

PRIORIZACIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN:
ESTUDIO DE CASO DEL MUSEO DE MEMORIA HISTÓRICA EN BOGOTÁ

VALENTINA ALVAREZ AYALA
JUAN GUILLERMO LOZANO PRIETO

LUZ PIEDAD GALLEGOS OSORIO



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C., SEPTIEMBRE DE 2024

Nota aceptación

Firma de tutor

Firma de jurado 1

Firma de jurado 2

DEDICATORIA

A mi familia, que son mi mayor pilar a lo largo de este camino. A mis padres, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, su amor incondicional y apoyo en cada uno de mis sueños es fundamental. A mi hermana, tu fortaleza, amor y tus palabras de aliento me impulsan a seguir adelante cuando todo es difícil. Este logro es de ustedes, les dedico este trabajo con todo mi amor y gratitud, porque sin ustedes, nada de esto sería posible.

Valentina Alvarez Ayala

A Dios, que sin él nada sería posible, a mis padres, por su amor incansable y su confianza en mí, incluso en los momentos más difíciles, a mis hermanas, por estar siempre ahí para animarme y recordarme lo que soy capaz de lograr, y a quienes, de manera silenciosa pero constante, me han impulsado a seguir adelante.

Juan Guillermo Lozano Prieto

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento primeramente a Dios, por darnos la sabiduría, fortaleza y perseverancia para enfrentar los desafíos y culminar este trabajo de grado.

A nuestra directora de tesis, la Ingeniera Luz Piedad, por su orientación, paciencia y dedicación durante todo el proceso, su experiencia y consejos fueron esenciales en el desarrollo de este proyecto. A todos los docentes de la facultad de ingeniería quienes, a lo largo de nuestra formación, nos brindaron herramienta y el conocimiento necesario para afrontar este reto académico, sus enseñanzas dejan una huella en nuestra formación profesional.

Además, a todas aquellas personas que hicieron parte de este proceso y colaboraron con la realización de este trabajo, aportando ideas, sugiriendo mejoras y compartiendo su experiencia para una mejor orientación. Su compromiso y dedicación no solo facilitó el avance del trabajo, sino también la calidad de este.

A nuestras familias quienes son nuestra principal fuente de apoyo, gracias a su amor incondicional y respaldo emocional que han sido fundamentales en la realización de este trabajo. Este logro no hubiera sido posible sin su ayuda y colaboración.

Valentina Alvarez Ayala y Juan Guillermo Lozano Prieto

Tabla de Contenido

Glosario.....	10
Resumen.....	13
Abstract.....	14
Introducción.....	15
1. Problema	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Localización	18
1.3. Identificación	19
1.4. Descripción	21
1.5. Planteamiento	21
2. Delimitación	22
2.1. Geográfica	22
3. Objetivos	23
3.1. Objetivo General	23
3.2. Objetivos Específicos.....	23
4. Antecedentes.....	24
4.1. Internos.....	24
4.2. Externos.....	26
5. Justificación	27
6. Marco Referencial	28
6.1. Marco Teórico	28
6.1.1. Gerencia De Proyectos.....	29
6.1.2. Programación de Proyectos.....	30
6.1.3. PMI.....	30
6.1.4. Proceso PMBOK.....	31
6.1.5. Riesgo	32
6.1.6. Gestión de riesgos.....	33
6.1.7. Tipos de Riesgo en Proyectos de Infraestructura.....	34
6.1.8. Tipos de riesgos en la construcción	35
6.1.9. Identificación y categorización de riesgos	36
6.1.10. Análisis de riesgos.....	38
6.1.11. Evaluación de riesgos.....	39
6.1.12. Mitigación de riesgos	39
6.1.13. Factores de riesgo	40
6.1.14. Prevención de riesgos	41
6.1.14.1. Importancia y beneficios de la prevención de riesgos	42
6.1.14.2. Ámbitos de aplicación de la prevención de riesgos	43
6.1.15. ¿Por qué es importante prevenir los riesgos?.....	45
6.1.16. Priorización de riesgos.....	47

6.1.17.	Plan de gestión de riesgos.....	48
6.1.18.	Amenaza	50
6.1.19.	Peligro	51
6.1.20.	Vulnerabilidad	52
6.1.21.	Estructura de desglose de Riesgos (RBS)	54
6.2.	Marco Conceptual.....	55
6.2.1.	Revisión Bibliográfica	55
6.2.2.	Juicio de expertos.....	55
6.2.3.	Matriz de probabilidad e impacto	56
6.2.3.1.	Probabilidad.....	58
6.2.3.2.	Impacto.....	58
6.3.	Marco Legal	59
6.3.1.	Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente (NSR 10).....	59
6.3.2.	Normas Técnicas Colombianas (NTC).....	60
6.3.2.1.	NTC 4114	60
6.3.3.	Ley 80 de 1993.....	61
6.3.4.	Ley 87 de 1993.....	61
6.3.5.	Decreto 1347 de 2021	61
6.3.6.	Ley 1562 de 2012	62
6.3.7.	Decreto 1072 de 2015	62
6.3.8.	Guía de Gestión del Departamento Administrativo de Función Pública (DAFP) 62	
7.	Metodología.....	63
8.	Juicio de expertos.....	64
9.	Matriz de probabilidad e impacto.....	67
9.1.	Ejemplo de operación	70
9.2.	Formato matriz de probabilidad e impacto.....	70
9.3.	Resultado matriz de probabilidad e impacto	72
9.4.	Diagrama de riesgos.....	77
10.	Priorización de riesgos	81
11.	Cuantificación de riesgos	85
11.1	Errores de diseño – R10.....	85
11.2	Atraso de Obra – R14.....	87
11.3	Mano de obra no calificada para la ejecución de la obra. – R7	90
11.4	Presupuesto – R11.....	91
11.5	Homogeneidad en las constantes mecánicas del concreto – R6	92
11.6	Incumplimiento contractual – R9.....	94
11.7	Materiales y proveedores – R8	95
11.8	Incumplimiento de la norma – R13	96

11.9 Cambios de administración gubernamental – R1.....	98
12. Recomendaciones.....	99
13. Conclusiones.....	111
14. Bibliografía.....	113
15. Anexos	120
Anexo 1. Formato juicio de expertos	121
Anexo 2. Juicio de expertos profesional 1	125
Anexo 3. Juicio de expertos profesional 2	128
Anexo 4. Juicio de expertos profesional 3	130
Anexo 5. Juicio de expertos profesional 4	132
Anexo 6. Juicio de expertos profesional 5	135
Anexo 7. Juicio de expertos profesional 6	138

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Render Museo de Memoria Histórica.....	20
Ilustración 2. Gestión de proyectos-Metodología PMI.....	31
Ilustración 3. Proceso PMBOK (PMI).....	32
Ilustración 4 Plan de acción.....	40
Ilustración 5. Tipos de factores de riesgo (PMBOK, 2021).....	41
Ilustración 6. Priorización de Riesgos. Metodología (ISO, 2018)	48
Ilustración 7 Proceso de gestión de riesgo	50
Ilustración 8 Factores y Estrategias (PNUD, 2017).....	53
Ilustración 9. Metodología.....	64

Lista de tablas

Tabla 1 Gestión de Riesgos (PMBOK- 7° Edición)	33
Tabla 2 Tipos de Riesgo en la Construcción - (Sabogal & Ospino, 2012).....	36
Tabla 3 Identificación de Riesgos (PMBOK - 7° Edición)	37

Tabla 4 Identificación de Riesgos basados en (PMBOK - 7° Edición).....	38
Tabla 5 Identificación de Riesgos basados en (PMBOK - 7° Edición).....	38
Tabla 6 Estudios de mitigación de riesgos.....	46
Tabla 7 Vulnerabilidad en individuos	52
Tabla 8 Vulnerabilidad en sistemas y organizaciones.....	53
Tabla 9 Ejemplo de estructura de desglose de riesgos (PMBOK, 2021).....	54
Tabla 10 Matriz de probabilidad e impacto	56
Tabla 11 Categorización del riesgo en la matriz de probabilidad e impacto.	57
Tabla 12 Niveles de impacto y probabilidad Matriz de probabilidad e impacto.....	58
Tabla 13 Entrevista a expertos	66
Tabla 14 Matriz de probabilidad e impacto, Valoración de riesgos	68
Tabla 15 Valoración de riesgos.	70
Tabla 16 Formato de matriz de probabilidad e impacto.	71
Tabla 17 Matriz de probabilidad e impacto resuelta.....	76
Tabla 18 Riesgos - matriz de probabilidad e impacto	77
Tabla 19. Riesgos Priorizados.....	82
Tabla 20 Cuantificación errores de diseño.....	86
Tabla 21 Cuantificación atraso de obra.	88
Tabla 22 Datos del proyecto- Cuantificación atraso de obra.....	88
Tabla 23 Costos directos - Cuantificación atraso de obra.	89
Tabla 24 Costos indirectos - Cuantificación atraso de obra	89
Tabla 25 Estimación de costos - Cuantificación atraso de obra.	89
Tabla 26 Cuantificación mano de obra no calificada.....	90
Tabla 27 Cuantificación presupuesto.....	92
Tabla 28 Cuantificación homogeneidad en las constantes mecánicas del concreto.	93
Tabla 29 Cuantificación incumplimiento contractual.	94

Tabla 30 Cuantificación materiales y proveedores.....	96
Tabla 31 Cuantificación incumplimiento de la norma.	97
Tabla 32 Cuantificación cambios de administración gubernamental.....	98

Lista de mapas

Mapa 1 Localización del proyecto.....	19
---------------------------------------	----

Lista de diagramas

Diagrama 1 Diagrama de burbujas de riesgos.....	79
Diagrama 2 Valoración de riesgos.....	80
Diagrama 3 Priorización de riesgos.	81

Glosario

- **Riesgo:** Son los daños o pérdidas posibles que se pueden llegar a presentar debido a eventos naturales, sociales, tecnológicos, humanos, entre otros, que determinan la vulnerabilidad de los eventos.
- **Amenaza:** Se refiere a los peligros de los eventos que presenten una severidad suficiente para causar pérdidas de vida, de los bienes, infraestructura, los servicios, entre otros, y tienen un efecto negativo en los proyectos.
- **Peligro:** Fuente o actos potenciales que produzcan daños ya sea en lesiones, a la propiedad, pérdidas económicas, impactos negativos al medio ambiente, que genera potencialmente un riesgo.
- **Vulnerabilidad:** Susceptibilidad económica, social, ambiental, entre otros, que puede llegar a afectar negativamente un proyecto o una comunidad en caso de eventos físicos peligrosos, sin embargo, dependerá de la mitigación y la exposición que se tenga a un riesgo.
- **Probabilidad:** Es un cálculo matemático que define las posibilidades de que ocurra un evento o fenómeno en diferentes circunstancias, en donde 0 es imposible que el evento ocurra y 1 es seguro que este evento ocurra.
- **Impacto:** Conjunto de consecuencias que materializan los riesgos, es la magnitud del daño que puede causar un riesgo, afectando la economía, medio ambiente, entre otros.
- **Proyectos de obra:** Son las actividades planeadas, especificaciones técnicas, requerimientos, normas a seguir, plazos, presupuestos, materiales, entre otros que se desarrollan para crear un servicio y mejoran situaciones en particular.

- **Gestión:** Conjunto de acciones que permiten realizar una actividad, en donde mediante la planificación, organización, dirección y control de recursos humanos, financieros, materiales se logran objetivos y metas eficiente y eficazmente.
- **Gestión de riesgos:** Proceso por el cual se identifican, evalúan, y priorizan los riesgos que llegan a afectar los proyectos, junto con una implementación de estrategias de mitigación para controlar el impacto que generan al proyecto.
- **Matriz de probabilidad e impacto:** Herramienta usada para la gestión de riesgos, para evaluar y priorizarlos, combinada con factores de probabilidad e impacto, clasificado en niveles de riesgo como muy bajo, bajo, medio, alto y extremo, en donde los riesgos de mayor probabilidad e impacto son los más críticos.
- **PMI:** Project Management Institute es el encargado de proporcionar recursos de gestión de riesgos para generar proyectos exitosos a nivel mundial.
- **PMBOK:** Project Management Body of Knowledge, es un documento que contiene procesos, prácticas y directrices para la gestión de proyectos, creado por el PMI.
- **Plan de contingencia:** Conjunto de varias acciones predefinidos para gestionar y mitigar riesgos que afectan los proyectos y así lograr mantener una continuidad y disminuir el impacto negativo en los proyectos.
- **Juicio de expertos:** Método de evaluación y toma de decisiones basados en los conocimientos y experiencia de personas con alta competencia en áreas específicas, recurriendo a la opinión y evaluación de los expertos para tomar decisiones adecuadas.
- **Identificación:** Proceso mediante el cual se reconoce y determina las características específicas, teniendo en cuenta la identificación de riesgos, problemas, activos y personal
- **Categorización:** Proceso de clasificar y ordenar las categorías o conceptos teniendo en cuenta las características que tienen en común, facilitando la comprensión, análisis y gestión de agrupar elementos similares.

- **Evaluación:** Proceso de recopilar, analizar e interpretar información para decidir el valor, la calidad, o efectividad de un proyecto o proceso, proporcionando una mejor toma de decisiones y así mejorar el desempeño y eficacia de proyectos.
- **Mitigación:** Implementación de medidas y estrategias para lograr reducir o controlar los efectos negativos que tienen los riesgos o problemáticas, disminuyendo la probabilidad de ocurrencia de estos.
- **Prevención:** Acciones diseñadas para la prevención de los eventos o problemáticas que pueden surgir antes de que se materialicen, anticipando y reduciendo las probabilidades de ocurrencia.
- **Priorización de riesgos:** Proceso mediante el cual se clasifican y ordenan los riesgos basados en la probabilidad de ocurrencia y el impacto que pueden generar, permitiendo enfocar los recursos en los riesgos más críticos, maximizando la eficacia de las estrategias.

Resumen

El presente trabajo de grado se centra en la priorización de riesgos asociados a la construcción del proyecto del Museo de Memoria Histórica en la ciudad de Bogotá. El objetivo es desarrollar un marco conceptual que permita, mediante la identificación, evaluación, mitigación, categorización y priorización de riesgos, generar diferentes recomendaciones basadas en el análisis del juicio de expertos y la revisión bibliográfica previa.

La gestión adecuada de los riesgos es fundamental para el éxito de los proyectos, ya que permite identificar, evaluar y mitigar las amenazas potenciales. Esto asegura una gestión adecuada del presupuesto, el cronograma y los estándares de calidad que se deben cumplir, maximizando las oportunidades de éxito y minimizando los contratiempos probables. Lo anterior se convierte en un factor clave para una ejecución exitosa de cualquier proyecto.

