



Gestión de riesgos para proyectos de ingeniería civil

Estudio de caso: Vía Chita la uvita

Docente tutor:

Luis Felipe Pinzón Uribe

Elaborado por:

Diego Felipe Cortes Mosquera

Cod. 1103150

Universidad Militar Nueva Granada

Facultad de ingeniería

Programa de ingeniería Civil

Diplomado en gerencia de proyectos PMI

Bogotá D.C. octubre de 2022

Tabla de contenido

Resumen	3
Abstract	3
Objetivos	3
Introducción	4
Desarrollo	4
Revisión de normatividad colombiana	4
Importancia de la gestión de riesgos	8
Descripción breve del proyecto	9
Ubicación	10
Estado de la vía	10
Aspectos socioeconómicos de los municipios	12
Definición, aplicación y análisis de la matriz de riesgo al proyecto	12
Identificar las categorías de riesgo	12
Definición de la probabilidad de ocurrencia y posible impacto	14
Matriz de relación entre probabilidad e impacto	15
Estrategia de mitigación	16
Matriz de riesgos	17
Conclusiones	24
Bibliografía	25

Resumen

Este estudio surge como resultado del desarrollo del diplomado en gerencia de proyectos PMI y presenta una propuesta de gestión de riesgo aplicada a un proyecto de mantenimiento vial, más específicamente se desarrollará en torno a una vía del departamento de Boyacá que comunica los municipios de Chita y La Uvita. Este se basa en la metodología de gestión de proyectos PMI. Se busca realizar un análisis que permita plantear unos lineamientos para gestionar los riesgos que puedan manifestarse en el desarrollo del proyecto. De igual manera, con este análisis se pretende dar visibilidad a la importancia que representa esta vía para los habitantes de estos municipios, y para el departamento en general.

Palabras clave: Gestión de riesgo, PMI, vía Chita - La Uvita, mantenimiento vial, Boyacá

Abstract

This work comes from the development of the diploma in project management PMI and presents a proposal for management of risks applied to a project of road reconstruction. More specifically, the work is about a road in the department of Boyacá, this road connects the municipalities of Chita and La Uvita. Based on PMI methodology, the intention is to develop an analysis that gives guidelines to manage the possible risks for the project. In the same way, it is intended that with this analysis it will be possible to make a positive impact, so that it is recognized the great importance of this road for the community living in these municipalities, and the department in general.

Key words: Risk management, PMI, road Chita - La Uvita, road maintenance, Boyacá

Objetivos

General

- Desarrollar un análisis de gestión del riesgo enfocado en el proyecto de mejora para la vía que comunica los municipios de Chita y La Uvita en el departamento de Boyacá

Específicos

- Hacer una revisión del estado actual de la vía que permita identificar los riesgos asociados a este

- Identificar la importancia de la gestión de riesgos definida por el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) y definir los parámetros para su análisis
- Aplicar el desarrollo de una matriz que identifique los riesgos del proyecto, acompañado de estrategias que ayudarán en su mitigación.
- Generar un documento de apoyo a futuros desarrollos que se pretendan hacer en pro del mejoramiento de la vía Chita-La Uvita

Introducción

En este ensayo se busca desarrollar una matriz de riesgos, acompañada de un análisis y recomendaciones, basados en la metodología Project Management Institute (PMI), que identifique los riesgos a los que estaría expuesto un proyecto de mantenimiento vial en el departamento de Boyacá, más específicamente la vía Chita - La Uvita.

En el desarrollo se pretende también resaltar la importancia que el buen estado de la vía supone para los habitantes de los municipios aledaños, esto a través de la identificación del estado actual, los flujos económicos que moviliza, y la sociedad que busca avanzar mediante el transporte en esta vía.

Se destaca de la misma manera la teoría aplicable a la gestión de riesgos propuesta por el PMI, del inglés Project Management Institute; expuesta en la guía de buenas prácticas denominada PMBOK del inglés, Project Management Body of Knowledge, buscando aportar lo máximo posible al análisis de los riesgos a los que el proyecto se ve expuesto.

Luego de una revisión preliminar se pudo identificar que esta vía se encuentra en condiciones que no benefician a los municipios aledaños. En la actualidad, en la gobernación de Boyacá se adelanta la contratación para un proyecto que busca el mantenimiento de esta mediante reemplazo de capa de rodadura, acompañado de obras de drenaje y alcantarillado. Esto supone que ya se identificó el problema y se está procesando su solución

Por último, se expondrán conclusiones y recomendaciones que servirán para identificar cuáles fueron los objetivos alcanzados en el desarrollo del ensayo.

Desarrollo

Revisión de normatividad colombiana

Dentro de la normatividad colombiana, existen leyes y decretos que indican que la gestión del riesgo es de vital importancia y debe incluirse desde las etapas de estudios

previos, de igual manera hay normas técnicas que instruyen sobre las bases, fundamentos y teoría práctica de la gestión de riesgos.

Las normativas aplicables al proyecto, por tratarse de un contrato de licitación pública, se listan a continuación acompañadas de una descripción de la razón por la cual son aplicables al caso de estudio.

