar una propuesta alternativa
10	Recursos y/o Calidad	Retrasos en la ejecución de las actividades de desarrollo de la obra	Una inadecuada asignación de los recursos para la ejecución de las actividades de desarrollo de la obra, generando impactos en el desarrollo del proyecto ocasionando impactos en el cronograma y costos adicionales.			3	10	100%	Alto	100	3	31	10%	10	1	108.107.012,00	Evitar	Realizar una programación de obra y asignación de recursos acorde con el fin de evitar retrasos en la ejecución de las actividades de desarrollo.	Implementar acciones que permitan la programación de recursos.	Insuficiencia de recursos	Insuficiencia de recursos	Realizar acciones de contingencia para cumplir con los recursos de obra
11	Recursos y/o Calidad	Insuficiencia de desarrollo de la obra	En la programación de actividades de desarrollo de la obra, se puede generar impactos en el desarrollo de la obra y/o presentar impactos de recursos o retrasos o limitaciones en la ejecución.			1	10	20%	Bajo	10	3	6%	40%	-	-	-	Evitar	Se requiere realizar una programación de recursos acorde con el fin de evitar retrasos en la ejecución de las actividades de desarrollo de la obra.	Proponer alternativas técnicas al presupuesto del proyecto, con planes de contingencia que permitan el desarrollo de la obra.	Aumento de costos y retardos en el desarrollo del proyecto	Faltas de gestión de obra	Realizar acciones de contingencia para completar la obra.
12	Recursos	Insuficiencia de recursos	Se pueden generar inconvenientes con la comunidad que ocasionan impactos en el desarrollo de la obra.			3	20	40%	Alto	60	3	31	10%	10	1	30.763.010,00	Evitar	Se requiere realizar campañas de comunicación con la comunidad que permitan tener un adecuado conocimiento de la obra.	Charlas, reuniones de trabajo, reuniones de trabajo.	Insuficiencia de recursos de contingencia	Aumento en los tiempos de ejecución	Controlar un equipo de ejecución de obra para asegurar los recursos
13	Recursos	Insuficiencia de recursos	Al presentar el avance, ocasionar impactos en la ejecución de las actividades de desarrollo de la obra y/o presentar impactos en la ejecución del proyecto.			1	10	20%	Bajo	10	3	31	15%	10	1	108.107.012,00	Mitigar	Realizar acciones de comunicación con la comunidad que permitan tener un adecuado conocimiento de la obra.	Charlas de comunicación con la comunidad, reuniones de trabajo, reuniones de trabajo.	Insuficiencia de recursos de contingencia	Retrasos en la ejecución de la obra	Apurar y completar de ejecución
14	Recursos de trabajo ambiental	Insuficiencia de recursos de trabajo ambiental	La inadecuada elaboración de la solicitud de trabajo ambiental puede generar impactos en el desarrollo de la obra que impactan negativamente en el desarrollo.			3	10	20%	Bajo	30	3	31	10%	10	1	95.993.010,00	Evitar	Se requiere tener un profesional ambiental a cargo del trámite y gestión total de los documentos de trabajo con las autoridades ambientales.	Revisión y control de la elaboración y calidad de los documentos de trabajo con las autoridades ambientales.	Insuficiencia de recursos de contingencia	Retrasos en el desarrollo de la obra	Cambio técnico en el trabajo ambiental