La investigación permitió identificar riesgos de cronograma, diseño, aspectos políticos, ambientales, recursos, seguridad, legales, de calidad, técnicos y financieros, los cuales fueron evaluados en función de la probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial que tienen sobre el proyecto del Museo de Memoria Histórica en la ciudad de Bogotá. Esto ofrece un enfoque sistemático para la priorización de riesgos, que se puede usar como base en la toma de decisiones en la gestión de riesgos. Asimismo, se establecen recomendaciones generales para una mejora continua en la gestión de riesgos en futuros proyectos de construcción similares.

Palabras clave: *Mitigación de riesgos, Priorización de riesgos, Gestión de riesgos, Oportunidades, Decisiones*

Abstract

This degree work focuses on the prioritization of risks associated with the construction of the Museum of Historical Memory project in the city of Bogotá, with the objective of developing a conceptual framework that allows through identification, evaluation, mitigation, categorization and prioritization of risks, different recommendations are generated based on the analysis of expert judgment and the previous bibliographic review.

Adequate risk management is essential for the success of projects, because it allows you to identify, evaluate and mitigate potential threats, ensuring adequate management of the budget, schedule and quality standards that must be met, to maximize opportunities of success, minimizing probable setbacks, which becomes a key factor for the successful execution of any project.

The investigation made it possible to identify schedule, design, political, environmental, resource, safety, legal, quality, technical and financial risks, which were evaluated based on the probability of occurrence and the potential impact they have on the project of the Museum of Historical Memory in the city of Bogotá, thus offering a systematic approach to risk prioritization that can be used as a basis for decision-making in risk management. Likewise, general recommendations are established for continuous improvement in risk management in future similar construction projects.

Keywords: Risk mitigation, Risk prioritization, Risk management, Opportunities, Decisions

Introducción

En la actualidad, la ingeniería civil enfrenta cambios significativos como los factores tecnológicos que incluyen metodologías integradoras como el Building Information Modeling (BIM) que transforma la forma en cómo se diseña, planifica y gestionan los proyectos, igualmente la inteligencia artificial permite predecir comportamientos de infraestructuras, optimizar recursos, entre otros y la impresión 3D que inicia a revolucionar la fabricación de componentes estructurales, por otro lado, la sostenibilidad en donde se debe reducir el impacto ambiental que genera la infraestructura, usando materiales reciclables, eficiencia energética, entre otros, la resiliencia ante el cambio climático donde los ingenieros deben adaptarse y diseñar infraestructura capaz de soportar cualquier fenómeno climático extremo adaptado a las normativas de sostenibilidad, la urbanización y el crecimiento poblacional es otro cambio significativo debido a que las ciudades presentan un crecimiento exponencial y se requiere infraestructura más eficiente y compleja, finalmente el enfoque a la seguridad y salud de los usuarios finales y los trabajadores son una prioridad buscando reducir los riesgos laborales.

Los diferentes desafíos tan diversos y complejos necesitan soluciones innovadoras, creativas y eficientes para garantizar un desarrollo sostenible y seguridad de la infraestructura, en donde todos los ingenieros civiles deben adaptarse continuamente a las nuevas tecnologías, donde finalmente encontramos un desafío y una oportunidad para la innovación y mejorar las prácticas de diseño y construcción de la infraestructura del proyecto.

La priorización de riesgos aborda la clasificación y ordenar los riesgos según sea su probabilidad de ocurrencia y el impacto potencial que puede tener en un proyecto, enfocando los recursos en los riesgos más críticos para asegurar una gestión eficiente, y su estudio es fundamental para evaluar y comparar los riesgos y así decidir cuáles son más urgentes y cuáles no. A través de la investigación y un análisis detallado, este trabajo busca Priorizar los riesgos

asociados a la construcción del proyecto del Museo de Memoria Histórica en la ciudad de Bogotá, proporcionando diferentes recomendaciones específicas para poder realizar una gestión y evaluación de los riesgos adecuada y lograr mitigar estos en futuros proyectos que se desarrollen. La metodología empleada incluye una revisión bibliográfica y un análisis de juicio de expertos que basados en su experiencia dan un enfoque adecuado para realizar la identificación, evaluación y priorización de riesgos, lo que finalmente responde a mejorar la gestión de riesgos y garantizar la seguridad de las personas, cumplir normativas, asegurar calidad y eficiencia en los proyectos que se identifican en la ingeniería civil.

En este estudio se proporciona un marco integral para la comprensión y aplicación de estrategias de la gestión de riesgos, permitiendo a las empresas la aplicación de las diversas estrategias de gestión de riesgos mitigando los riesgos y desarrollar mejores enfoques que se adapten a las necesidades actuales y futuras en un entorno de cambios constantes.

1. Problema

1.1. Planteamiento del problema

En Colombia, el sector de la construcción ha experimentado un crecimiento exponencial, el cual ha sido impulsado por el aumento de la población y por consiguiente las crecientes necesidades de esta y el desarrollo social a nivel nacional. Atendiendo estas necesidades, el gobierno junto a los ministerios han planteado diferentes modelos de gestión para desarrollar proyectos de manera óptima y que cumplan con toda la normativa vigente como la Norma Sismo Resistente de Colombia (NSR-10), las Normas Técnicas Colombianas (NTC), la guía de Gestión de Riesgos del Departamento Administrativo de la Función Pública (DAFP), entre otras.

La Cámara Colombiana de la Infraestructura presentó un informe sobre los factores que afectan la eficiencia de las obras en el país del año 2010, donde se exponen algunos factores que afectan el buen desarrollo de las diferentes obras que se realizan en el país, donde se hace énfasis en una planeación inapropiada de la infraestructura, la carencia de estudios y la poca habilidad de considerar imprevistos que afecten directamente la planificación y ejecución de los proyectos a nivel nacional (Cámara Colombiana de la Infraestructura, 2010).

Lo anterior da a entender que es fundamental para el sector de la construcción seguir los lineamientos establecidos en las etapas prematuras, de manera que se logren planear los proyectos adecuadamente, para así tener una gestión eficiente de los riesgos, es decir, es necesario tener una visión global donde se consideren aspectos que influyan de manera directa e indirecta en la culminación de los objetivos del proyecto.

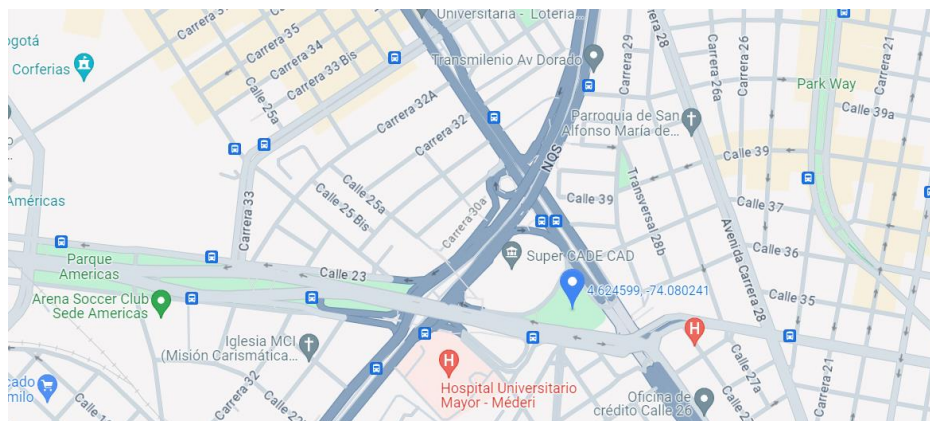
Por otro lado, el centro Nacional de Memoria Histórica es una institución de orden público, adscrito al Departamento para la Prosperidad Social, el cual tiene como objetivo principal recopilar y analizar todo el material obtenido relacionado con el conflicto interno Colombiano mediante investigaciones y así mismo establecer las causas y conocer la verdad para prevenir

una posible repetición, por otro lado, su misión es preservar la memoria histórica del conflicto armado dentro de Colombia, colaborando con las víctimas y así generar una reparación integral, transformación cultural y la paz. (Misión y Visión Centro Nacional de Memoria Histórica)

Finalmente, mediante el decreto 4803 de 2011 se ordenó la creación del Museo de Memoria Histórica en donde se indica que su naturaleza jurídica es un establecimiento de orden público, con autonomía administrativa y financiera, tiene jurisdicción en todo el territorio nacional, y no puede asumir funciones jurisdiccionales, por otro lado, la dirección y administración del Centro de Memoria Histórica estará a cargo del Consejo Directivo y del Director General, entre sus funciones están diseñar, crear y administrar el Museo de la Memoria Histórica, administrar el Programa de Derechos Humanos y Memoria Histórica, apoyar una adecuada atención y garantía de los derechos humanos, la aplicación del Derecho Internacional Humanitario (DIH), serán una plataforma de apoyo para las víctimas, entidades públicas y privadas en el marco del conflicto armado, adelantar procesos de reparación, formulación de políticas públicas, desarrollar diferentes investigaciones, seminarios y otros con el fin de analizar la construcción de la verdad, reparación y convivencia ciudadana, garantizar el derecho al acceso a la información, entre otras funciones que le sean asignadas posteriormente.

1.2. Localización

El presente estudio será realizado en la ciudad de Bogotá, Colombia, en la localidad Teusaquillo, en el conjunto Monumental Centro Administrativo Distrital incluyendo el CAD y la Plaza del Consejo, en donde estaría ubicado el proyecto Museo de Memoria Histórica en la carrera 29, entre la calle 26 y la avenida Américas, como se indica a continuación en el Mapa 1.



Mapa 1 Localización del proyecto.

Fuente: Google Maps.

1.3. Identificación

El Centro Nacional de Memoria Histórica (CNMH) fue creado mediante el Decreto 4803 de 2011 buscando abordar el conflicto armado colombiano desde una perspectiva de verdad, reparación y reconciliación entre las partes interesadas. Su misión principal es recopilar información sobre el conflicto para preservar la memoria histórica y apoyar a las víctimas en su proceso de reparación. El CNMH centra su investigación en las violaciones a los derechos humanos y del Derecho Internacional Humanitario ocurridas durante el conflicto.

De igual manera, el Museo de Memoria Histórica no solo se busca documentar el conflicto, sino que también pretende dejar plasmadas experiencias de las víctimas de manera que sean recordadas y que se cree conciencia en la población civil y armada sobre las afectaciones de la guerra.

El Proyecto Museo de Memoria Histórica comprende un área construida de 14.139 metros cuadrados, distribuidos en 6 pisos, contará con 5 salas de exposiciones, una sala de reuniones, un auditorio con capacidad para 250 personas, oficinas administrativas, ludoteca, áreas para formación y centro de documentación, se cuenta con un presupuesto de \$64.281.356.184, el cual fue licitado y contratado bajo el número de contrato de obra No. 13-

002/2020, el cual fue celebrado con la empresa Obrascon Huarte Lain Sucursal Colombia (OHLA) y un contrato de interventoría con un presupuesto de \$4.782.447.919 bajo el contrato No. 13-001/2020 con la empresa Consorcio CGD Museo



Ilustración 1 Render Museo de Memoria Histórica.

Fuente:

https://www.agenciavirgiliobarco.gov.co/Proyectos/Paginas/Museo_de_Memoria_de_Colombia.aspx

Durante la ejecución del proyecto, de acuerdo con el informe de auditoría financiera independiente al Centro Nacional de Memoria Histórica realizado por la Contraloría General de la Republica en diciembre del 2022 para el 31 de diciembre del 2021 la construcción del museo presentaba un retraso de 3.01% en las actividades relacionadas a excavación mecánica y cimentación superficial debido a problemáticas como la planeación, organización, control y seguimiento, pandemia del 2020, orden social, fuertes lluvias del mes de junio, octubre y noviembre. Por otro lado, para octubre del 2022 se presentó un retraso de obra del 22.18% de las actividades ejecutadas, por lo cual el Centro Nacional de Memoria Histórica debió ejecutar otros contratos con el fin de reducir la curva de rendimiento del avance físico de la obra. (Contraloría general de la república 2022)

1.4. Descripción

La gestión de los riesgos en la construcción permite identificar, evaluar y mitigar los posibles factores que pueden afectar negativamente el desarrollo de un proyecto. Para poder llevar a cabo este análisis, se debe identificar los riesgos potenciales, la evaluación de su impacto y la implementación de acciones que ayuden a prevenir y corregir. Con frecuencia se observa en los proyectos públicos, riesgos comunes que se materializan, por tanto, es fundamental que se implemente desde etapas tempranas como la evaluación de proyectos la priorización de riesgos, el plan de acciones y su evaluación económica. Se pueden encontrar usualmente los siguientes riesgos dentro de los proyectos públicos: fallas constructivas asociadas al incumplimiento de los requisitos de sismo resistencia, falla en la planeación, mala organización, falta de control y seguimiento durante la construcción del proyecto problemas de orden social afectaciones climáticas, etc. Las necesidades de la empresa para implementar una metodología para la gestión en los riesgos son altas, por lo cual se convierte indispensable que el Centro Nacional de Memoria Histórica proyecte y planifique un plan para mitigar estos riesgos y otros que puedan surgir en el futuro, al momento de realizar un proyecto de construcción de orden público para el país.

1.5. Planteamiento

En relación con lo mencionado anteriormente, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los riesgos prioritarios que tienen mayor impacto en los procesos constructivos del Museo de Memoria Histórica en Bogotá, Colombia?

2. Delimitación

El presente trabajo de grado está orientado a la identificación, análisis y priorización de los principales riesgos del proyecto del Museo de Memoria Histórica en la ciudad de Bogotá, Colombia, ejecutado por el Centro Nacional de Memoria Histórica. Una vez se cuente con la identificación se procederá a priorizar los 25 riesgos más importantes que se identificaron en el proyecto, se desarrollará un enfoque metodológico del plan de gestión del riesgo para que se puedan evaluar y finalmente mitigar. Lo anteriormente mencionado, se implementará mediante una metodología para categorizar los riesgos en bajo, medio, alto y extremo para así conocer el impacto que puede generar en el proyecto. Basados en información primaria como la entrevista a expertos de profesionales ingenieros civiles y, por otro lado, información secundaria como proyectos de grado, artículos, e informes similares a esta investigación. Finalmente se realizará una serie de recomendaciones específicas para que se pueda hacer una gestión y evaluación de los riesgos adecuada para mitigar estos en futuros proyectos que se desarrollen en esta empresa o en otras empresas que desarrollen un proyecto similar.