- **Decreto 1082 de 2015 POR MEDIO DEL CUAL SE EXPIDE EL DECRETO ÚNICO REGLAMENTARIO DEL SECTOR ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN NACIONAL" EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA:**
 - En el numeral 6 del artículo 2.2.1.1.2.1.1 estipula que: “Los estudios y documentos previos son el soporte para elaborar el proyecto de pliegos, los pliegos de condiciones y el contrato. Estos deben permanecer a disposición del público durante el desarrollo del Proceso de Contratación y contener los siguientes elementos, además de los indicados para cada modalidad de selección” (Departamento Nacional de Planeación, 2015, 1) dentro de estos se encuentra el análisis de riesgo y la forma de mitigarlo.
 - Artículo 2.2.1.1.1.6.3. Evaluación del Riesgo. La Entidad Estatal debe evaluar el Riesgo que el Proceso de Contratación representa para el cumplimiento de sus metas y objetivos, de acuerdo con los manuales y guías que para el efecto expida Colombia Compra Eficiente. (Departamento Nacional de Planeación, 2015, 1)
- **Decreto 2474 de 2008 y ley 80 de 1993**
 - De acuerdo con los numerales 7 y 12 del artículo 25 en la ley 80. En el artículo 3, literal 6 del decreto 2474 se decreta que “el soporte que permita la tipificación, estimación, y asignación de los riesgos previsibles que puedan afectar el equilibrio económico del contrato. Hace parte de los estudios y documentos previos, es decir el pliego de condiciones que se pone a disposición del público.” (Departamento Nacional de Planeación, 2008, 1)
- **Ley 1150 de 2007, Por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos.**

- En su artículo 4 denominado “De la distribución de riesgos en los contratos estatales” se estipula que “Los pliegos de condiciones o sus equivalentes deberán incluir la estimación, tipificación y asignación de los riesgos previsibles involucrados en la contratación.”

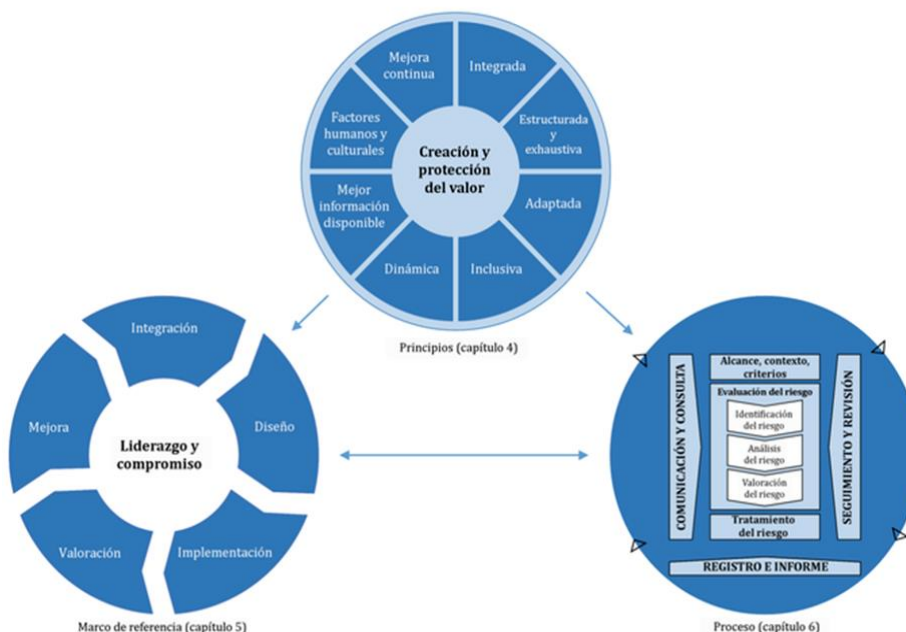
En las licitaciones públicas, los pliegos de condiciones de las entidades estatales deberán señalar el momento en el que, con anterioridad a la presentación de las ofertas y la entidad revisarán la asignación de riesgos con el fin de establecer su distribución definitiva.” (Congreso de la república, 2007, 1)

La aplicabilidad del decreto 1082, la ley 1150 y el decreto 2474 frente al caso en estudio es que para poder ser ejecutado el proyecto debe ser mediante contratación pública, por lo tanto, debe ser generado un pliego de condiciones, en el cual se incluyan estudios previos y deben contener esta evaluación del riesgo.

- **NTC-ISO-31000:2018 y su norma de soporte NTC-IEC/ISO 31010:2013**

- En esta norma se habla sobre el riesgo, las bases y fundamentos que las empresas deben seguir o adoptar para tener una correcta gestión de riesgos. Todo se resume en tres gráficos.

Ilustración 1: Principios, marco de referencia y proceso



Nota. Adaptado de NTC-ISO-31000:2018, por ICONTEC e-collection (<https://ecollection-icontec.org.ezproxy.umng.edu.co/colecao.aspx>)

Los principios son una manera de orientar la buena gestión de los riesgos y dar a las empresas la manera correcta de gestionar los efectos de la incertidumbre sobre sus objetivos.

El propósito del marco de referencia de la gestión del riesgo es asistir a la organización en integrar la gestión del riesgo en todas sus actividades y funciones significativas. La eficacia de la gestión del riesgo dependerá de su integración en la gobernanza de la organización, incluyendo la toma de decisiones. Esto requiere el apoyo de las partes interesadas, particularmente de la alta dirección.

El desarrollo del marco de referencia implica integrar, diseñar, implementar, valorar y mejorar la gestión del riesgo a lo largo de toda la organización

El proceso de la gestión del riesgo debería ser una parte integral de la gestión y de la toma de decisiones y se debería integrar en la estructura, las operaciones y los procesos de la organización. Puede aplicarse a nivel estratégico, operacional, de programa o de proyecto.