15	Apertado de impacto ambiental	Afectación medio ambiente/Presencia de fauna protegida o cuerpos de agua en la zona	La presencia de agentes de protección ambiental patrimonialmente lim	3	80	88%	Alto	240	2	Si	30%	7	\$ 74.301.750,50	Mitigar	Se requiere dentro de los estudios previos, elaborar una observación y estudio ambiental adecuado para la obra	Elaboración de matriz específica para el impacto ambiental ocasionado por el evento espacial	Imposibilidad de ejecución de obras	Cierre o abandono del proyecto	Elaborar propuestas de mitigación del impacto ambiental
16	Apertado de impacto ambiental	Dificultad en la adquisición de materiales de explotación	La no disponibilidad de materiales de explotación en las zonas afectadas generan sobrecostos en el transporte y adquisición de materiales para la obra	2	30	33%	Bajo	60	2	Si	20%	14	\$ 123.834.317,30	Mitigar	Se requiere un estudio de proveedores en cercanías, teniendo en cuenta que tengan los respectivos permisos de explotación	Revisión de disponibilidad de materiales en cercanías	Discontin	Retrasos en las diferentes etapas de la obra	Bloqueo de otros distribuidores.
17	Apertado de impacto ambiental	Daños ambientales ocasionados por inadecuadas prácticas durante el proceso constructivo	No atender las indicaciones ambientales relacionadas con las buenas prácticas constructivas, pueden ocasionar afectaciones medio ambientales, generando el pago de multas y el posible cese de actividades por cierre ambiental	2	20	4%	Medio	40	1	Si	20%	14	\$ 88.069.054,00	Mitigar	Se debe garantizar una correcta disposición de residuos y manejo de espacios ambientales a lo largo del desarrollo del proyecto	Revisión, ajuste y aplicación de la matriz de impacto ambiental	Malta ejecución del Plan de manejo ambiental	Cierre o cesura de la obra	Proyectar acciones correctivas para protección del medio ambiente
18	Legal	Cambios normativos presentados durante la ejecución del proyecto.	Afectación en el desarrollo de la ejecución proyecto, previsto con la normatividad existente al momento de su planeación.	1	20	4%	Medio	20	2	No	10%	6	\$ 31.329.003,00	Compartir	Se debe realizar una actualización constante de la normativa aplicable al proyecto	Implementar los cambios normativos según el componente afectado	Cambios normativos	Verificación en tiempo y/o alcance y/o costo	Actualizar los diseños y parámetros de ejecución según la nueva normativa
19	Legal	Occurrencia de eventos de fuerza mayor, tales como sismos armados, heladas antrópicas, vientos fuertes, etc. Definidos como Fuerza Mayor o Caso Fortuito, según la legislación vigente.	En caso de ocurrencia de un evento catalogado como de fuerza mayor o caso fortuito, se produce una interferencia en la ejecución del proyecto, pérdidas de bienes o cambios en las obras por necesidad de ajustar diseños.	3	10	4%	Medio	20	3	Si	20%	18	\$ 127.374.693,00	Aceptar	Realizar los ajustes necesarios en los componentes del proyecto acorde con las limitaciones presentadas	Generar una propuesta con los cambios requeridos que permitan la viabilidad de ejecución del proyecto, mitigando el impacto económico	Agentes externos	Cierre o suspensión de la obra	Realizar las modificaciones contractuales o ajustes en los documentos del proyecto, según aplique.

RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO - RAE

1. Información General	
Tipo de Documento	Monografía como opción de grado
Tema	Gestión de riesgos en proyectos de construcción infraestructura vial
Título	Evaluación de riesgos que impactan los costos estimados en proyectos de construcción de infraestructura vial primaria en Colombia, aplicación al Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar – La Paz.
Autor(es)	Johan Alberto Higuera Moreno
Director	Ph.D. Ronald Rojas Alvarado
Fuentes Bibliográficas	<p>Se utilizaron veintiocho (28) referencias bibliográficas, de las que se destacan las siguientes:</p> <p>APM Group Limited (2004). Project Risk Analysis and Management Guide (Guía PRAM), 2ª edición. Association for Project Management.</p> <p>Dotres-Zúñiga, S. (2018). Gestión de riesgo en inversiones constructivas. Experiencias en la provincia de Holguín. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín, Cuba, (24)4, 56-61. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181557161005</p> <p>Guillart Juan, S. y Capuz Rizo, S. (2020). Análisis comparativo de estándares y metodologías de gestión de riesgos del proyecto. Asociación Española de Ingeniería de Proyectos (AEIPRO) - Comunicaciones presentadas al XXIV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, (24)08-019, 2058-2069. http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/2566/AT08-019_20.pdf?sequence=1&isAllowed=y</p> <p>Lozano Serna, S., Patiño Galindo, I., Gómez Cabrera, A. & Torres, A. (2018). Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia. Ingeniería y Ciencia, (14)27. Universidad EAFIT. https://www.redalyc.org/journal/835/83556831006/html/</p> <p>Paya, E. y Rosero, M. (2018). Proceso para el seguimiento de costos, riesgos y calidad bajo la metodología de valor ganado. [Trabajo de grado, Universidad ICESI]. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/94702/1/T02126.pdf</p> <p>Project Management Institute (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition.</p> <p>SCRUMstudy (2022). Guía de los FUNDAMENTOS DE SCRUM (Guía del SBOK®) Cuarta Edición. SCRUMstudy™.</p>
Año	2024

RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO - RAE

Resumen	<p>El presente trabajo tiene como propósito evaluar los riesgos que generalmente impactan los costos estimados para la construcción de proyectos de infraestructura vial primaria en Colombia; a través del análisis de los conceptos expuestos por diferentes autores en relación con la gestión de riesgos en proyectos y específicamente los referentes a construcción de infraestructura, aplicándolos al caso específico del proyecto Construcción segunda calzada Valledupar – La Paz.</p> <p>Lo anterior, teniendo en cuenta que los proyectos de construcción de infraestructura presentan un nivel muy alto de incertidumbre, pues diferentes factores de riesgo susceptibles de materializarse en la fase de ejecución probablemente afecten la línea base de costos determinada durante la fase de planificación.</p> <p>En el análisis se identificaron los diferentes factores de riesgo que durante la etapa de ejecución pueden afectar los costos estimados en proyectos de construcción de vías primarias en Colombia.</p> <p>Respecto al proyecto evaluado, se lograron identificar los principales riesgos que posiblemente impactarán los costos planificados para su ejecución, logrando determinar su probabilidad e impacto. En cuanto a su análisis, los riesgos identificados se agruparon según su causa/efecto en las siguientes categorías: Gestión del Proyecto, Recursos, Técnicos y/o Calidad, Social, Impacto Ambiental y Legal.</p> <p>Se efectuó el análisis cualitativo y cuantitativo que permitió clasificar los riesgos y estimar los valores de contingencia. Así mismo, de acuerdo con su clasificación, se generó el respectivo plan de gestión de riesgos formulando las acciones de respuesta con el fin de evitar o mitigar cada riesgo evaluado.</p>
Palabras Claves	Gestión de riesgos; Proyectos; Valoración impactos; Matriz de riesgos; Control costos.
Contenidos	<p>Introducción</p> <p>Definición del problema</p> <p>Justificación</p> <p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> Objetivo General Objetivos Específicos <p>Metodología</p> <p>Marco Referencial</p> <ul style="list-style-type: none"> Marco Conceptual Marco Teórico Marco contextual <p>Modelo Propuesto y Validación</p> <p>Desarrollo de la Matriz de Gestión de Riesgos</p> <p>Plan de gestión de riesgos</p> <p>Monitoreo y Control</p> <p>Evaluación de la Gestión de Riesgos</p> <p>Conclusiones</p>

2. Descripción del problema de investigación

Respecto a la ejecución de proyectos de ingeniería, específicamente en obras de infraestructura vial, se presentan diferentes situaciones que ponen en riesgo la estabilidad financiera del proyecto. Estas situaciones se relacionan principalmente con aspectos de orden técnico, operativo o socio-ambiental; impactando las actividades planificadas para la ejecución del proyecto.

Así las cosas, se plantea que la gestión de riesgos en proyectos de construcción tiene un impacto significativo en la mejora de su desempeño, principalmente en referencia a los costos y cronograma. En estudios realizados para medir la percepción de los beneficios respecto a la mejora en el desempeño de pequeños y medianos proyectos de construcción, aplicados a empresas y consultores del sector construcción, se ha encontrado que los encuestados reconocen la importancia de la implementación de gestión de riesgos en sus proyectos como factor que ha influido en la mejora de su desempeño, aunque han encontrado barreras como los costos asociados a su implementación, no obstante, el impacto en cuanto al ahorro de tiempos y costos fue positivo.

RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO - RAE

Por tanto, es relevante que los encargados de gerenciar proyectos de construcción de infraestructura vial en Colombia, cuenten con herramientas adecuadas para identificar y evaluar eficientemente los riesgos en sus proyectos específicos, además, tener la capacidad de implementar un plan de gestión de riesgos adaptable a los escenarios cambiantes que les permita controlarlos eficazmente y así cumplir con las metas y objetivos propuestos.

3. Objetivos

General:

Analizar los riesgos que generalmente afectan los costos estimados para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura vial primaria en Colombia, con aplicación al caso de estudio Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar – La Paz.

Específicos:

Identificar los riesgos susceptibles de materializarse durante la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura vial primaria en Colombia que probablemente impactarán los costos planificados.

Analizar los riesgos identificados (probabilidad de ocurrencia y su impacto) en el marco del caso de estudio Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar - La Paz.

Priorizar los riesgos identificados y evaluados a través de una matriz aplicable al caso de estudio Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar - La Paz.

4. Metodología

Se desarrolló un enfoque de investigación de tipo cualitativo, mediante la revisión documental con el propósito de identificar literatura relevante respecto de las metodologías y modelos aplicables para la gestión de riesgos en proyectos e investigaciones relacionadas con proyectos de construcción a nivel internacional (Europa, Norteamérica, Latinoamérica) y local (Colombia).