2.1. Geográfica

El Centro Nacional de Memoria Histórica mediante el grupo de planeación se encarga de promover procesos de planificación, planes de acción institucionales, monitorear y evaluar la gestión institucional, los proyectos de inversión del Centro, sugerir correcciones, preparar y registrar el anteproyecto de Presupuesto Anual de Inversión según las políticas del Ministerio de Hacienda, Crédito Público y el Departamento Nacional de Planeación. Por otro lado, realiza el seguimiento y los informes respectivos a los presupuestos, proyectos de inversión y coordina el proceso de Rendición de cuentas, también, implementa instrumentos para medir el avance de la gestión de las actividades de cada dependencia dentro del Centro, entre otros. (Resolución 069, 2014)

El grupo de planeación del Centro Nacional de Memoria Histórica facilita el funcionamiento de las demás dependencias de la entidad, genera nuevas iniciativas para que se desarrollen sus funciones de una manera eficiente y así mismo lograr cumplir con la misión y visión del Centro de realizar una reparación integral a las víctimas del conflicto interno en Colombia.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Priorizar los riesgos asociados a la construcción del proyecto del Museo de Memoria Histórica en la ciudad de Bogotá, Colombia, ejecutado por el Centro Nacional de Memoria Histórica.

3.2. Objetivos Específicos

- Revisar información teórica para la gestión de proyectos, centrándose en las metodologías y herramientas pertinentes para la gestión de riesgos en proyectos de construcción.
- Seleccionar una metodología de evaluación de riesgos apropiada para el proyecto del Museo de Memoria Histórica, basada en criterios específicos.
- Implementar la metodología seleccionada para identificar y evaluar los riesgos potenciales asociados al proyecto del Museo de Memoria Histórica, mediante el juicio de expertos.

- Categorizar los riesgos identificados en el proyecto del Museo de Memoria Histórica en función de su probabilidad de ocurrencia en la línea base.
- Desarrollar una matriz de probabilidad e impacto que permita visualizar y priorizar los riesgos identificados, facilitando la toma de decisiones y la asignación de recursos para su mitigación.
- Realizar las recomendaciones específicas para la gestión y la mitigación de riesgos en el proyecto del Museo de Memoria Histórica, basadas en los resultados obtenidos del análisis de riesgos y en las mejores prácticas de la industria de la construcción.

4. Antecedentes

El desarrollo de priorización de riesgos y gestión de proyectos ha sido objeto de estudio durante los últimos años debido a su importancia e impacto en la ingeniería civil, diversas investigaciones abordan este tema con el fin de mejorar el desarrollo de un proyecto durante todas sus etapas, a continuación, se presentan diversas investigaciones realizadas en Colombia y en España, que aportan para el presente trabajo de grado.

4.1. Internos

Con el paso de los años, ha adquirido relevancia realizar estudios y darle más importancia a la gestión de riesgos en los proyectos debido a que es necesario tener una planeación adecuada para así evitar imprevistos que afecten una correcta ejecución en los proyectos del país, a continuación, se presentarán algunos estudios realizados en Colombia.

En Colombia, realizaron un estudio que busco encontrar la metodología más adecuada para identificar los riesgos de un proyecto de construcción y así poder mitigarlos. El objetivo principal de la investigación fue evaluar el impacto de los riesgos en la programación de proyectos

de construcción. Las autoras identificaron los riesgos de programación, para lo cual revisaron la literatura existente y clasificaron con ayuda de un juicio de expertos y según su grado de importancia los riesgos, definieron una estructura metodológica para realizar un análisis cualitativo y cuantitativo usando un modelo basado en la lógica difusa para determinar el impacto de cada uno de los riesgos. Como se observó en los resultados del estudio mencionado, También, se determinó que los riesgos que más impacto generan son: La demora en la entrega del sitio y la inadecuada gestión de los proyectos, lo cual genera mayor impacto en la duración del proyecto, por otro lado determinaron que la aplicación del modelo no es práctica debido a que el proceso requiere mucho tiempo, dedicación y detalle, y dependerá de los datos subjetivos de los expertos según sus experiencias y sería más eficiente si hay varios profesionales disponibles para realizar el juicio. (Ortiz, Cruces, 2018)

Por otro lado, en el 2012, se realizó otro estudio de un análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos, mediante una Estructura de Desglose del Riesgo (RBS) para así jerarquizar, desglosar y organizar los riesgos de los proyectos, basado en las ediciones, prorrogas y suspensiones según los contratos usados en el estudio. En este estudio se realizó una matriz de probabilidad-impacto y se determinó que los riesgos con probabilidades de ocurrencia altas son los relacionados con los diseños, el clima, y el cumplimiento de objeto contractual, finalmente es posible generar mecanismos de mitigación para mejorar la gestión de riesgos de los proyectos y determinar por quien deben ser asumidos los riesgos según su ocurrencia derivados de la mala gestión del proyecto. (Jiménez, V, 2012)

Estos estudios demuestran la importancia de realizar un adecuado análisis de los riesgos para así determinar un adecuado tiempo de ejecución, obtener un plan de acción en el cual se identifiquen todos los posibles riesgos que afectan el desarrollo del proyecto teniendo en cuenta todas las causas más comunes de incumplimientos en los proyectos, por otra parte, estos estudios y el presente trabajo se enfocan en el mismo punto; Analizar y mejorar la gestión de

riesgos, por lo que se usan dos metodologías en conjunto para obtener mejores resultados; juicio de expertos y revisión bibliográfica.

4.2. Externos

En Barcelona, hace 140 años se está construyendo la Sagrada Familia, en 1882 fue realizado el diseño de la iglesia por el arquitecto Francisco Villar, para marzo de 1882 se inició la construcción de la iglesia, en 1883 Antoni Gaudí transforma los diseños iniciales y los transforma a un templo modernista fusionando formas geométricas con una novedosa estructura, la obra fue interrumpida por la Guerra Civil y la muerte de Gaudí, a principios del siglo XXI se añaden varios elementos gracias a una tecnología más moderna, en donde para el año 2005 la fachada y la cripta fueron declarados patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, por lo que la Sagrada Familia es un símbolo arquitectónico y espiritual para Barcelona y el mundo. (Gómez, et all, 2020)

Por otro lado, para el año 2015 se anunció que la obra había completado el 70% de la construcción, sin embargo, en los últimos años diferentes acontecimientos como incendios, la pandemia del COVID-19, la Sagrada Familia se construye de forma privada mediante donativos desinteresados y una recaudación de las entradas de visitantes al año, lo que limita el presupuesto para concluir esta obra, también, el diseño innovador y complejo que dejó Gaudí retrasa la obra debido a que se requieren técnicas de construcción avanzadas, atención en los detalles lo que genera una construcción muy lenta, los planos quedaron inconclusos desde la muerte de Gaudí por lo que se han realizado constantes cambios en los diseños, Finalmente se busca que la construcción termine para el año 2026 sin embargo, otras fuentes de información mencionan que será terminada en el año 2033. (Keeley,2024)

5. Justificación

Algunos aspectos como valor teórico, utilidad, solución apropiada a problemáticas, entre otros, se deben tener en cuenta al momento de evaluar la importancia de una investigación, por lo que este trabajo se centra principalmente en tener en cuenta los riesgos que se pueden presentar en un proyecto del patrimonio cultural del país, fundamentado en la necesidad de comprender, evaluar y mejorar las estrategias para finalmente llegar a prevenir y mitigar las falencias e inconsistencias que se presentan durante la ejecución de los proyectos, por lo cual al realizar este tipo de análisis se generan mejores estrategias y así disminuir los imprevistos, sobrecostos y demás, que se presentan normalmente durante la planeación y ejecución de proyectos.

En Perú se realizó un estudio en donde realizan una propuesta para reducir plazos y costos en los contratos de construcción aplicando la gestión de riesgos, en donde se propone implementar políticas públicas a los proyectos de inversión en la infraestructura garantizando una coordinación y cooperación de los actores involucrados y así generar una política pública adecuada, posterior a implementar esta nueva política se genera el problema de los plazos y lo costos, que son problemáticas a las que se enfrentan en todos los países, se menciona que nueve de cada diez proyectos de construcción experimentan sobrecostos, finalmente al realizar el análisis de la muestra este estudio llega a la conclusión de que la aplicación de una correcta gestión de riesgos en el marco de una política pública disminuye directamente la mala práctica de costos y plazos en la ejecución en las obras de Perú, integrando la metodología del PMBOK y así desarrollar procesos estandarizados. (Gómez, 2019)

Por lo tanto, el Centro nacional de Memoria Histórica debe contemplar una implementación de gestión del riesgo en sus procesos constructivos desde la planeación hasta la ejecución, con el fin de prevenir su materialización y/o tener planes de contingencia donde se

generen planes de acción en caso de que los riesgos se lleguen a materializar antes, durante o después de la ejecución de un proyecto.

Este estudio proporciona un caso que servirá como referencia para la industria de la construcción en Colombia, donde los proyectos públicos enfrentan retos específicos relacionados con la planificación, el financiamiento y la ejecución. A futuro los hallazgos de esta investigación pueden servir de guía para la mejora de las prácticas de gestión de riesgos en futuros proyectos de infraestructura, ayudando a minimizar los imprevistos y sobrecostos que suelen caracterizar los proyectos de gran envergadura.

Con esta investigación se busca contribuir con la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura, asegurando que se diseñen y ejecuten con la capacidad de resistir tanto eventos naturales como sociales. La priorización de riesgos no solo busca minimizar el impacto a corto plazo, sino que también fomenta la creación de infraestructuras más seguras y duraderas.

6. Marco Referencial

6.1. Marco Teórico

El marco teórico presenta conceptos referentes a gestión de riesgos, lo que nos ayudara a resolver efectivamente el problema de investigación, orientando este estudio primordialmente a la búsqueda bibliográfica, en donde la gestión de riesgos se vuelve un factor esencial en la planeación de proyectos de infraestructura, debido a que permite a las empresas anticiparse a estos imprevistos garantizando calidad, seguridad y sostenibilidad en los proyectos en Colombia.

6.1.1. Gerencia De Proyectos

El PMI define la gerencia de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas al proyecto para llegar a cumplir con los objetivos del mismo, son la respuesta de una estrategia planteada y los planes de acción para hacer realidad los proyectos (Project Management Institute, 2021) durante los últimos años la gerencia de proyectos se ha convertido en una parte fundamental en la ejecución de proyectos debido a que se redirecciona a gestionar efectivamente recursos, tiempo, costos y demás, los cuales ayudan a mitigar los riesgos y aseguran la calidad en todas las fases del proyecto. (Moreno, N. Sánchez, L & Velosa, J. 2016)

La gerencia de proyectos se realiza con el fin de organizar y dirigir los recursos humanos y materiales para llegar a cumplir con los objetivos de una manera más eficaz y eficiente, mejorando la probabilidad de éxito de los proyectos, realizando una adecuada vigilancia y control a todo el equipo de trabajo, el cual está compuesto por diferentes personas de varios departamentos, enriqueciendo el proceso de desarrollo de actividades considerando el conjunto de habilidades que se tienen en este.

Por otro lado, la gerencia de proyectos desempeña un papel crucial en la gestión de riesgos porque ayuda a desarrollar un marco estructurado para identificar, evaluar y mitigar los riesgos potenciales que se puedan presentar a lo largo del proyecto, logrando anticipar y responder a todos los desafíos, maximizando las oportunidades de éxito, implementando herramientas y técnicas específicas analizando los riesgos, planes de contingencia, y revisiones del estado del proyecto con regularidad. (Project Management Institute, 2021)

6.1.2. Programación de Proyectos

En los proyectos para poder determinar con exactitud la duración, se necesita una programación para poder hacer un control del progreso que se va llevando a cabo y la asignación de recursos de manera más eficaz, esto con la finalidad de poder lograr una adecuada gestión. Para que tenga éxito, se debe tener presente la unicidad de cada proyecto y en este caso, la programación y la planeación son vitales en el procedimiento (Ökmen & Ötzaş, Construction Project Network Evaluation with Correlated Schedule Risk Analysis Model, 2008). En la programación de proyectos es indispensable considerar los factores que inciden de manera directa e indirecta en los objetivos del proyecto y si estos afectan el tiempo de ejecución y entrega del proyecto.

La programación de proyectos es un área interrelacionada con la gestión de riesgos en varias etapas de ciclos de vida del proyecto desde la planificación, la ejecución y la finalización debido a que ayudan a mejorar el éxito de los proyectos, por lo que una correcta gestión de riesgos requiere una programación detallada de este, y por otro lado, la programación rigurosa se beneficia de la gestión adecuada de riesgos y así garantizar un proyecto exitoso entre los límites de tiempo y entre el presupuesto establecido.