Esta norma tiene aplicabilidad al proyecto pues mediante estos estándares descritos se puede llegar a identificar de manera efectiva los riesgos, y su posible mitigación en cualquier proyecto. (ICONTEC, 2018, 1)

- **CONPES 3714**

- En este documento expedido por el consejo nacional de política económica y social se estipulan los “lineamientos para el manejo del riesgo previsible en el marco de la política de contratación pública” (Consejo Nacional de Política Económica y Social & Departamento Nacional de Planeación, 2016). Donde se encuentra paso a paso la teoría de identificación de riesgos en un proyecto, desde la clasificación de estos, criterios para su estimación, criterios para su asignación, la manera de auditarlos, planes de acción y recomendaciones.

Luego entonces es aplicable al caso de estudio por tanto la vía es perteneciente a una entidad pública, más específicamente la gobernación de Boyacá.

Importancia de la gestión de riesgos

La gerencia de proyectos, su estudio y metodologías de implementación se han convertido en un pilar base para desarrollar y dar acompañamiento en cada una de sus etapas a los proyectos de ingeniería civil. Una metodología de implementación que tiene gran peso en lo que respecta a la gerencia es el PMI, que tiene alrededor de cincuenta años dedicando recursos, estudios y análisis a la gerencia de proyectos, en los años setenta “se desarrolló principalmente en el campo de la ingeniería” (Project Management Institute Capítulo México, n.d.), para luego gradualmente darse cuenta de que esta metodología era aplicable a cualquier proyecto. Para luego, en 1987 publicar una guía de estándares internacionales que funcionara para multiplicidad de proyectos, denominada la primera edición del “Project Management Body of Knowledge” (PMBOK), así a partir de este desarrollar más ediciones hasta la séptima, expedida en 2021.

La guía de PMBOK tanto en su sexta como séptima edición se rige por una serie de áreas de conocimiento que cubren la totalidad de la gestión en un proyecto, como son:

- Gestión de la integración del proyecto
- Gestión del alcance del proyecto
- Gestión del cronograma del proyecto
- Gestión de los costos del proyecto
- Gestión de la calidad del proyecto
- Gestión de los recursos del proyecto
- Gestión de las comunicaciones del proyecto
- Gestión de riesgos del proyecto
- Gestión de las adquisiciones del proyecto
- Gestión de los interesados del proyecto

Cada una de estas áreas de conocimiento se divide en grupos de proceso de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre, cubriendo así toda la gestión de un proyecto. Cada una de estas áreas de conocimiento tiene una gran importancia, y de la misma manera tiene un gran campo de estudio que cada vez se enfoca más en maneras eficientes de generar valor a un proyecto (Project Management Institute, 2017, 25).

El área de conocimiento en la cual se basará el desarrollo de este documento es el área de gestión de los riesgos del proyecto, según la guía del PMBOK la gestión de riesgos se describe como “La gestión de 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.” (Project Management Institute, 2017, 395) Y plantea sus objetivos como “aumentar la probabilidad y/o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad y/o el impacto de los

riesgos negativos, a fin de optimizar las posibilidades de éxito del proyecto.” (Project Management Institute, 2017, 395) A partir de esta definición se pueden rescatar múltiples aspectos de la gestión de riesgos, iniciando por que la gestión de riesgos debe prever los riesgos incluso antes de que sean manifestados y tener una posible respuesta para estos. Además de esto es de gran importancia aclarar que los riesgos que se pueden manifestar pueden tener implicaciones tanto positivas como negativas, por lo tanto, las negativas se deberán mitigar y las positivas aprovechar. Dentro de la guía del PMBOK encontramos herramientas, documentos y buenas prácticas a seguir para poder aplicar esta estrategia de gestión a nuestro proyecto.

La gestión de riesgos en ingeniería civil es muy importante, partiendo de que “La industria de la construcción, al igual que cualquier área de negocio, se desarrolla en términos de incertidumbre, siendo por tanto el riesgo una característica inherente a la misma” (Martínez Motes, 2012, 1), por lo tanto, son muchos los factores que pueden manifestarse en forma de riesgo para un proyecto de ingeniería, se adiciona a esto que cada proyecto tiene cualidades y condiciones de desarrollo únicas, por lo tanto, los riesgos varían. Siendo así se puede identificar que la gestión de riesgos es imprescindible para los proyectos de ingeniería civil, y a partir de esta se permite que el proyecto llegue a ser ejecutado sin muchas complicaciones.

Descripción breve del proyecto

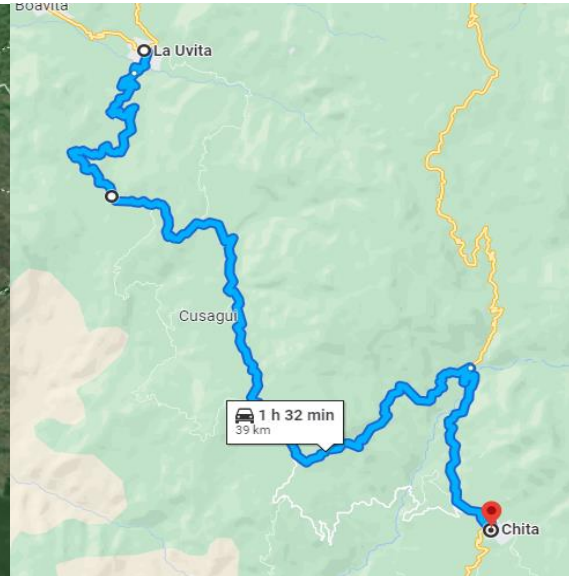
El caso que se pretende estudiar se refiere a una vía secundaria ubicada en el departamento de Boyacá y actualmente conecta a los municipios de Chita y La Uvita, se extiende alrededor de 39 km, tiene un ancho de vía aproximado de 4.5m, actualmente es una vía con capa de rodadura en afirmado y en su mayoría se encuentra en estado deteriorado.