A través de la revisión documental se categorizaron las experiencias y conceptos apropiados en los diferentes ámbitos investigados por los autores consultados. Inicialmente se estableció el estado del arte respecto a la temática propuesta y, posteriormente, a través del análisis sistemático de los referentes bibliográficos seleccionados, se estableció el procedimiento más adecuado para la gestión de riesgos aplicable a proyectos de construcción, incluyendo su identificación, análisis y evaluación, con el fin de aplicarlo al caso de estudio Proyecto Construcción segunda calzada Valledupar - La Paz.

5. Referentes teóricos

Se desarrolló un marco teórico en el que se expusieron los diferentes referentes consultados en relación con la gestión de riesgos en proyectos, incluyendo antecedentes, metodologías y estado del arte, con base en el análisis de la información consultada a través de diferentes investigaciones o artículos científicos relacionados con la evaluación de riesgos en proyectos.

6. Referentes conceptuales

Se incluyeron las definiciones y principales características de los conceptos relevantes asociados a la gestión de riesgos en proyectos, además, se presentó la información y datos del proyecto seleccionado como caso de estudio para aplicar la metodología propuesta, con el fin de contextualizar al lector en la temática específica del documento.

RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO - RAE

7. Resultados

Para el proyecto de construcción de infraestructura vial primaria utilizado como caso de estudio, se lograron identificar los principales riesgos que posiblemente impactarán los costos planificados para su ejecución. En cuanto a su análisis, los riesgos identificados se agruparon según su causa/efecto en las siguientes categorías: Gestión del Proyecto, Recursos, Técnicos y/o Calidad, Social, Impacto Ambiental y Legal.

Se aplicó como herramienta de análisis, evaluación y planificación una matriz de riesgos adaptada para el proyecto de construcción vial, con base en las metodologías consultadas y modelos previos aplicados por otros autores; mediante la cual se efectuó un análisis cuantitativo y cualitativo que permitió clasificar los riesgos y estimar los valores de contingencia.

Se generó el respectivo plan de gestión de riesgos, formulando las acciones de respuesta con el fin de evitar o mitigar cada riesgo evaluado. Se establecieron las actividades a realizar para efectuar el adecuado monitoreo y control a la implementación del plan de gestión riesgos en la fase de ejecución del proyecto. Asimismo, se plantearon las actividades correspondientes a la fase de evaluación y cierre del plan de gestión de riesgos.

8. Conclusiones

La gestión de riesgos es uno de los procesos a desarrollar en la dirección de proyectos, cobrando mayor relevancia en proyectos de infraestructura vial, dada su incertidumbre y entorno de riesgo que se encuentra influenciado principalmente por factores técnicos, ambientales, sociales, económicos y legales.

De acuerdo con el marco teórico adoptado en el presente documento, se evidenció que las principales metodologías utilizadas para la gestión de riesgos en proyectos coinciden en la descripción de varias de las etapas que plantean para desarrollar el proceso de gestión de riesgos. Al respecto se puede concluir que, las cinco etapas fundamentales o pasos a seguir para realizar una adecuada gestión de riesgos en un proyecto de construcción de infraestructura vial son: identificación, análisis y evaluación, planificación, monitoreo y control, evaluación y cierre. Desarrollar estas etapas en forma sistemática permitirá cubrir los riesgos en forma apropiada, bien sea evitando su ocurrencia o mitigando sus efectos.

Es recomendable al desarrollar la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial establecer los valores de contingencia adecuados para poder atender los riesgos que lleguen a generarse durante la ejecución del proyecto, de tal forma que se cuente con los recursos necesarios para implementar las acciones previstas de forma oportuna y eficaz con el fin de evitar, mitigar o superar la situación de riesgo acaecida y llevar a feliz término el proyecto sin afectar las condiciones de calidad y alcance definidos.

La adecuada gestión de riesgos en proyectos de construcción de infraestructura vial, implica desarrollar un procedimiento basado en las metodologías referenciadas en el presente documento u otros similares, aplicando las herramientas y técnicas pertinentes adaptándolas según sus condiciones particulares, brindado a la dirección del proyecto los insumos necesarios para tomar decisiones oportunas con el fin de aplicar acciones eficaces para conjurar las situaciones de riesgo presentadas, asegurando el cumplimiento de las metas establecidas.