6.1.3. PMI

El Project Management Institute es una organización que ayuda a las instituciones y profesionales en la dirección y gestión de proyectos mundial, en donde ayuda y empodera a las personas en convertir sus ideas en una realidad. (Project Management Institute, 2021)

La organización también se dedica a equipar a las corporaciones en todas las fases de su trayectoria profesional y laboral, mediante actividades de alianzas, promoción, formación y estudios, ayudando a mejorar las capacidades laborales de sus miembros. El objetivo es que

puedan adaptarse y prosperar en un entorno profesional en constante evolución, desarrollando métodos de trabajo más eficientes y efectivos para la gerencia de dirección de proyectos. (Project Management Institute, 2021)

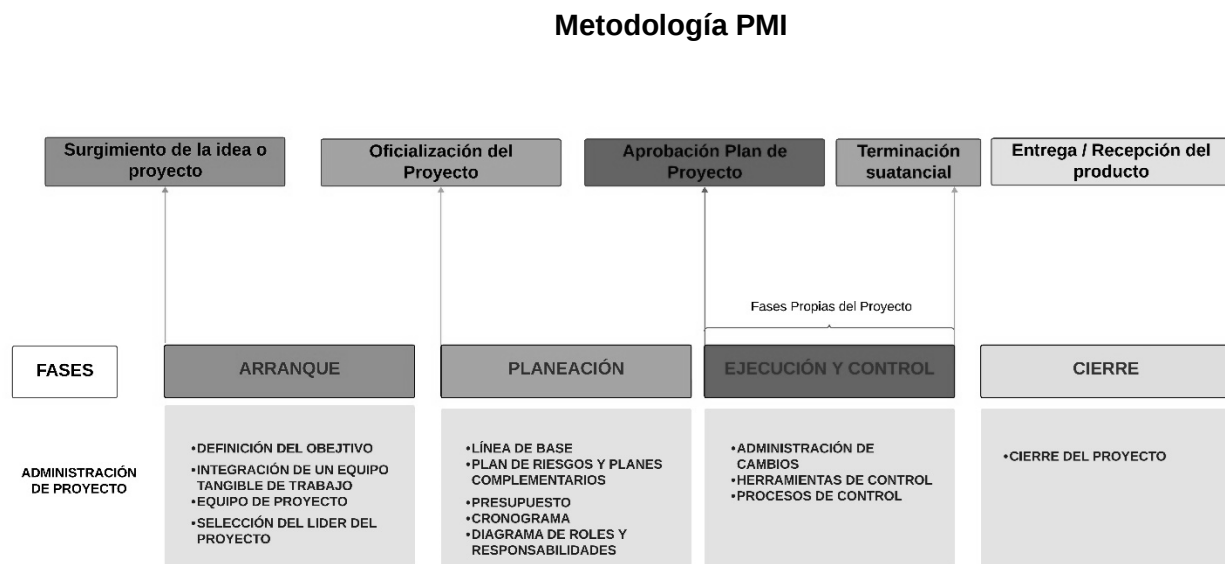


Ilustración 2. Gestión de proyectos-Metodología PMI

Fuente: Elaboración propia

6.1.4. Proceso PMBOK

Proporciona un conjunto de buenas prácticas a través de una guía de gestión de proyectos desarrollada por el PMI (*Project Management Institute*), estos procesos principales son: Inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y por último el cierre. Estos procesos se aplican por medio de diez áreas del conocimiento: Integración, alcance, cronograma, calidad, recursos, costos, comunicaciones, adquisiciones, riesgos e interesados. Este proceso también brinda un marco estructurado para gestionar y realizar los proyectos eficientemente, ayudando a los gerentes de las organizaciones a aplicar conocimientos, habilidades y principalmente herramientas para maximizar el éxito en los proyectos. (Project Management Institute, 2021)

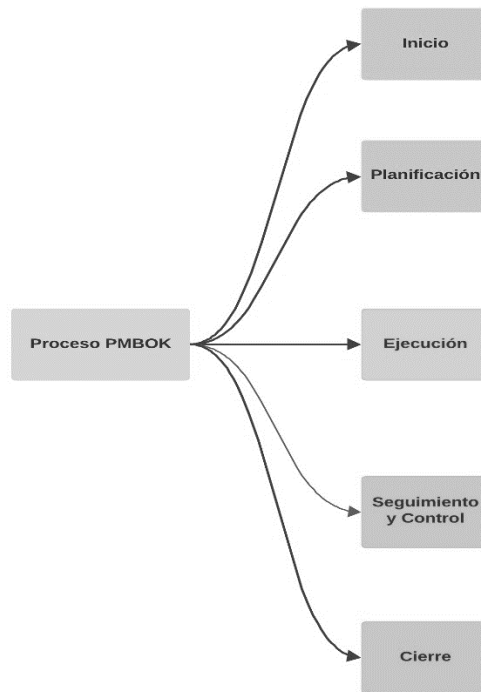


Ilustración 3. Proceso PMBOK (PMI)

Fuente: Elaboración propia

6.1.5. Riesgo

Un riesgo es un evento o condición que, si llega a ocurrir, puede ocasionar un efecto tanto positivo o negativo en mínimo un objetivo del proyecto. Los riesgos se pueden identificar, evaluar y gestionar dependiendo de su severidad y así minimizar sus efectos potenciales. (PMBOK, 2021)

Se puede decir que, el riesgo es la duda de que ocurra un evento, que como se mencionó anteriormente, puede ser positiva o negativamente. Si estos eventos ocurren, generan impactos tanto financieros, de calidad, rendimiento, generando condiciones en el proyecto

6.1.6. Gestión de riesgos

La gestión de riesgos analiza y toma todos los procesos que se requieren para la planificación de estos, como lo es la su identificación, planificación de respuesta, análisis y el control de los riesgos que presentan todo tipo de proyectos. La finalidad de hacer una gestión de riesgos es poder mitigar las vulnerabilidades y disminuir la probabilidad de que estos ocurran, por otro lado, también ayuda a incrementar los impactos que pueden ser positivos en el proyecto (Project Management Institute, 2021).

Gestión de riesgos		
Planificar la gestión de los riesgos		El proceso de definir cómo se realizan las diferentes actividades de la gestión de riesgos de los proyectos.
Identificar los riesgos		El proceso de detectar los riesgos específicos del proyecto, así como las fuentes de riesgo globales, y registrar sus características.
Realizar el análisis cualitativo de riesgos		El proceso de clasificar los riesgos específicos del proyecto para un análisis o acción futura, evaluando la probabilidad de que ocurran, su impacto y otras características relevantes
Realizar el análisis cuantitativo de riesgos		El proceso de cuantificar el impacto conjunto de los riesgos individuales identificados en el proyecto y otras fuentes de incertidumbre en los objetivos del proyecto.
Planificar la respuesta a los riesgos		El proceso de crear diferentes opciones, seleccionar estrategias y acordar acciones para gestionar la exposición global al riesgo del proyecto, así como para abordar los riesgos específicos del proyecto.
Implementar la respuesta a los riesgos		El proceso de llevar a cabo los planes de respuesta a los riesgos que han sido previamente acordados.
Monitorear los riesgos		El proceso de supervisar la ejecución de los planes de respuesta a los riesgos acordados, realizar un seguimiento de los riesgos identificados, detectar y evaluar nuevos riesgos, y evaluar la eficacia de la gestión de riesgos durante todo el proyecto.

Tabla 1 Gestión de Riesgos (PMBOK- 7° Edición)

Fuente: Elaboración propia

6.1.7. Tipos de Riesgo en Proyectos de Infraestructura

- **Riesgos de Construcción:** Incluyen los riesgos relacionados con la calidad del suelo, demoras en la entrega, fallas del constructor para cumplir con las especificaciones del proyecto, y la incapacidad para obtener las autorizaciones o licencias gubernamentales. También se consideran problemas con la obtención de permisos necesarios y fallas en la planificación y ejecución técnica de las obras.
- **Riesgos Operacionales:** Estos riesgos están asociados con las restricciones en la operación y adelanto de las obras según lo planeado en el programa de trabajo. Pueden incluir problemas técnicos que impidan el desarrollo normal del proyecto y fallos en la infraestructura que afecten la funcionalidad esperada.
- **Riesgos de Suministro:** Se refieren a la escasez de materias primas necesarias para el avance de las obras. Esto puede ser causado por problemas en la cadena de suministro, falta de acceso a recursos esenciales o variaciones en la disponibilidad de materiales debido a factores externos.
- **Riesgos Comerciales:** Este tipo de riesgo abarca la incapacidad para comercializar los productos resultantes del proyecto. Pueden surgir dificultades para encontrar mercado o compradores, así como fluctuaciones en la demanda que afecten la viabilidad comercial del proyecto.
- **Riesgo Político, Legal y de Fuerza Mayor:** Incluyen desastres naturales como terremotos e inundaciones, así como cambios en las leyes del país donde se desarrollan las obras. Además, abarcan situaciones de violencia política, guerra, sabotaje o terrorismo, y cambios en las políticas gubernamentales que puedan afectar el proyecto.
- **Riesgo Financiero:** Se relaciona con las variaciones económicas que pueden afectar los costos y la financiación del proyecto. Incluyen riesgos cambiarios, variaciones en las tasas de interés, y dificultades para obtener financiamiento adecuado.

6.1.8. Tipos de riesgos en la construcción

La construcción está asociada con diversos riesgos inherentes a su complejidad. Estos riesgos en cierta medida afectan el desarrollo y progreso de proyectos, en la tabla N °, se definen los más comunes.

Tipo de riesgo	Definición	Caracterización	Ejemplo
Riesgo financiero	Riesgo asociado con problemas de financiación y costos inesperados.	Inestabilidad económica, sobrecostos, retrasos en pagos.	Sobrecostos por aumento en el precio de materiales.
Riesgo de cronograma	Riesgo relacionado con los retrasos en la finalización del proyecto.	Retrasos en actividades críticas, falta de recursos puntuales.	Retraso en la entrega de un componente clave.
Riesgo de calidad	Riesgo de que el proyecto no cumpla con los estándares de calidad esperados.	Deficiencias en materiales, errores de construcción.	Necesidad de reconstruir una parte del edificio por defectos.
Riesgo de seguridad	Riesgo relacionado con accidentes y condiciones inseguras en el sitio de construcción.	Accidentes laborales, incumplimiento de normativas de seguridad.	Accidentes laborales que resultan en lesiones graves.
Riesgo ambiental	Riesgo asociado con el impacto ambiental y el cumplimiento de regulaciones ambientales.	Contaminación, problemas con permisos ambientales.	Multas por vertidos contaminantes en el sitio de construcción.
Riesgo de diseño	Riesgo de que los diseños no sean adecuados o se necesiten cambios significativos.	Errores de diseño, necesidad de rediseño.	Necesidad de rediseñar el sistema de soporte estructural.

Riesgo legal	Riesgo relacionado con disputas legales y cumplimiento de normativas legales.	Disputas contractuales, cambios en la legislación.	Demoras por litigios con proveedores o subcontratistas.
Riesgo de recursos humanos	Riesgo asociado con la disponibilidad y gestión de la fuerza laboral.	Escasez de mano de obra, baja productividad.	Retrasos debido a la falta de trabajadores calificados.
Riesgo tecnológico	Riesgo de fallos en la tecnología utilizada en el proyecto.	Problemas con software de gestión, fallos en equipos.	Fallos en el software de diseño que causan errores de construcción.
Riesgo político	Riesgo asociado con cambios políticos y regulaciones gubernamentales.	Inestabilidad política, cambios en políticas de construcción.	Retrasos por cambios en las políticas de permisos de construcción.

Tabla 2 Tipos de Riesgo en la Construcción - (Sabogal & Ospino, 2012)

Fuente: Elaboración Propia.

6.1.9. Identificación y categorización de riesgos

Desde el inicio de los proyectos es fundamental realizar la identificación de los riesgos teniendo en cuenta que sean reconocidos y asociados con los objetivos de cada proyecto, se debe realizar desde el inicio y todo el equipo debe participar para obtener mejores resultados. (Rosu, M. M., Rohan, R., y Juganaru, C. 2017)

En este documento se van a categorizar e identificar los riesgos bajo la metodología de revisión bibliográfica y el juicio de expertos, esto con el objetivo de poder analizar qué tipo de riesgos son los que más afectan y repercusión tienen en los proyectos de construcción de vivienda.

La clave de este proceso es la documentación y clasificación de los riesgos existentes del proyecto y sus fuentes. Esto se clasifica en entradas, herramientas, técnicas y salidas del proceso como se puede observar en la siguiente imagen.

Identificación de Riesgos

Entradas			
Plan para la dirección del proyecto	Plan de gestión de los requisitos	Plan de gestión de la calidad	Línea base del alcance
	Plan de gestión del cronograma	Plan de gestión de los recursos	Línea base del cronograma
	Plan de gestión de los costos	Plan de gestión de los riesgos	Línea base de costos
Documentos del proyecto	Registro de supuestos	Registro de incidentes	Requisitos de recursos
	Estimaciones de costos	Registro de lecciones aprendidas	Registro de interesados
	Estimaciones de la duración	Documentación de requisitos	
Acuerdos			
Documentación de las adquisiciones			
Factores ambientales de la empresa			
Activos de los procesos de la organización			

Tabla 3 Identificación de Riesgos (PMBOK - 7ª Edición)

Fuente: Elaboración Propia.

Herramientas y Técnicas	
Juicio de expertos	
Recopilación de datos	Tormenta de ideas
	Listas de verificación
	Entrevistas
Análisis de datos	Análisis de causa raíz
	Análisis de supuestos y restricciones
	Análisis FODA

	Análisis de documentos
Habilidades interpersonales y de equipo	Facilitación
Listas rápidas	
Reuniones	

Tabla 4 Identificación de Riesgos basados en (PMBOK - 7° Edición)

Fuente: Elaboración Propia

Salidas	
Registro de riesgos	
Informe de riesgos	
Actualizaciones a los documentos del proyecto	Registro de supuestos
	Registro de incidentes
	Registro de lecciones aprendidas

Tabla 5 Identificación de Riesgos basados en (PMBOK - 7° Edición)

Fuente: Elaboración propia.

6.1.10. Análisis de riesgos

En el análisis de riesgos se establece en primer lugar la probabilidad del riesgo teniendo en cuenta la exposición de los riesgos que se están analizando, y la frecuencia con la que sucede cada uno, sin embargo, la subjetividad que puede afectar estos análisis se debe eliminar, por otro lado, se determina el impacto en el que se mide la magnitud de las consecuencias si el riesgo se materializa en el proyecto o en una entidad pública, se puede clasificar en diferentes niveles tales como; mínimo, moderado, significativo, mayor y severo. (Función Pública, 2022)

Por otro lado, la ISO 31000 indica que el análisis de riesgos está afectado por las diferencias en las opiniones, sesgos, la percepción y juicio de las personas, adicional a esto

también dependerá de la calidad de la información consultada previamente, limitarse en las metodologías, y todo se debe considerar para lograr realizar un correcto análisis de riesgos. También, se indica que el análisis de riesgos debe considerar factores como probabilidad de eventos y consecuencias, la naturaleza y magnitud de las consecuencias, la complejidad, tiempo y volatilidad, efectividad de controles existentes, y los niveles de sensibilidad y confianza. (ISO 31000, 2018)

6.1.11. Evaluación de riesgos

Después de realizar el análisis de riesgos según la ocurrencia y su impacto se determina una zona de riesgo inicial, en donde se determina los niveles de severidad, se valora los controles de seguridad que permite reducir o mitigar un riesgo. (Función Pública, 2022)

Así mismo, el propósito de evaluar los riesgos es ayudar a una adecuada toma de decisiones, comparando los resultados del análisis con los criterios de los riesgos establecidos, y así determinar si se requiere una acción extra. (ISO 31000) Teniendo en cuenta lo anterior, la evaluación de riesgos permite a las entidades identificar, analizar y comprender los riesgos a los que pueden estar expuestos en la ejecución de algún proyecto, lo que facilitara la implementación de las medidas preventivas y las estrategias de mitigación previstas.

6.1.12. Mitigación de riesgos

Teniendo en cuenta la etapa de evaluación de riesgos, se deben desarrollar estrategias con el fin de disminuir el impacto que los riesgos generan en el proyecto, implementando planes de acción como se muestra en la ilustración 4 con el fin de trazar una ruta que ayuda a lograr las metas y objetivos finales, también implica tomar varias decisiones como entidad antes de que ocurra la emergencia.