- Ubicación

Ilustración: Ubicación del departamento de



Ilustración: ubicación de la vía



Nota. Adaptado de Google maps (<https://www.google.com/maps/?hl=es>)

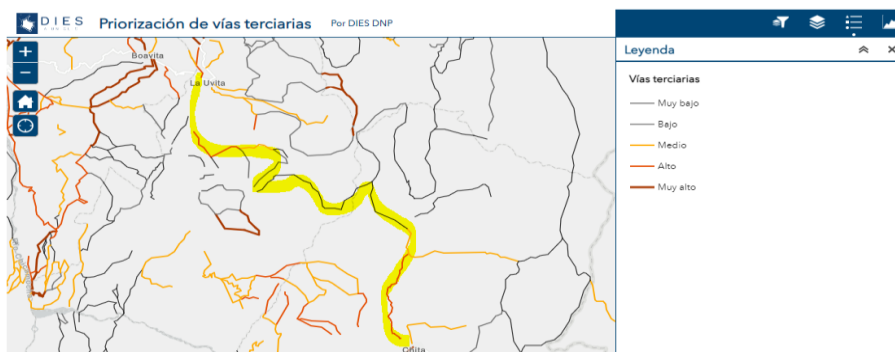
La vía se encuentra ubicada en el norte del departamento de Boyacá y conecta dos municipios, Chita y la Uvita

- Estado de la vía

Actualmente la vía cuenta con una capa de rodadura en afirmado, sin cunetas ni drenaje visible.

A continuación, se puede observar en el mapa desarrollado por el departamento nacional de planeación, el cual ilustra el nivel de priorización de diferentes vías en la zona aledaña al caso de estudio, y resalta la ruta que conecta los municipios de la uvita y chita.

Ilustración 4: Mapa de priorización de vías en Colombia



Nota. Adaptado de priorización de vías terciarias, por Departamento Nacional de Planeación (<https://onl.dnp.gov.co/Paginas/Priorizacion-Vias-Terciarias.aspx>)

Lo que se puede destacar de este mapa es que en rojo se resalta las vías que tienen prioridad de atención más alta, en gris se resaltan aquellas vías que no cuentan con priorización de atención, y en específico para la vía que comprende el caso de estudio se puede evidenciar que en múltiples tramos tiene muy alta prioridad de atención.

La prioridad que se le asignó es justa al hacer una revisión de la prensa local, dentro de esto se encontraron noticias en las que se evidencian imágenes como la mostrada a continuación, esto permite deducir que muy probablemente la época invernal de la zona es fuerte.

Ilustración 5: Problemas de estabilidad por épocas de lluvia



Nota. Adaptado de Noticias locales.

Para confirmar dicho análisis se hace una revisión a los datos pluviométricos de cada uno de los municipios que conecta esta vía, encontrando que:

Se puede encontrar que “No existe en el Municipio de La Uvita una estación pluviométrica, por tal razón se asimilan los datos correspondientes a la estación de Boavita, por existir condiciones similares en la configuración regional”. (Alcaldía de La Uvita, 2020, 20) Y siguiendo estos datos se identifican dos períodos lluviosos “los meses de abril y mayo, con precipitaciones de 160 a 170 mm, y una segunda fase lluviosa de octubre a noviembre con valores de 145 a 165 mm de precipitación” (Alcaldía de La Uvita, 2020, 20).

Se identifica según los datos pluviométricos que “El régimen pluviométrico presente en el Municipio de Chita es monomodal, es decir, se presenta un único período de lluvias en el año que corresponde a los meses de abril a septiembre” (Alcaldía de Chita, 2020, 9) con una precipitación promedio en este periodo de 200 mm.

Estos datos de precipitación de los dos municipios nos permiten definir que una gran parte del año hay lluvias, por lo tanto, para que una vía pueda funcionar bajo estas condiciones necesita como aspecto mínimo un buen sistema de drenaje que permita dar manejo a estos grandes volúmenes de agua.

- Aspectos socioeconómicos de los municipios

En el municipio de La Uvita se tienen como principales actividades económicas la ganadería, agricultura, minería, industria y turismo. Es importante destacar que estas son muy dependientes del transporte, este aspecto es resaltado en el plan de desarrollo del municipio, donde se enuncia que “La infraestructura vial es un factor importante para el desarrollo económico del Municipio. Pues, permite el acceso a los diferentes sitios del territorio y desde diferentes destinos del país. Esto, para desarrollar intercambios económicos y comerciales que generen un dinamismo clave para el desarrollo económico y social de la comunidad” (Alcaldía de La Uvita, 2020, 21).

Por otra parte, “en el Municipio de Chita prevalece como actividad económica fundamental, la desarrollada en el sector primario de la economía, es decir, la agricultura, fruticultura, ganadería y explotación maderera. Le sigue en orden de importancia la actividad mercantil y de servicios de la Banca y Gobierno en la parte Urbana” (Alcaldía de Chita, 2020, 18-24).

Como se puede evidenciar por los sistemas económicos de los dos municipios es indispensable que las vías de comunicación entre estos estén en buen estado, los sistemas económicos son muy similares, por lo tanto, el intercambio entre estos supone un gran tráfico.

Definición, aplicación y análisis de la matriz de riesgo al proyecto

Para poder definir la matriz de riesgo para el caso de estudio se definirán los aspectos estructurales que la van a componer y de esta manera se clasificará el riesgo para luego ser aplicadas a la matriz.

Siguiendo los lineamientos establecidos por el PMBOK, los aspectos que se tendrán en cuenta para el desarrollo de la matriz de riesgos son:

- Identificar las categorías de riesgo

“Una forma común de estructurar las categorías de riesgo es por medio de una estructura de desglose de los riesgos (RBS), que es una representación jerárquica de las posibles fuentes de riesgos. Una RBS ayuda al equipo del proyecto a tener en cuenta toda la gama de fuentes a partir de las cuales pueden derivarse los riesgos individuales del proyecto. Esto puede ser útil en la identificación de riesgos o al categorizar riesgos identificados. La organización puede tener una RBS

genérica que se utilice para todos los proyectos, o puede haber varios marcos de RBS para diferentes tipos de proyectos, o el proyecto puede desarrollar una RBS a la medida.” (Project Management Institute, 2017, 405)

Tabla 1: Clasificación de las fuentes de riesgo del proyecto

Fuentes de riesgo del proyecto	1. Riesgo técnico	1.1. Requisitos	Poca claridad en los diseños
		1.2. Riesgos geológicos	inestabilidad de los taludes, del suelo- fallos del terreno
		1.3. Calidad de los materiales	Los materiales de las canteras pueden tener especificaciones inferiores a las exigidas
		1.4. Operatividad de la maquinaria o equipos	Fallas mecánicas o eléctricas en los equipos
		1.5. Tecnológicos	No contar con comunicación a la oficina principal y acceso a internet
	2. Riesgos de gestión	2.1. Gestión de los residuos sólidos	No contar con botaderos autorizados para los materiales
		2.2. Seguridad y salud en el trabajo	Accidentabilidad
		2.3. Presupuesto	Pérdidas de utilidad en el proyecto
		2.4. Cronograma	Incumplimiento en el plazo pactado para la ejecución de las actividades
		2.5. Alcance	Cambios en el alcance, aumento de cantidades u obras no previstas
	3. Riesgos comerciales	3.1. Proveedores	Dificultad de consecución de materiales en la zona
		3.2. Subcontratos	Incumplimiento en condiciones pactadas
		3.3. Demora en trámites y permisos	ocupación de cauce- captación de agua - explotación de materiales - PMT
		3.4. Términos y condiciones de contratos	Multas por incumplimiento en condiciones contractuales

Fuentes de riesgo del proyecto	4. Riesgos externos	4.1. Legislación	Cambios en mandatarios locales
		4.2. variación de Precios	Alza desmesurada de precios
		4.3. Normatividad	Cambio en normatividades técnicas
		4.4. Instalaciones	Falta de espacio para la ubicación de almacén y campamentos
		4.5. Climatología	Lluvias que impidan el avance de actividades
		4.6. Falta de mano de obra local	No conseguir personal capacitado en la zona
		4.7. Dificultad en acceso a la zona de obra por mal estado de las vías	No poder acceder a la construcción por mal estado de la vía
		4.8. Escasez de transporte para materiales	No contar con suficientes equipos de transporte para los materiales de cantera y disposición de escombros
		4.9. Distancia de las canteras	No encontrar canteras que suministren los materiales requeridos en la zona
		4.10. Ambiente	Incumplimiento de la legislación ambiental del departamento
		4.11. Pandemias	Paralización de actividades por afectaciones a la salud pública
		4.12. Problemas de orden público que impidan la ejecución de la obra	Manifestaciones de la comunidad

Nota. Esta tabla clasifica las fuentes de riesgo identificadas para el proyecto, elaboración propia

- Definición de la probabilidad de ocurrencia y posible impacto
Esta definición se da a través de la identificación de los riesgos, y dependiendo del proyecto tendrá diferente impacto sobre tiempos, costos y calidad. Para el caso de estudio se definió que así se distribuye la probabilidad e impacto.

Tabla 2: Clasificación de probabilidad e impacto de riesgos

Escala	Probabilidad de ocurrencia	Impacto		
		Tiempo	Costo	Calidad
Muy alto	>70%	>3 meses	>\$5'000,000	Impacto muy significativo sobre la funcionalidad general
Alto	51-70%	2-3 meses	\$1'000,000-5'000,000	Impacto significativo sobre la funcionalidad general
Mediano	31-50%	1-2 meses	\$500,000 - 1'000,000	Algún impacto sobre las áreas funcionales clave
Bajo	11-30%	1-2 semanas	\$100,000 - \$500,000	Impacto menor sobre la funcionalidad general
Muy bajo	1-10%	1 día	<\$100,000	Impacto menor sobre las funciones secundarias
Nulo	<1%	Sin cambio	No genera cambio	Ningún cambio en la funcionalidad

Nota. Esta tabla muestra cómo se clasifica la probabilidad y el impacto de los riesgos para el proyecto en específico, elaboración propia.

- Matriz de relación entre probabilidad e impacto

Basado en la definición de la probabilidad e impacto se establecerá una relación entre estas y dependiendo de la escala en la que se posicione el riesgo tomará un valor, el cual nos indicará cuán viable es la ocurrencia y qué impacto tendrá, siendo los valores más cercanos a uno los más probables y de mayor impacto.

Dentro de la matriz se establecen tres zonas, en las cuales se tendrá valores límites de probabilidad e impacto.

Ilustración 6: Matriz de la relación probabilidad e impacto

		Amenazas					Oportunidades						
Probabilidad	Muy alta 0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05	Muy alta 0,90	Probabilidad
	Alta 0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04	Alta 0,70	
	Mediana 0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03	Mediana 0,50	
	Baja 0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02	Baja 0,30	
	Muy baja 0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	Muy baja 0,10	
		Muy bajo 0,05	Bajo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muy alto 0,80	Muy alto 0,80	Alto 0,40	Moderado 0,20	Bajo 0,10	Muy bajo 0,05		
Impacto negativo						Impacto positivo							

Nota. Adaptado de PMBOK (Project Management Institute, 2017, 25).