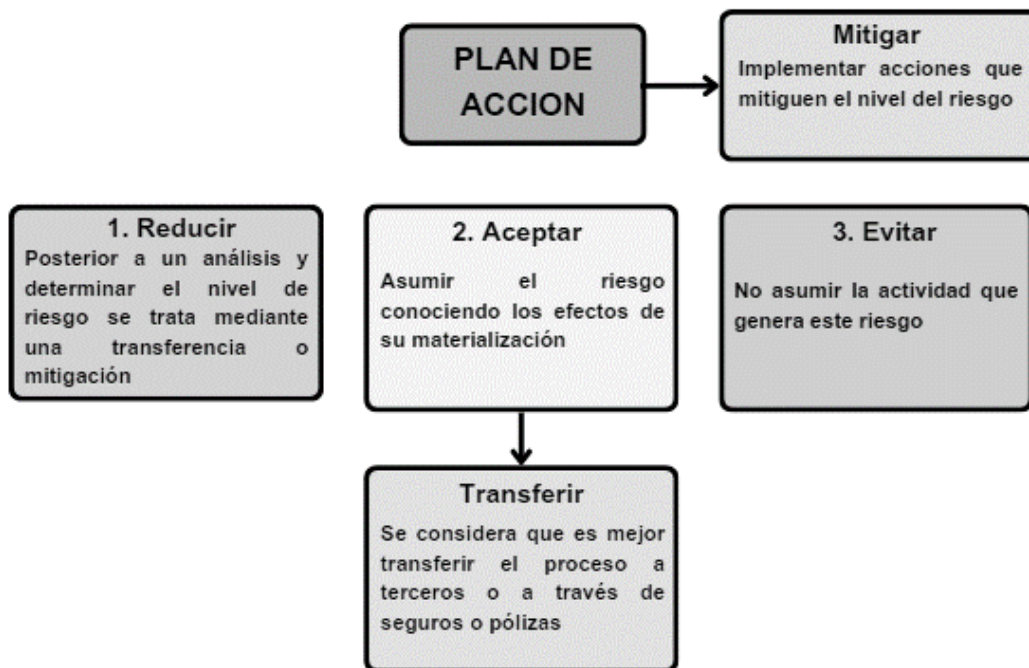


Ilustración 4 Plan de acción

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, mitigar los riesgos es un proceso en el cual se busca reducir o mitigar los riesgos potenciales que existen en el proyecto, en donde se identifican los riesgos, se desarrolla un plan para gestionarlos y así mismo avanzar en la ejecución de los proyectos, de tal manera que su objetivo es reducir la posibilidad de que se produzcan dichos riesgos, debido a que en la construcción los riesgos que se afrontan pueden ser extremos, este proceso se vuelve fundamental desde la planeación. (Función Pública, 2022)

6.1.13. Factores de riesgo

Los factores de riesgo se definen como un evento o condición incierta que, si ocurre, tiene un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo del proyecto. Los factores de riesgo son las condiciones o circunstancias que pueden influir en la probabilidad o el impacto de un riesgo. Existen diferentes tipos de factores de riesgo y se definen como:

Tipos de factores de riesgo:



Ilustración 5. Tipos de factores de riesgo (PMBOK, 2021)

Fuente: Elaboración propia

La identificación de factores de riesgo es crucial para el éxito de un proyecto, ya que permite una planificación proactiva, un control efectivo, la reducción de incertidumbres, y mejora la probabilidad de éxito al optimizar recursos y facilitar una comunicación clara entre los gerentes de las organizaciones o de proyectos. Este proceso, que forma parte del aprendizaje organizacional, se integra en el marco de gestión de riesgos del PMBOK, que abarca desde la planificación inicial hasta el monitoreo continuo, pasando por la identificación, análisis cualitativo y cuantitativo, planificación de respuestas e implementación de estas, asegurando así una gestión integral y efectiva de los riesgos a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. (PMBOK, 2021)

6.1.14. Prevención de riesgos

La prevención de riesgos es un conjunto de estrategias, medidas y acciones sistemáticas que se implementan de manera proactiva con el objetivo de identificar, evaluar, controlar y mitigar los peligros o situaciones que puedan generar daños a las personas, bienes, procesos o al medio

ambiente. Este enfoque se basa en la anticipación y la planificación, buscando evitar o minimizar las consecuencias negativas de posibles incidentes.

6.1.14.1. Importancia y beneficios de la prevención de riesgos

La prevención de riesgos es fundamental por múltiples razones:

- Seguridad y salud: Reduce significativamente la probabilidad de accidentes, enfermedades profesionales y otros incidentes que puedan poner en peligro la vida o la salud de las personas. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), cada año ocurren más de 2,3 millones de muertes relacionadas con el trabajo, y la prevención efectiva podría salvar numerosas vidas.
- Mejora de las condiciones laborales: Contribuye a optimizar las condiciones de trabajo, promoviendo un entorno más saludable y ergonómico. Esto no solo beneficia a los trabajadores, sino que también aumenta la productividad y la calidad del trabajo.
- Bienestar psicosocial: Genera un ambiente laboral más seguro y confiable, lo que aumenta la satisfacción, reduce el estrés y mejora el bienestar general de los trabajadores. Estudios han demostrado que un buen clima de seguridad se correlaciona positivamente con la satisfacción laboral y el compromiso organizacional.
- Eficiencia económica: Evita pérdidas económicas causadas por accidentes, daños a equipos, interrupciones en los procesos o demandas legales. La Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo estima que, por cada euro invertido en prevención de riesgos laborales, las empresas pueden esperar un retorno de 2,2 euros.

- Cumplimiento legal y ético: Asegura el cumplimiento de las normativas y regulaciones establecidas en materia de seguridad y salud en el trabajo, evitando sanciones y reforzando la imagen ética de la organización.
- Responsabilidad social y sostenibilidad: Demuestra un compromiso con la seguridad, el bienestar de las personas y la protección del medio ambiente, contribuyendo a los objetivos de desarrollo sostenible.
- Innovación y mejora continua: La prevención de riesgos fomenta la búsqueda constante de mejores prácticas y tecnologías, impulsando la innovación en procesos y sistemas de seguridad.

6.1.14.2. Ámbitos de aplicación de la prevención de riesgos

La prevención de riesgos se aplica en diversos sectores y contextos, estos son algunos:

Empresas e industria:

- En sectores como la construcción, manufactura, minería, energía y transporte, donde se implementan sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SGSST) basados en normas como la ISO 45001.
- En el sector de la construcción, etc. se utilizan técnicas como la evaluación de riesgos, análisis de seguridad en el trabajo (JSA), y programas de mantenimiento preventivo.

Salud y atención médica:

- En hospitales, clínicas y centros de salud se aplican protocolos de control de infecciones, manejo seguro de materiales biológicos y radiológicos, y ergonomía para el personal sanitario.

- En hospitales, clínicas, etc. se implementan sistemas de farmacovigilancia y tecnovigilancia para prevenir eventos adversos relacionados con medicamentos y dispositivos médicos.

Educación:

- En escuelas, universidades y centros de formación se desarrollan planes de emergencia, se realiza mantenimiento de infraestructuras y se implementan programas de prevención de acoso escolar.
- En escuelas, universidades, etc. se incluyen contenidos sobre seguridad y salud en los currículos educativos para fomentar una cultura de prevención desde edades tempranas.

Eventos masivos y espacios públicos:

- En conciertos, festivales, eventos deportivos y centros comerciales se implementan planes de seguridad, control de multitudes y protocolos de evacuación.
- En conciertos, festivales, etc. se utilizan tecnologías de vigilancia y sistemas de alerta temprana para prevenir incidentes.

Ciberseguridad y protección de datos:

- En el ámbito digital, se aplican medidas para prevenir ataques cibernéticos, fugas de información y violaciones de la privacidad.
- En el campo digital se implementan políticas de seguridad informática, sistemas de encriptación y programas de concientización sobre amenazas digitales.

Medio ambiente:

- En la gestión ambiental se aplican estrategias de prevención de la contaminación, evaluación de impacto ambiental y sistemas de gestión ambiental basados en la norma ISO 14001.
- Para el medio ambiente se desarrollan planes de prevención y respuesta ante desastres naturales y emergencias ambientales.

La prevención de riesgos es un campo en constante evolución que se adapta a nuevos desafíos y tecnologías. La integración de la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IOT) y el análisis de la información están abriendo nuevas posibilidades para la identificación temprana de riesgos y la implementación de medidas preventivas más efectivas en los proyectos. (Rodríguez, 2023)

6.1.15. ¿Por qué es importante prevenir los riesgos?

La prevención de riesgos es una práctica fundamental que abarca múltiples ámbitos y aporta beneficios significativos en diversos sectores. Su importancia radica en la capacidad de reducir accidentes y enfermedades laborales, mejorar las condiciones de trabajo, aumentar el bienestar de los empleados y evitar pérdidas económicas. Además, asegura el cumplimiento legal y demuestra responsabilidad social. Esta práctica se aplica en empresas, industrias, centros de salud, instituciones educativas y eventos masivos, adaptándose a las necesidades específicas de cada contexto para crear entornos más seguros y saludables. En esencia, la prevención de riesgos no solo protege vidas y recursos, sino que también contribuye a una cultura de seguridad y bienestar en toda la sociedad. (ISO, 2018).

La prevención de riesgos permite al equipo del proyecto desarrollar estrategias efectivas, mejorando así la estabilidad del proyecto. Además, permite una mejor planificación y toma de decisiones, lo que puede traducirse en un mejor control de la línea base (BL).

A continuación, se presenta una tabla que ilustra la prevención de riesgos, se presenta una tabla con ejemplos de estudios que reflejan cómo la mitigación de riesgos ha influido positivamente en la gestión de proyectos de construcción:

Estudio	Descripción	Resultado de la Mitigación de Riesgos
Li et al. (2020)	Revisión de metodologías para la gestión de riesgos en proyectos de construcción.	Mejora en la planificación y ejecución de proyectos.
Arenas, N. (2020)	Llevar un control de riesgos teniendo en cuenta la identificación desde la primera etapa de estudio.	Planeación detallada y orientada a las áreas del conocimiento en los proyectos de construcción.
Hseih et al. (2019)	Análisis cuantitativo de riesgos en proyectos de construcción utilizando estudios de caso.	Reducción en la probabilidad de fallos y sobrecostos.

Tabla 6 Estudios de mitigación de riesgos

Fuente: Elaboración propia

6.1.16. Priorización de riesgos

La priorización de riesgos es crucial en la gestión eficaz de riesgos organizacionales, ya que permite a las empresas concentrar sus recursos limitados en los riesgos más significativos y urgentes. Este proceso ayuda a las organizaciones a tomar decisiones informadas sobre dónde enfocar sus esfuerzos de mitigación, optimizando así la asignación de recursos y mejorando la eficiencia operativa. La priorización permite identificar qué riesgos requieren atención inmediata y cuáles pueden gestionarse a largo plazo, facilitando una respuesta más estratégica y proactiva. Además, al clasificar los riesgos según su importancia relativa, las organizaciones pueden desarrollar planes de contingencia más efectivos y mejorar su capacidad de resiliencia ante posibles amenazas. En última instancia, una priorización adecuada de riesgos contribuye a proteger los objetivos estratégicos de la organización y a mantener su ventaja competitiva en un entorno empresarial cada vez más complejo y dinámico. La ISO 31000 nos ayuda como estándar internacional que proporciona directrices y principios para la gestión de riesgos en las organizaciones, ofrece un marco general para la evaluación y tratamiento de riesgos que puede ser utilizado para su priorización. (ISO, 2018) La priorización de riesgos típicamente se realiza de la siguiente manera:

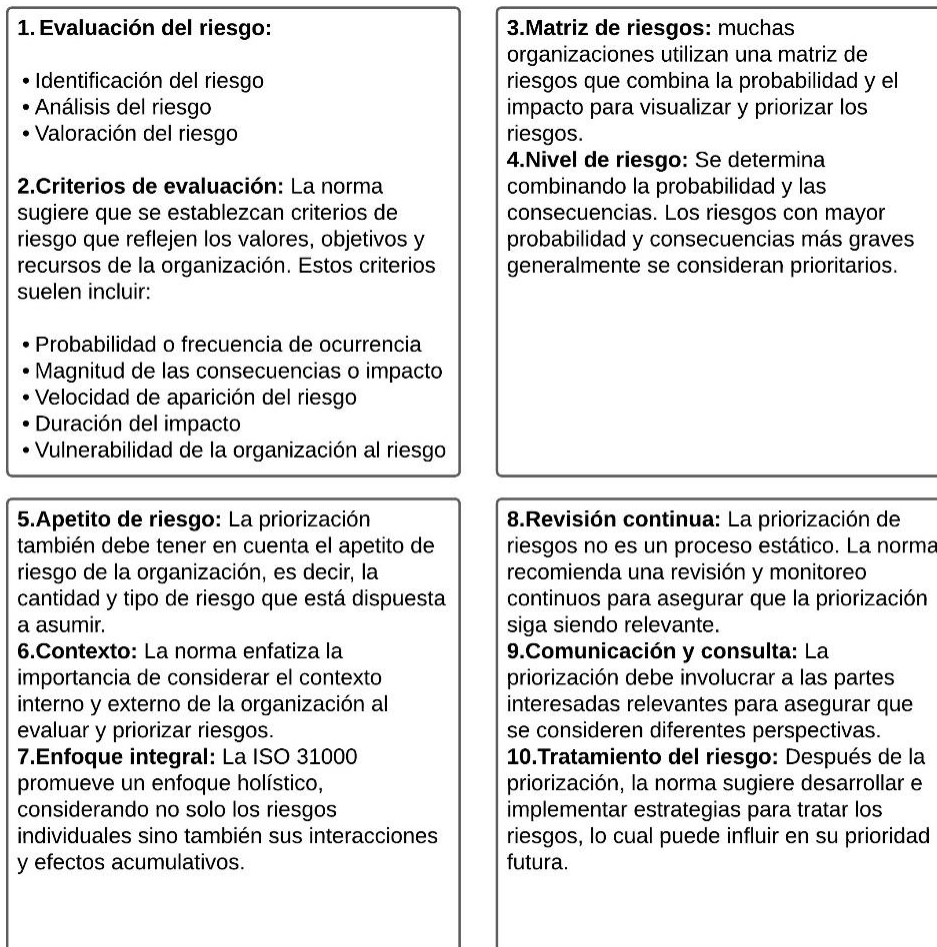


Ilustración 6. Priorización de Riesgos. Metodología (ISO, 2018)

Fuente: Elaboración propia

6.1.17. Plan de gestión de riesgos

El plan de gestión de riesgos es un plan para la dirección del proyecto el cual describe de qué forma será estructurado y se llevan a cabo las diferentes actividades de gestión de riesgos, en el que se incluye la metodología la cual define los enfoques y herramientas, roles y responsabilidades en donde se define el líder y los miembros teniendo en cuenta las responsabilidades de cada uno, presupuesto que estima la base de los recursos asignados, calendario que define cuando y con qué frecuencia se realizan los procesos, categorías de riesgo

en el cual se clasifican los riesgos según su categoría (técnico, externo, de la organización, y dirección de proyectos), definiciones de probabilidad e impacto en donde se definen los distintos niveles de cada riesgo, matriz de probabilidad e impacto la cual fue definida anteriormente, revisión de tolerancias de los interesados, formatos de los informes y finalmente un seguimiento para conocer cómo se registran las actividades y como se auditan los procesos. (Project Management Institute, 2021).