- Estrategia de mitigación
Dependiendo de la situación que genere el riesgo se plantea una estrategia de mitigación

Matriz de riesgos

Tabla 3: Matriz de riesgos (riesgos técnicos)

	Riesgo	Probabilidad	Impacto			Relación probabilidad/impacto	Estrategia de mitigación
		%	Tiempo	Costo	Calidad		
1. Riesgo técnico	1.1. Requisitos	31%	1 semana	\$500.000	Impacto menor sobre la funcionalidad general	0.05	Mantener comunicación con diseñadores y contar con especialistas que ayuden a la revisión
	1.2. Riesgos geológicos	31%	2 meses	\$2.000.000	Impacto significativo sobre la funcionalidad general	0.2	Complementar estudios geológicos en caso de ser requerido
	1.3. Calidad de los materiales	15%	2 semanas	\$500.000	Impacto menor sobre la funcionalidad general	0.03	Realizar ensayos en forma previa que garanticen el cumplimiento de los requerimientos
	1.4. Operatividad de la maquinaria o equipos	35%	1 semana	\$500.000	Impacto menor sobre la funcionalidad general	0.05	Contar con stock de repuestos, identificar proveedores de electricidad y mecánica cercanos
	1.5. tecnológicos	5%	1 semana	\$300.000	Impacto menor sobre la funcionalidad general	0.01	Identificar y contratar el proveedor de más presencia en la zona

Nota. Esta tabla muestra la cuantificación de la probabilidad e impacto de los riesgos técnicos y sus correspondientes estrategias de mitigación, elaboración propia.

Tabla 4: Matriz de riesgos (riesgos de gestión)

	Riesgo	Probabilidad	Impacto			relación probabilidad/impa cto	Estrategia de mitigación
		%	Tiempo	Costo	Calidad		
2. Riesgo de gestión	2.1. Gestión de los residuos sólidos	11%	2 semanas	\$400.000	Impacto menor sobre la funcionalidad general	0.03	búsqueda de botaderos autorizados de forma previa a la ejecución de la obra
	2.2. Seguridad y salud en el trabajo	25%	1 mes	\$700.000	Algún impacto sobre las áreas funcionales clave	0.06	personal idóneo, capacitaciones, cumplimiento de la legislación vigente
	2.3. Presupuesto	31%	3 meses	\$10.000.000	Impacto muy significativo sobre la funcionalidad general	0.4	Control sobre el cumplimiento de cronograma y presupuesto
	2.4. Cronograma	11%	2 meses	\$4.000.000	Impacto significativo sobre la funcionalidad general	0.12	planeación de la ejecución (personal, materiales, equipos, costos, cronograma)
	2.5. Alcance	5%	3 meses	\$10.000.000	Impacto muy significativo sobre la funcionalidad general	0.08	gestión de la legalización de obras adicionales

Nota. Esta tabla muestra la cuantificación de la probabilidad e impacto de los riesgos de gestión y sus correspondientes estrategias de mitigación, elaboración propia.

Tabla 5: Matriz de riesgos (riesgos comerciales)

	Riesgo	Probabilidad	Impacto			relación probabilidad/impacto	Estrategia de mitigación
		%	Tiempo	Costo	Calidad		
3. Riesgos comerciales	3.1. Proveedores	5%	1 mes	\$600.000	Algún impacto sobre las áreas funcionales clave	0.02	Contar con proveedores locales y mayor portafolio de estos
	3.2. Subcontratos	15%	1 semana	\$400.000	Impacto menor sobre la funcionalidad general	0.03	Contar con la asesoría legal para la suscripción de contratos y solicitar pólizas
	3.3. Demora en trámites y permisos	55%	3 meses	\$5.000.000	Impacto significativo sobre la funcionalidad general	0.28	gestión de los permisos ante las entidades competentes antes del inicio del contrato
	3.4. términos y condiciones de contratos	15%	3 meses	\$7.000.000	Impacto muy significativo sobre la funcionalidad general	0.24	Planeación en la etapa previa al inicio del contrato y seguimiento a los compromisos contractuales

Nota. Esta tabla muestra la cuantificación de la probabilidad e impacto de los riesgos comerciales y sus correspondientes estrategias de mitigación, elaboración propia.

Tabla 6: Matriz de riesgos (riesgos externos)

	Riesgo	Probabilidad	Impacto			relación probabilidad/impacto	Estrategia de mitigación
		%	Tiempo	Costo	Calidad		
4. Riesgo externo	4.1. Legislación	5%	1 semana	\$100.000	Impacto menor sobre la funcionalidad general	0.01	Tener claridad en las condiciones contractuales que apliquen
	4.2. variación de Precios	35%	2 meses	\$5.000.000	Impacto significativo sobre la funcionalidad general	0.2	Realizar negociaciones previo al inicio de la construcción
	4.3. Normatividad	5%	1 día	\$100.000	Impacto menor sobre las funciones secundarias	0.01	Tener claridad en las normativas que apliquen durante la vigencia del contrato
	4.4. Instalaciones	5%	1 mes	\$700.000	Impacto menor sobre las funciones secundarias	0.02	búsqueda de locaciones antes de la construcción
	4.5. climatología	40%	2 meses	\$4.000.000	Impacto significativo sobre la funcionalidad general	0.2	Estar pendiente de pronósticos para adelantar actividades en horarios de clima favorable, y drenajes provisionales

Nota. Esta tabla muestra la cuantificación de la probabilidad e impacto de los riesgos externos y sus correspondientes estrategias de mitigación, elaboración propia.

Tabla 7: Matriz de riesgos (riesgos externos)

	Riesgo	Probabilidad	Impacto			relación probabilidad /impacto	Estrategia de mitigación
		%	Tiempo	Costo	Calidad		
4. Riesgo externo	4.6. Falta de mano de obra local	35%	2 meses	\$2.000.000	Impacto significativo sobre la funcionalidad general	0.2	contratación de personal idóneo en la ciudad más cercana, e instalarlo en un campamento cercano a la obra
	4.7. Dificultad en acceso a la zona de obra por mal estado de las vías	55%	3 meses	\$5.000.000	Impacto significativo sobre la funcionalidad general	0.56	Realizar adecuaciones mínimas necesarias para garantizar el acceso a la obra
	4.8. Escasez de transporte para materiales	31%	1 mes	\$600.000	Impacto menor sobre las funciones secundarias	0.1	Identificar transportadores locales y tener disponibilidad de equipos propios (en caso de contar con ellos)
	4.9. Distancia de las canteras	11%	1 mes	\$1.000.000	Impacto menor sobre las funciones secundarias	0.06	Considerar variedad de opciones y explotación de material en las cercanías
	4.10. Ambiente	11%	2 meses	\$1.500.000	Impacto significativo sobre la funcionalidad general	0.12	Hacer seguimiento al cumplimiento a programas ambientales

Nota. Esta tabla muestra la cuantificación de la probabilidad e impacto de los riesgos externos y sus correspondientes estrategias de mitigación, elaboración propia.

Tabla 8: Matriz de riesgos (riesgos externos)

	Riesgo	Probabilidad	Impacto			relación probabilidad/impacto	Estrategia de mitigación
		%	Tiempo	Costo	Calidad		
4. Riesgo externo	4.11. Pandemias	5%	2 meses	\$1.000.000	Impacto menor sobre las funciones secundarias	0.02	Estar atento a las indicaciones de las entidades de salud pública frente a la propagación de posibles enfermedades
	4.12. Problemas de orden público que impidan la ejecución de la obra	31%	1 semana	\$500.000	Impacto menor sobre la funcionalidad general	0.05	Adecuada socialización, información y comunicación de los beneficios del proyecto con la comunidad aledaña a la obra

Nota. Esta tabla muestra la cuantificación de la probabilidad e impacto de los riesgos externos y sus correspondientes estrategias de mitigación, elaboración propia.

Los resultados presentados en la matriz de riesgo surgen de un análisis estimado, valores supuestos y criterio basado en experiencias, esto es permitido gracias a que la matriz de riesgos no es un elemento fijo, a lo largo del proyecto se debe ir actualizando de acuerdo con lo que se requiera, para poder adaptarlo al proyecto.

De la misma manera es importante destacar que la matriz presentada permite considerar un estimado del valor que costará mitigar ese riesgo, por lo tanto, el resumen de gasto por fuente de riesgo será:

Tabla 9: Costos de la mitigación de riesgo por fuentes de riesgo

Fuente de riesgo	Costo de mitigación de los riesgos
1. Riesgo técnico	\$3.800.000
2. Riesgo de gestión	\$25.100.000
3. Riesgo comercial	\$13.000.000
4. Riesgo externo	\$21.500.000

Nota. Esta tabla muestra la cuantificación del costo de mitigación de los riesgos por fuente de riesgo

Dando a entender finalmente que los riesgos que mayores costos de mitigación representan para el proyecto serán los riesgos de gestión y los que menos costos de mitigación representan serán los riesgos técnicos. Esto se puede deber a que los riesgos de gestión implican más áreas afectadas, y más tiempo requiere para obtener una solución. Y en cuanto a los riesgos técnicos tendrán un menor valor puesto que su solución está basada en la experticia de los directores encargados de la ejecución del proyecto.

Para este proyecto se identifica que un factor de alto impacto son los permisos requeridos, que deben gestionarse oportunamente para evitar parálisis de la obra, lo cual requiere que el equipo de trabajo tenga la asesoría necesaria para realizar estas solicitudes ante las entidades competentes.

Desde el área técnica es necesario realizar el mantenimiento de la vía de llegada al proyecto para que su ejecución sea posible y que se pueda realizar en los tiempos pactados con el cliente.

El aspecto legal tiene una alta relevancia por lo cual se requiere una asesoría permanente en esta área.

Por otra parte, es importante destacar que, en cuanto a las estrategias de mitigación planteadas, en su mayoría se desarrollan en la etapa inicial del proyecto bajo una planeación adecuada, posteriormente si se realiza un seguimiento periódico a la matriz de riesgos, las estrategias de mitigación consistirán en la toma de medidas en el momento oportuno acompañado de decisiones gerenciales que tengan en cuenta aspectos de gestión y técnicos que se deben trabajar de la mano. Por esta razón, con el tiempo, la gerencia de

proyectos se ha ido reconociendo en el área de la ingeniería civil y ha tomado mucha fuerza, se ha vuelto indispensable para poder llevar a cabo proyectos dándole mayor competencia a los profesionales que los desarrollan. Esto se puede ver reflejado en la cultura de gerencia de proyectos colombiana, que, en ocasiones, daba mayor relevancia a los aspectos técnicos dejando a un lado los gerenciales. Por último, las estrategias de mitigación se pueden ajustar de acuerdo con las condiciones en las que se desarrolla el proyecto por esta razón deben estar en constante evaluación.