Adicional a esto, un plan de gestión de riesgos funciona como una respuesta a todos los posibles riesgos que se puedan presentar durante el desarrollo y la ejecución de los proyectos, en donde se describen aspectos como el factor de obturación del riesgo, la actividad que este podría afectar, quien o quienes son los responsables, si estos tienen las competencias necesarias para las diferentes actividades a ejecutar y finalmente se presenta una estrategia para mitigar y controlar cada posible riesgo, en el cual se deben considerar todos los escenarios posibles durante la evolución del proyecto según se activen o reactiven los riesgos, teniendo en cuenta aquellos que aún no han sido solucionados, en donde todos los riesgos pueden ir cambiando según sea su manejo. (Rosu, M. M., Rohan, R., y Juganaru, C. 2017)

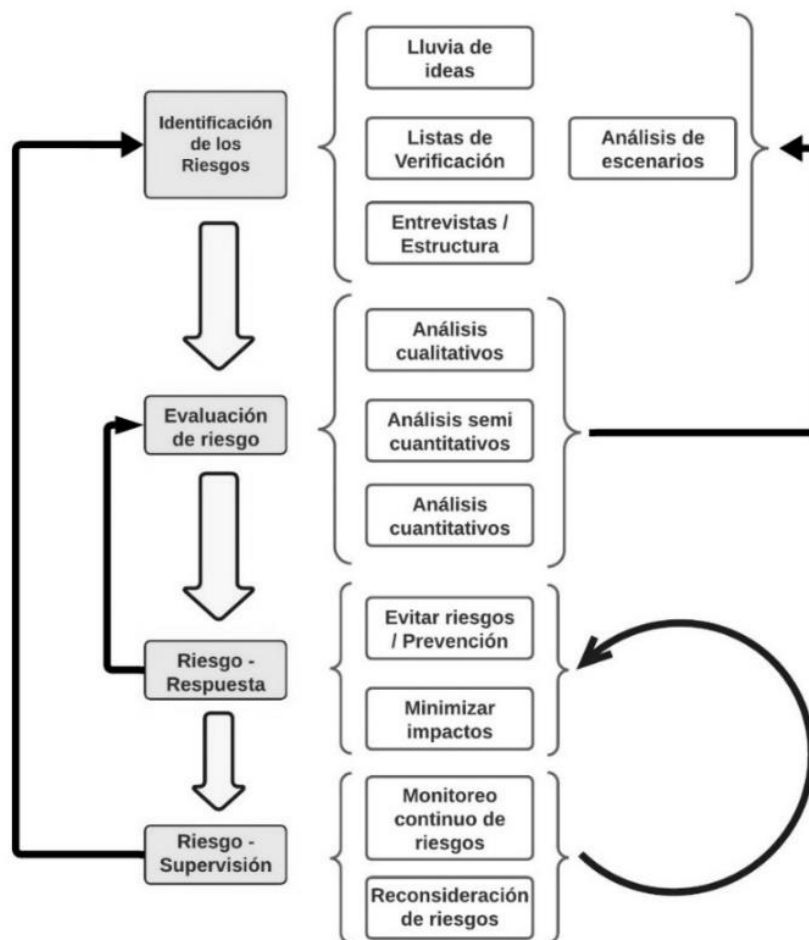


Ilustración 7 Proceso de gestión de riesgo

Fuente: Elaboración propia

6.1.18. Amenaza

Es cualquier factor, evento o circunstancia externa o interna que tiene el potencial de afectar negativamente los objetivos, la operación o la viabilidad de una organización o un proyecto. Estas amenazas pueden impactar en el rendimiento, los recursos, la reputación o la continuidad del negocio. Se identifican comúnmente durante el análisis de riesgos y pueden provenir de diversas fuentes, como cambios en el mercado, avances tecnológicos, acciones de competidores, regulaciones gubernamentales, desastres naturales o vulnerabilidades internas.

La gestión eficaz de amenazas implica su identificación temprana, evaluación y la implementación de estrategias para mitigar su impacto potencial.

Por otro lado, la ley en Colombia nos habla de que es un peligro potencial de que ocurra un evento dañino, ya sea de origen natural o provocado por la actividad humana, incluso de forma no intencional. Este evento, si llega a manifestarse con suficiente intensidad, puede resultar en pérdidas humanas, daños a la salud, destrucción de bienes y propiedades, alteración de servicios esenciales y deterioro del medio ambiente. La definición abarca tanto el peligro latente como las posibles consecuencias adversas en diversos aspectos de la sociedad y su entorno. (Ley 1523 de 2012)

El mapa de amenaza es una representación geográfica que muestra la intensidad esperada de un fenómeno potencialmente dañino en diferentes áreas. Esta herramienta permite estimar el nivel de daño que podrían sufrir los elementos expuestos en cada zona. (UNGRD, 2018). La intensidad se mide mediante parámetros específicos que varían según el tipo de fenómeno:

- **Para sismos:** Se usa la aceleración máxima del terreno o la aceleración espectral.
- **En inundaciones:** Se considera la profundidad del agua o la velocidad del flujo.
- **Para ciclones tropicales:** Se miden factores como la velocidad del viento o la altura de la marejada.

6.1.19. Peligro

Un peligro es una situación, condición o fuente que tiene el potencial de causar daño, lesiones, enfermedades, pérdidas económicas o daños al medio ambiente. Es algo que inherentemente presenta un riesgo para la seguridad, la salud o el bienestar de las personas, propiedades o el entorno. Los peligros pueden ser físicos, químicos, biológicos, ergonómicos o

psicosociales, y pueden estar presentes en diversos contextos, desde lugares de trabajo hasta entornos naturales o urbanos. A diferencia de una amenaza, que implica la posibilidad de que algo ocurra, un peligro es una condición ya existente que podría resultar en daño si no se maneja adecuadamente. La identificación y evaluación de peligros es un paso crucial en la gestión de riesgos y la prevención de accidentes o desastres. (DANE, n.d.)

6.1.20. Vulnerabilidad

La Guía Para La Administración Del Riesgo Y El Diseño De Controles En Entidades Públicas define vulnerabilidad como la debilidad del activo o un control que puede ser explotado por una o más amenazas (Función Pública, 2022) Por otro lado, la vulnerabilidad es un concepto multidimensional que se refiere a la susceptibilidad de un individuo, sistema, organización o entidad a sufrir daños, perjuicios o ser objeto de ataques debido a la presencia de debilidades o deficiencias intrínsecas o extrínsecas. Este concepto se aplica en diversos campos, desde la psicología y la sociología hasta la ciberseguridad y la gestión de riesgos. (OMS, 2003)

Existen diferentes tipos de vulnerabilidad, en donde varía el tipo de riesgo o amenaza según la susceptibilidad de la sociedad, comunidad u organización, esos tipos son:

Vulnerabilidad en individuos:

Física: Condiciones de salud, discapacidades, edad avanzada.
Emocional: Baja autoestima, traumas no resueltos, inestabilidad mental.
Social: Aislamiento, falta de apoyo familiar o comunitario.
Económica: Pobreza, desempleo, falta de recursos financieros.

Tabla 7 Vulnerabilidad en individuos

Fuente: Elaboración propia

Vulnerabilidad en sistemas y organizaciones:

Tecnológica: Fallos de seguridad en software, sistemas obsoletos.
Estructural: Deficiencias en infraestructuras, edificios mal contruidos.
Operativa: Procesos ineficientes, falta de protocolos de seguridad.
Financiera: Inestabilidad económica, falta de liquidez.

Tabla 8 Vulnerabilidad en sistemas y organizaciones

Fuente: Elaboración propia

Por último, la vulnerabilidad es un concepto complejo que requiere un enfoque holístico para su comprensión y abordaje. Identificar, analizar y mitigar las vulnerabilidades es fundamental para construir individuos, comunidades y sistemas más fuertes, seguros y resilientes, algunos puntos para tener en cuenta son:

Factores que contribuyen a la vulnerabilidad: 1. Falta de protección: Ausencia de medidas de seguridad adecuadas. 2. Exposición a riesgos: Ubicación en zonas peligrosas o propensas a desastres naturales. 3. Escasez de recursos: Limitaciones financieras, materiales o humanas. 4. Deficiencias en habilidades y conocimientos: Falta de educación o capacitación. 5. Factores socioculturales: Discriminación, marginación, desigualdad de género. 6. Cambios ambientales: Degradación del medio ambiente, cambio climático.	Importancia de abordar la vulnerabilidad: 1. Reducción de riesgos: Minimizar la probabilidad de sufrir daños o pérdidas. 2. Mejora de la resiliencia: Aumentar la capacidad de recuperación ante adversidades. 3. Fortalecimiento de la seguridad: Proteger activos, información y recursos valiosos. 4. Promoción del bienestar: Mejorar la calidad de vida de individuos y comunidades. 5. Desarrollo sostenible: Crear sistemas y estructuras más robustas y adaptables.	Estrategias para abordar la vulnerabilidad: 1. Evaluación de riesgos: Identificar y analizar las vulnerabilidades existentes. 2. Implementación de medidas preventivas: Establecer protocolos de seguridad y protección. 3. Desarrollo de capacidades: Proporcionar educación, formación y recursos necesarios. 4. Fomento de la resiliencia: Crear mecanismos de adaptación y recuperación. 5. Colaboración y cooperación: Establecer redes de apoyo y alianzas estratégicas. 6. Monitoreo continuo: Realizar evaluaciones periódicas y actualizaciones de seguridad.
---	--	--

Ilustración 8 Factores y Estrategias (PNUD, 2017)

Fuente: Elaboración propia

6.1.21. Estructura de desglose de Riesgos (RBS)

PMI (PMBOK, 2021) la da a conocer como una pirámide jerárquica, donde se ven identificados los riesgos y categorizados según su tipo. Esta estructura evalúa los riesgos basándose en tres componentes: Gestión, apropiamiento e informar.

Por otro lado, esta herramienta ayuda a describir las fuentes de los riesgos que puede afrontar un proyecto en todas sus etapas.

Proyecto	
Técnico	Requisitos, Tecnología, Complejidad e Interfaces, Rendimiento y Fiabilidad, Calidad
Externo	Subcontratistas y Proveedores, Regulatorio, Mercado, Cliente, Condiciones climáticas
De la organización	Dependencias del Proyecto, Recursos, Financiación, Priorización
Dirección de proyectos	Estimación, Planificación, Control, Comunicación

Tabla 9 Ejemplo de estructura de desglose de riesgos (PMBOK, 2021)

Fuente: Elaboración Propia

La RBS tiene distintos niveles que nos ayudan para diferentes propósitos y actores en las organizaciones encargadas de los proyectos. En niveles bajos, se usa para informes detallados y una gestión de riesgos específicos, mientras que la RBS en niveles altos, se agrupan y se resumen los riesgos para dar un informe a la alta dirección del proyecto.

Como se ha indicado en el presente documento, se debe tener en cuenta que los riesgos siempre van a estar presentes en los proyectos en ejecución, pero se debe tener en cuenta que no todos los riesgos van a ser tan severos como lo puede indicar esta estructura.

6.2. Marco Conceptual

6.2.1. Revisión Bibliográfica

Este método permite encontrar las investigaciones relacionadas con el tema que se hicieron previamente y sus análisis, también nos da un punto de partida, una base teórica y experimental, relacionar trabajos, identificar y enlazar experiencias. (Valencia López, s.f.).

Por otro lado, la revisión bibliográfica permite aproximarnos al conocimiento de un tema, siendo esta la primera etapa de la investigación y por ende la más primordial, que ayuda a poner el tema estudiado en contexto, por lo que se debe realizar un resumen conciso y lógico del conocimiento actual del tema en particular y así continuar con la investigación, contemplando la metodología, de manera que esta revisión bibliográfica se debe presentar como un análisis crítico de los estudios anteriores de una forma precisa y ordenada. (Guirao G, et al, 2015)

6.2.2. Juicio de expertos

Esta técnica ayuda a recoger datos y opiniones de personas que tienen experiencia sobre un tema en específico, nos da una validación útil para poder comprobar la fiabilidad y veracidad de las investigaciones. (Listone A. & Murray, 2002).

Por otro lado, es un juicio que se da teniendo en cuenta la experiencia de un área de aplicación, disciplina, área del conocimiento, entre otros. Se debe considerar también que los expertos estén capacitados o con conocimientos en temas de estrategia organizacional, la

gestión de beneficios, conocimientos técnicos, área de especialización o identificación de riesgos para realizar un juicio adecuado en la investigación correspondiente. (PMBOK - 7° Edición)

6.2.3. Matriz de probabilidad e impacto

Mediante una matriz de probabilidad e impacto se relacionan las probabilidades de ocurrencia de cada uno de los riesgos con el impacto que estos tienen sobre los proyectos. Es la herramienta más apropiada para determinar la priorización de los riesgos teniendo en cuenta las implicaciones que estos tienen para lograr los objetivos. Considerando que se pueden calificar con una importancia alta, moderada o baja. (Project Management Institute, 2021)

La matriz de probabilidad e impacto especifica las combinaciones de probabilidad e impacto que hacen que los riesgos sean divididos en grupos de prioridad, teniendo en cuenta la repercusión de cada uno de estos sobre los objetivos del proyecto, para esta matriz se usan generalmente términos como muy alto, alto, medio, bajo o muy bajo según corresponda para cada riesgo, como se muestra a continuación en la ilustración 7 (PMBOK - 7° Edición)

		Impacto				
		Minimo	Moderado	Significativo	Mayor	Severo
Probabilidad	Frecuente	Medio	Alto	Extremo	Extremo	Extremo
	Recurrente	Medio	Medio	Alto	Extremo	Extremo
	Posible	Bajo	Medio	Medio	Alto	Extremo
	Imposible	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
	Remota	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio

Tabla 10 Matriz de probabilidad e impacto

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, se debe caracterizar el riesgo, del cual se clasifican en muy bajo, bajo medio, alto y finalmente extremo como se muestra en la tabla 11 y así determinar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos.