Conclusiones

- Como resultado de la revisión del estado actual de la vía se logró identificar que las condiciones de la vía dificultan el desarrollo económico y social para las comunidades de los municipios de Chita y La Uvita. Esto debido a que la estructura de la vía no satisface el tráfico actual, y tampoco soporta las condiciones climáticas de la zona, obteniendo como resultado el rápido deterioro de esta.
- La gestión de riesgos para proyectos de ingeniería civil es de gran importancia, debido a que en los proyectos la incertidumbre juega un papel importante en la ejecución de actividades, y la gestión de riesgos permite delimitar esa incertidumbre, cuantificar y darle un manejo adecuado.
- En el proceso de desarrollo de la matriz de riesgos para el caso de estudio se logró reconocer que existen cuatro fuentes principales de riesgo, también se logró identificar de qué manera se pueden manifestar, que probabilidad de ocurrencia tienen, un posible dimensionamiento del impacto y por último una estrategia de mitigación en caso de manifestarse. Este resultado cobra una gran importancia para las entidades interesadas en el desarrollo del municipio que adelantan procesos para dar solución a este tipo de problemáticas y requieren un dimensionamiento de los riesgos a los que se exponen en su desarrollo.
- Los riesgos principalmente se pueden mitigar con una adecuada planeación en la etapa inicial del proyecto
- Se requiere que la matriz de riesgos se encuentre bajo un periódico seguimiento. Como recomendación, para la etapa de construcción esta es una herramienta de control de mucha utilidad, pero debe tener un seguimiento regular, en caso de no ser así pierde toda su validez.
- Los proyectos de ingeniería requieren de una gerencia de proyectos que garantice la debida planeación seguimiento y control de tal forma que se pueda contar con empresas de ingeniería que tengan un crecimiento sostenido.
- La relación probabilidad impacto será una herramienta de utilidad al momento de priorizar riesgos. Como podemos observar, entre más cercano a uno es el valor mayor probabilidad de ocurrencia e impacto tendrá.
Al hacer un análisis de los resultados consignados en la matriz tenemos que el riesgo técnico de priorización más alto será la estabilidad geológica de la zona. Para los riesgos comerciales, el riesgo de mayor prioridad será la demora en trámites y permisos.
En cuanto a los riesgos de gestión, el de priorización más alta será todo lo relacionado a las pérdidas de utilidad en el proyecto. Por último, para los riesgos

externos, el de priorización más alta es la dificultad de acceso a la zona por el mal estado de la vía.

Para estos riesgos identificados será de mayor prioridad aplicar las estrategias de mitigación pertinentes buscando con esto evitar afectaciones en tiempo, costo o calidad del proyecto.

Bibliografía

Agencia Nacional de Infraestructura. (2016, 09 15). *CONPES 3714 DE 2012* [RIESGOS EN CONTRATACIÓN PÚBLICA]. ANI. Retrieved 09 30, 2022, from

<https://www.anl.gov.co/conpes-3714-de-2012>

Alcaldía de Chita. (2020). *Esquema de Ordenamiento Territorial de Chita*. Municipio de Chita, Departamento de Boyacá, Colombia. Retrieved 09 30, 2022, from

<https://www.dapboyaca.gov.co/planes-de-ordenamiento-territorial-2/>

Alcaldía de La Uvita. (2020). *Plan de desarrollo municipal construyamos futuro para La Uvita 2020-2023*. Alcaldía de La Uvita. Retrieved 09 30, 2022, from

https://ccduitama.org.co/wp-content/uploads/2020/12/27624_pdm-construyamos-futuro-la-uvita-20202023.pdf

Congreso de la república. (2007, 07 16). *Ley 1150 de 2007* [Por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con Recursos Públicos.]. Secretaria del senado. Retrieved 09 30, 2022, from

http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1150_2007.html

Departamento Nacional de Planeación. (2008, 07 07). *Decreto 2474 de 2008* [Por el cual se reglamentan parcialmente la ley 80 de 1993 y la ley 1150 de 2007 sobre las modalidades de selección, publicidad, selección objetiva, y se dictan otras disposiciones]. Colombia.

Retrieved 09 30, 2022, from

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=31185>

Departamento Nacional de Planeación. (2015, 05 26). *Decreto Número 1082 de 2015* [POR MEDIO DEL CUAL SE EXPIDE EL DECRETO ÚNICO REGLAMENTARIO DEL SECTOR ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN NACIONAL]. Colombia. Retrieved 09 30, 2022, from <https://www.dnp.gov.co/normativas/decreto-%C3%BAnico-reglamentario-1082-de-26-de-mayo-2015>

ICONTEC. (2013, 04 17). *GESTIÓN DE RIESGOS. TÉCNICAS DE VALORACIÓN DEL RIESGO*. ICONTEC e - collection. Retrieved 09 30, 2022, from <https://ecollection-icontec-org.ezproxy.umng.edu.co/normavw.aspx?ID=6078>

ICONTEC. (2018, 07 25). *GESTIÓN DEL RIESGO. DIRECTRICES*. ICONTEC e - collection. Retrieved 09 30, 2022, from <https://ecollection-icontec-org.ezproxy.umng.edu.co/normavw.aspx?ID=74790>

Martínez Motes, G. (2012, 05 01). *GESTIÓN DEL RIESGO EN PROYECTOS DE INGENIERÍA. EL CASO DEL CAMPUS UNIVERSITARIO PTS. UNIVERSIDAD DE GRANADA (ESPAÑA)*. *DYNA*, 79(173), 1.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/issue/view/2877>

Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)–Sixth Edition* (6th ed.). Project Management Institute.

Project Management Institute Capítulo México. (n.d.). *Historia del Project Management Institute*. PMI Capítulo México. Retrieved September 30, 2022, from <https://pmi-mexico.org/mesa-directiva/sobre-el-pmi-capitulo-mexico/7-historia-del-project-management-institute>