Categoría
Muy bajo
Bajo
Medio
Alto
Extremo

Tabla 11 Categorización del riesgo en la matriz de probabilidad e impacto.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, para los niveles de impacto de los riesgos se establece una escala del 1 al 5, indicados en la tabla 12 donde:

- 1: Mínimo
- 2: Moderado
- 3: Significativo
- 4: Mayor
- 5: Severo

Por otro lado, se clasifica la probabilidad en una escala del 1 al 5 indicados en la tabla 12, donde:

- 5: Frecuente
- 4: Recurrente
- 3: Posible

- 2: Imposible
- 1: Remota

			Impacto				
			Minimo	Moderado	Significativo	Mayor	Severo
			1	2	3	4	5
Probabilidad	Frecuente	5	5	10	15	20	25
	Recurrente	4	4	8	12	16	20
	Posible	3	3	6	9	12	15
	Imposible	2	2	4	6	8	10
	Remota	1	1	2	3	4	5

Tabla 12 Niveles de impacto y probabilidad Matriz de probabilidad e impacto

Fuente: Elaboración propia

6.2.3.1. Probabilidad

Es la posibilidad con la que un riesgo podría ocurrir en cualquier instancia de un proyecto. Es un punto clave evaluar el nivel o magnitud de amenaza que un riesgo representa, ya que esta junto al impacto determina que tan critico puede ser el riesgo. Por otro lado, la probabilidad también es la medida de la posibilidad de que un evento de riesgo suceda durante la ejecución de un proyecto. Combinada con el impacto, ayuda a categorizar y priorizar los riesgos, para poder planificar estrategias de mitigación o respuesta. (PMBOK, 2021)

6.2.3.2. Impacto

El impacto se refiere a cuán graves podrían ser las consecuencias si un riesgo identificado llegara a ocurrir en un proyecto. Cuando se manejan los riesgos, no solo se considera qué tan

probable es que algo suceda, sino también qué tan fuerte sería el golpe si ocurriera. Esto ayuda a entender qué tan serio es cada riesgo y a decidir cuáles necesitan más atención.

Los efectos de un riesgo pueden sentirse de diferentes maneras en un proyecto. Podría afectar cuánto dinero se gasta, cuánto tiempo toma completar las tareas, qué tan bueno es el resultado final, hasta dónde llega el proyecto, o incluso otros aspectos esenciales que no se hayan considerado inicialmente. (PMBOK, 2021)

Para analizar la matriz de probabilidad e impacto se necesita buscar que tan crítico es el riesgo y cómo se prioriza, como lo indica la siguiente formula:

$$Riesgo = Amenaza(Impacto) \times Vulnerabilidad(Probabilidad)$$

La amenaza representa un evento o condición adversa que puede afectar al proyecto o sistema, mientras que el impacto se refiere a la magnitud de las consecuencias si dicha amenaza se materializa. La vulnerabilidad, por otro lado, mide la probabilidad de que esa amenaza ocurra. Al multiplicar el impacto por la probabilidad, se obtiene el nivel de riesgo, que indica la criticidad de la situación. Cuanto mayor sea este valor, más urgente será la necesidad de mitigar el riesgo, ya que indica una mayor exposición a un evento negativo en los proyectos. Esto permite priorizar los riesgos que requieren atención inmediata en el sistema de gestión de riesgos.

6.3. Marco Legal

6.3.1. Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente (NSR 10)

Mediante el decreto 1400 de 1984 se expide la primera normativa en Colombia de construcción sismorresistente, posterior a la tragedia de Popayán en 1983, con el objetivo de reducir el riesgo de pérdidas de vidas, defender el patrimonio del Estado y de los ciudadanos.

Por otro lado, las edificaciones deben ser capaces de resistir las fuerzas de su uso y sismos de cualquier intensidad, también, se establecen los requisitos mínimos para el diseño de elementos estructurales y no estructurales. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

Por lo cual, todas las edificaciones en Colombia deben desarrollarse en cumplimiento de la NSR-10 cumpliendo con todos los requisitos mínimos de cálculo estructural y demás, garantizando así calidad y seguridad en las edificaciones para lograr prevenir, disminuir o evitar los daños que se puedan presentar durante un sismo.

6.3.2. Normas Técnicas Colombianas (NTC)

El Instituto Colombiano de Normas técnicas y Certificación (ICONTEC) es el organismo encargado de realizar las Normas Técnicas Colombianas en donde se establecen los requisitos y especificaciones con el fin de garantizar los estándares de calidad, seguridad y sostenibilidad en los proyectos de construcción, por otro lado, las NTC tienen alcance en el diseño y planificación, especifican los requisitos técnicos de calidad de materiales, la seguridad estructural para lograr resistir las cargas, la sostenibilidad promoviendo prácticas que disminuyan el impacto ambiental, y siguiendo un control de calidad en donde se cumplan con las diferentes normas técnicas. (ICONTEC, s.f)

6.3.2.1. NTC 4114

La Norma Técnica Colombiana NTC 4114 establece requisitos y lineamientos para la elaboración de programas de seguridad y salud en el trabajo a tener en cuenta antes, durante y después de las inspecciones, por otro lado, la NTC-ISO 31000 adopta la ISO 31000 de gestión de riesgos, ayuda a las organizaciones a integrar la gestión del riesgo en todas las actividades y funciones principales, ayudando a que sea una gestión proactiva para entender la importancia de identificar, analizar, monitorear y tratar el riesgo en cada una de las etapas para identificar las debilidades y demás, durante todo el proceso. (ICONTEC,1997)

6.3.3. Ley 80 de 1993

La ley 80 de 1993 tiene como objeto establecer las reglas y principios de los contratos de las entidades estatales tales como la Nación, las regiones, municipios, provincias, Distrito Capital, áreas metropolitanas, municipios, territorios indígenas, entre otros. Por otro lado, las entidades deben cumplir con los fines estatales, continua y eficiente prestación de servicios públicos y cumplir con la efectividad de los derechos e intereses de los administradores. Esta ley también es conocida como el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública en Colombia. (Función pública, 1993)

6.3.4. Ley 87 de 1993

La ley 87 de 1993 establece las normas para el control interno en las entidades y organismos del estado, consultando primordialmente los principios de igualdad, moralidad, económica, imparcialidad, entre otros, para que su ejercicio sea intrínseco para el adecuado desarrollo de las funciones de todos los cargos. Por otro lado, tienen como objeto proteger los recursos de la organización, una adecuada administración, garantizar una eficacia, eficiencia, y economía en las operaciones, define y aplica medidas para prevenir riesgos, detectarlos y corregirlos que pueden llegar a afectar el logro de los objetivos. (Función pública, 1993)

6.3.5. Decreto 1347 de 2021

Mediante el decreto 1347 de 2021 se establece que todas las entidades deben tener un Sistema de la Seguridad y Salud en el Trabajo y así incrementar los niveles de seguridad en las instalaciones para proteger los trabajadores, la población, el ambiente y la infraestructura mediante la gestión del riesgo, identificando, evaluando, minimizando los riesgos que se puedan llegar a presentar. (Función pública, 2021)

6.3.6. Ley 1562 de 2012

La ley 1562 de 2012 la cual tiene el objetivo de modificar el sistema de riesgos laborales buscando prevenir y mitigar los riesgos laborales promoviendo un entorno seguro y saludable para todos los trabajadores en el cual los empleadores están obligados a informar a sus trabajadores y aspirantes los riesgos a los que puedan estar expuestos en la ejecución de su labor (Ministerio de Trabajo, 2012)

6.3.7. Decreto 1072 de 2015

El decreto 1072 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo) regula aspectos relacionados con seguridad y salud en el trabajo, por el cual se establecen obligaciones para los empleadores y trabajadores para prevenir los riesgos laborales, también, la resolución 1409 de 2012 del ministerio de trabajo establece los requisitos mínimos de seguridad y salud en el trabajo contra las caídas específicamente. (Función pública, 2015)

6.3.8. Guía de Gestión del Departamento Administrativo de Función Pública (DAFP)

Mediante esta guía se dirige, planea, se hace seguimiento, evalúa y controla las actividades de las entidades públicas, esta guía proporciona un paso a paso para la gestión de riesgos que ayuda y facilita el seguimiento de los mismos por parte de los líderes, por otro lado, esta metodología ayuda a gestionar efectivamente los recursos, bienes e intereses públicos mitigando todos los posibles riesgos, finalmente se indican temas de opciones de tratamientos de riesgos para tomar decisiones adecuadas y así determinar la efectividad de la gestión de riesgos. (Función Pública, 2022)

En el paso 1 de la guía llamado política de administración del riesgo se determinan los lineamientos para la elaboración teniendo en cuenta el esquema de líneas defensa por lo cual se convierte en un paso esencial y primordial en la alta dirección de las entidades y es la base

para la gestión de riesgos en todos los niveles organizacionales, posteriormente en el paso 2 llamado identificación del riesgo, se analiza de raíz la causa del riesgo, y se generan diferentes premisas para evitar errores teniendo en cuenta los factores de riesgo y su respectiva relación con las tipologías de riesgo, finalmente el paso 3 llamado valoración de riesgo se genera un análisis de probabilidad e impacto teniendo en cuenta su nivel de severidad según su factor económico y reputacional y en cual entorno se desenvuelve la entidad pública del país. (Función Pública, 2022)

7. Metodología

Un plan de gestión de riesgo en la construcción de proyectos se puede realizar teniendo en cuenta un estudio de caso, se plantea la siguiente metodología para dar cumplimiento a los objetivos del trabajo.

El primer objetivo, para realizar la revisión técnica de la gestión de proyectos se realizará una búsqueda en la bibliografía existente para determinar y tipificar cada uno de los riesgos aplicados a la construcción de viviendas.

En el segundo objetivo, se definen dos metodologías para analizar los factores de riesgo teniendo en cuenta la literatura consultada, se compararán cada metodología para determinar cuál es la más idónea y aplicable para obtener mejores resultados.

Considerando el tercer objetivo, se selecciona una metodología una vez sean identificados los riesgos, y así, proceder al cuarto objetivo en donde se aplicará la metodología para determinar el grado de impacto de cada uno de los riesgos mediante un juicio de expertos.

En el quinto objetivo, se categorizarán los riesgos identificados previamente para clasificarlos según su probabilidad de ocurrencia, posteriormente, para el sexto objetivo se desarrollará una matriz de probabilidad e impacto para visualizar correctamente los riesgos y así mismo priorizarlos, para facilitar la toma de decisiones y asignar recursos a cada uno para su mitigación.

Finalmente se realizarán las recomendaciones necesarias para la gestión y mitigación de los riesgos basados en los resultados obtenidos durante el transcurso de la investigación buscando mejorar las prácticas en la industria de la construcción.

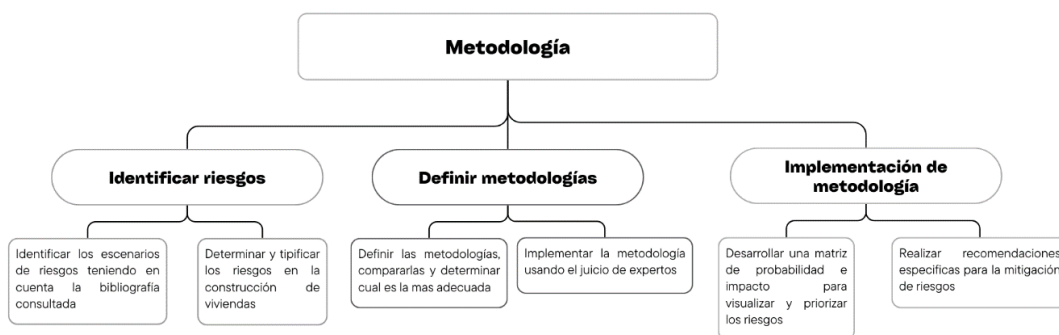


Ilustración 9. Metodología.

Fuente: Elaboración propia

Además de la revisión bibliográfica y el juicio de expertos, se desarrolló un enfoque mixto que combina tanto herramientas cualitativas como cuantitativas para garantizar un análisis completo de los riesgos. En la fase cualitativa, se estructuro y realizó entrevistas con profesionales en gestión de riesgos y construcción, lo que permitió obtener una visión más profunda más global de los riesgos a los que se ve enfrentado el proyecto. Posteriormente, se aplicó una matriz de probabilidad e impacto, la cual permitió evaluar y priorizar los riesgos identificados en función de su severidad y probabilidad de ocurrencia.

8. Juicio de expertos

En el presente trabajo se cuenta con la participación de un grupo de expertos seleccionados de diferentes áreas de trabajo, con el fin de aportar su previo conocimiento y experiencia en la ingeniería civil. Cada uno de ellos posee una trayectoria destacada en el respectivo campo de trabajo de cada uno, lo que garantiza una profunda y fundamentada evaluación del objeto de estudio.

El propósito de esta entrevista de juicio de expertos es obtener una visión técnica y objetiva desde los diferentes puntos de vista, basados en la experiencia de cada uno de estos profesionales, y así enriquecer el análisis para una adecuada toma de decisiones dentro de la priorización de riesgos del Museo de Memoria Histórica de Bogotá, por otro lado, la diversidad de los profesionales seleccionados asegura un enfoque multidisciplinario que cubre diferentes aspectos de estudio.

A continuación, se presentan uno a uno los profesionales seleccionados, que colaboraron en el proceso junto a una breve reseña de su formación académica y experiencia profesional.

Nombre experto	Formación académica	Años de experiencia	Área de trabajo	Experiencia
Nicolas Torres	Ingeniero civil de la Universidad Santo Tomas, especialista en gerencia de proyectos de la Universidad del Rosario, especialista en construcción sostenible del Colegio Mayor de Cundinamarca, magister en gestion y evaluacion de proyectos de inversión de la Univeridad Externado de Colombia	12 años	Construcción de obras civiles y actualmente es dueño de una constructora	Supervisor contratos IDU, gerente de constructora ICMEC, docente universitario de la Universidad Santo Tomas (maquinaria y procedimientos constructivos)
Juan Carlos Castro	Ingeniero civil y Doctor en ingeniería sísmica y dinámica estructural de la universidad Politécnica de Cataluña	Ingeniero civil 20 años y doctor 14 años de experiencia	Construcción y montaje de puentes, sistemas de disipación de energía y docente universitario	lizado de estructuras metalicas, fundaciones, docente
Alison Gómez	Ingeniera civil	3 años	Laboratorio de control de materiales	Control de calidad de materiales de construcción y auxiliar de calidad (ingeniero de investigación y desarrollo)
Felipe Riaño	Ingeniero civil	22 años	Supervisión de obra, comité tecnico de obras privadas y publicas, docencia en proyectos, miembro de comité técnico y licitaciones	Supervisión de obra, comité tecnico de obras privadas y publicas, docencia en proyectos, miembro de comité técnico y licitaciones
Angela Alvarez	Ingeniería civil, magister en ingeniería geotecnia de la Universidad Nacional de Colombia	15 años	Consultoría en geotecnia y pavimentos y docencia	Consultoria para diseño de cimentaciones superficiales y profundas, diseño de pavimentos viales y aeroportuarios, analisis de estabilidad de taludes
Alejandro Reatigui	Ingeniero Ambiental	10 años	Ingeniero Ambiental en la alcaldía de Funza, Cundinamarca	Consultoría en el manejo de recursos e innovación en la utilización de materiales renovables, logística ambiental en proyectos de construcción y urbanismo

Tabla 13 Entrevista a expertos

Fuente: Elaboración propia

La colaboración con los expertos es fundamental para mejorar el análisis de la identificación, evaluación y priorización de riesgos, su experiencia y conocimiento permiten tener una visión y un enfoque más integral y profundo del objeto de estudio del presente trabajo, lo que contribuye a tomar decisiones más asertivamente.

La encuesta de juicio de expertos se compone de tres preguntas y 5 riesgos que consideran los expertos se pueden presentar durante la ejecución de una obra de construcción, basados en la experiencia y el área de trabajo de cada uno de los profesionales.

Las encuestas fueron realizadas de manera virtual y presencial, en donde se daba un breve contexto del Museo de Memoria Histórica y del presente trabajo de grado, para

posteriormente realizar las preguntas y según la experiencia de cada uno de los profesionales nos brindan algunos posibles riesgos que se pueden presentar durante la ejecución de una obra de construcción, en este caso según el objeto de estudio que es el Museo de Memoria Histórica. También se les solicito a los expertos diferentes formas en las que se pueden mitigar estos riesgos y cuáles son las consecuencias de que estos se materialicen.

Teniendo en cuenta lo anterior se identificaron 25 riesgos, de los cuales 2 tienen similitud entre ellos por lo tanto se estableció una lista con 24 riesgos para realizar su respectivo análisis y priorización. Finalmente, en los anexos se presentan la entrevista con sus respectivas respuestas de cada uno de los expertos entrevistados.

9. Matriz de probabilidad e impacto

La matriz de probabilidad e impacto es una herramienta clave en la gestión de riesgos debido a que permite identificar, evaluar y priorizar los riesgos que se pueden presentar en la construcción del Museo de Memoria Histórica de Bogotá, debido a que esto nos permite clasificar los riesgos según su probabilidad de ocurrencia y el impacto que tienen si se materializan.

Algunos riesgos generan impactos mayores debido a su naturaleza crítica dentro de los proyectos, como lo son los riesgos estructurales, financieros o legales, por lo que se puede afectar directamente la seguridad, costos o cumplimiento normativo, lo que obliga a detener el proyecto o realizar ajustes. También, los riesgos que pueden llegar a impactar actividades significativas se llegan a generar efectos que tienen consecuencias en el cronograma general o en el presupuesto de manera acumulativa, por otro lado, los riesgos que no se detectan a tiempo, tienen a generar un mayor impacto y se encuentran soluciones limitadas y costosas.

Para mitigar los riesgos, se debe realizar una identificación temprana y un análisis profundo, junto con la creación de planes de contingencia donde se incluyan fondos y márgenes de tiempo adicionales, por lo cual la contratación de expertos y un monitoreo constante del proyecto permite detectar los riesgos antes de que se materialicen y ajustar todas las estrategias de mitigación previamente identificadas.

Teniendo en cuenta los parámetros establecidos previamente en donde, la probabilidad se clasifica como remota, imposible, posible, recurrente o frecuente, y el impacto se clasifica como mínimo, moderado, significativo, mayor o severo en una escala del uno (1) al cinco (5). Como se indica en la tabla 14.

			Impacto				
			Mínimo	Moderado	Significativo	Mayor	Severo
			1	2	3	4	5
Probabilidad	Frecuente	5	5	10	15	20	25
	Recurrente	4	4	8	12	16	20
	Posible	3	3	6	9	12	15
	Imposible	2	2	4	6	8	10
	Remota	1	1	2	3	4	5

Tabla 14 Matriz de probabilidad e impacto, Valoración de riesgos

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la guía para la identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles, la evaluación de riesgos es el proceso de la probabilidad de que ocurran eventos específicos y la magnitud de sus consecuencias, por lo que define la siguiente ecuación:

$$NR = NP \times NC$$

Donde,

NR: Nivel de riesgo

NP: Nivel de probabilidad

NC: Nivel de consecuencia

(Ministerio de Salud y Protección Social, 2022)

Para efectos prácticos y teniendo en cuenta lo anterior, en el presente trabajo para determinar la valoración de los riesgos en la matriz se utiliza la siguiente ecuación:

$$\textit{Valoración del riesgo} = \textit{Probabilidad} \times \textit{Impacto}$$

Considerando la ecuación anterior se determinan los valores de riesgo como se indica en la tabla 15 donde nos da una matriz de 5x5 donde el riesgo más bajo tendrá un valor de 1 y el más alto tendrá un valor de 25. Por otro lado, para el nivel del riesgo se tiene lo siguiente, como se indica en la tabla 15.

- Muy bajo cuando la valoración es 1 a 2.
- Bajo cuando la valoración es 3 a 4.
- Medio cuando la valoración es 5 a 9.
- Alto cuando la valoración es 10 a 12.
- Extremo cuando la valoración es 13 a 25.

Nivel de riesgo	Color	Valoración
Riesgo muy bajo		≤ 2
Riesgo bajo		≤ 4
Riesgo medio		≤ 9
Riesgo alto		≤ 12
Riesgo extremo		≤ 25

Tabla 15 Valoración de riesgos.

Fuente: Elaboración propia.

9.1. Ejemplo de operación

El riesgo 10, riesgo de diseño, en donde se presentan errores en el diseño, donde tiene una probabilidad de 4 (probabilidad recurrente) y un impacto de 5 (impacto severo), el resultado que se obtiene sería el siguiente:

$$\text{Valoración del riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Impacto}$$

$$\text{Valoración del riesgo} = 4 \times 5 = 20$$

Por lo tanto, el número 20 representa la valoración del riesgo donde se determina el nivel del riesgo e identificar cuáles son los riesgos que se deben priorizar, en este caso tiene un nivel de riesgo extremo y se debe priorizar este riesgo.

9.2. Formato matriz de probabilidad e impacto

A continuación, una vez establecidos todos los parámetros de la matriz de probabilidad e impacto se define el formato a usar para evaluar los riesgos teniendo en cuenta tipo de riesgo, nombre que se le da al riesgo, una breve descripción del riesgo, las consecuencias si se materializa, quien o quienes son los responsables, en que etapa del proyecto se puede materializar, cual es el valor y la categoría de probabilidad e impacto, finalmente el resultado de

la ecuación en donde se valorizan los riesgos y se determina el nivel de cada uno de los riesgos, donde pueden ser muy bajo, bajo, medio, alto o extremo como se indica en la tabla 16.

Matriz de probabilidad e impacto												
No.	Tipo de riesgo	Nombre del riesgo	Descripción	Consecuencias al materializarse	Responsable	Etapas en que se materializa	Probabilidad		Impacto		Valoración del riesgo	Nivel de riesgo
							Valor		Valor			
Número de riesgo	¿Qué tipo de riesgo es? (político, de cronograma, financiero, etc)	¿Qué nombre se le da al riesgo?	Descripción breve del riesgo, teniendo en cuenta sus causas	Descripción breve de las posibles consecuencias que tiene cada riesgo si se llega a materializar	¿Quién o quienes son los responsables?	¿En qué etapas del proyecto se materializa este riesgo?	Teniendo en cuenta la escala del 1 al 5 ¿Qué probabilidad tiene el riesgo?	Probabilidad remota, imposible, posible, recurrente o frecuente	Teniendo en cuenta la escala del 1 al 5 ¿Qué impacto tiene el riesgo?	Impacto mínimo, moderado, significativo, mayor o severo	Resultado de la multiplicación de la probabilidad y el impacto	Riesgo muy bajo, bajo, medio, alto o extremo

Tabla 16 Formato de matriz de probabilidad e impacto.

Fuente: Elaboración propia.

9.3. Resultado matriz de probabilidad e impacto

A continuación, se presenta la matriz de probabilidad e impacto teniendo en cuenta la tabla 16 desarrollada, donde se indica una breve descripción y consecuencias de los riesgos, la valoración y el nivel de cada riesgo, entre otros.

Matriz de probabilidad e impacto												
No.	Tipo de riesgo	Nombre del riesgo	Descripción	Consecuencias al materializarse	Responsable	Etapa en que se materializa	Probabilidad		Impacto		Valoración del riesgo	Nivel de riesgo
							Valor	Nivel	Valor	Nivel		
R1	Riesgo político	Cambios de administración gubernamental	Cuando se presenta un cambio de administración gubernamental, los proyectos de orden público se ven afectados debido a que la asignación de recursos financieros dependerá de la administración vigente, algunas administraciones no muestran su interés en el componente social de los proyectos	Si se presenta un cambio de administración gubernamental influye directamente en un aumento de costos debido a la necesidad de extender contratos, personal, equipos, cambio de costos en materiales o servicios, se pueden desviar los objetivos ya que la administración puede no compartir los intereses sociales del proyecto y los recursos se redirijan hacia otros fines, lo que genera finalmente un retraso parcial o total en la ejecución del proyecto.	Contratista, entidad y ministerio de hacienda	Cualquier etapa del proyecto	2	Imposible	5	Severo	10	Alto
R2	Riesgo financiero	Variación de la Tasa Representativa del Mercado (TRM)	Este riesgo se presenta por la Tasa Representativa del Mercado (TRM) la cual es la cantidad de pesos colombianos por un dólar de Estados Unidos, por lo que al variar esta tasa puede aumentar significativamente los costos de los materiales en gran cantidad que se compran en el exterior	Al presentarse una fluctuación en la TRM tiene un impacto directo en los costos, financiación y planificación de los proyectos de construcción que involucren transacciones en moneda extranjera.	Contratista y proveedor	Etapa inicial del proyecto	3	Posible	3	Significativo	9	Medio
R3	Riesgo de cronograma	Mala selección de subcontratistas	El retraso del cronograma debido a la mala selección de los subcontratistas afecta la gestión del tiempo y la calidad del proyecto, debido a que los subcontratistas no cuentan con la suficiente experiencia, capacidades técnicas, recursos, solvencia económica para cumplir con los plazos requeridos.	El riesgo del cronograma influye directamente en el incumplimiento de los plazos establecidos debido a capacidad técnica o de recursos, reprocesos y baja calidad, en donde se aumentaría los costos por contratar nuevos subcontratistas o corregir los problemas y finalmente comprometer la calidad final del proyecto o por penalizaciones contractuales	Gerente del proyecto	Se puede materializar durante todo el proyecto	2	Imposible	4	Mayor	8	Medio
R4	Riesgo legal	Interacción con otras entidades	Cuando se demoran los trámites con las entidades gubernamentales o reguladoras, como la aprobación de planes de manejo de tráfico (PMT), licencias y demás permisos, se genera un impacto significativo en el cronograma y el costo del proyecto, debido a retrasos en actividades críticas como excavaciones, cierres viales, movilización de equipos, entre otros	Si este riesgo se presenta en la ejecución de un proyecto se retrasa principalmente el cronograma general ya que estos plazos previstos se alargan, afectando la fecha de finalización y generando sobrecostos que afectan la viabilidad de cada proyecto, algunas actividades que dependen de permisos específicos no se pueden realizar y afectan la eficiencia de la obra.	Gerente de proyecto	Se puede materializar durante todo el proyecto	4	Recurrente	2	Moderado	8	Medio

Matriz de probabilidad e impacto												
No.	Tipo de riesgo	Nombre del riesgo	Descripción	Consecuencias al materializarse	Responsable	Etapas en que se materializa	Probabilidad		Impacto		Valoración del riesgo	Nivel de riesgo
							Valor	Nivel	Valor	Nivel		
R5	Riesgo de cronograma	Desabastecimiento de materiales	El riesgo por falta de disponibilidad de materiales afecta la ejecución del proyecto debido a retrasos en cronograma, aumento de costos, o un búsqueda de materiales alternativos y así mismo comprometer la calidad de la construcción.	Al presentarse riesgos por disponibilidad de materiales, se aplazan las fases constructivas, incumplimiento de plazos contractuales, aumento de precios debido a oferta y demanda, costos adicionales por la necesidad de proveedores alternativos. También, impacta el impacto de la calidad de la construcción, tiempos muertos en la obra donde el equipo y la mano de obra estarán inactivos, sanciones contractuales, afectaciones en estándares ambientales o normativos según corresponda.	Gerente del proyecto	Se puede materializar durante todo el proyecto	1	Remota	5	Severo	5	Medio
R6	Riesgo de calidad	Homogeneidad en las constantes mecánicas del concreto	El concreto debe ser uniformemente heterogéneo y esto dependerá de calcular correctamente las cantidades exactas del diseño del hormigón, por lo cual este riesgo se refiere a la variabilidad en las propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión, lo que genera un desempeño desigual, zonas más débiles que otras, lo que afecta directamente la integridad estructural, durabilidad y la seguridad de las estructuras.	Si se presenta este riesgo de la falta de homogeneidad en las constantes mecánicas del hormigón, se pueden llegar a presentar fallos estructurales, reducción de resistencia y durabilidad de la estructura, pueden aparecer fisuras, deformaciones, por lo cual se generan costos adicionales por reparaciones o correcciones adicionales, lo que finalmente compromete la seguridad de la construcción y el cumplimiento de las normativas vigentes.	Concretera y residente de obra	Se materializa cuando se funde el concreto	5	Frecuente	3	Significativo	15	Extremo
R7	Riesgo de calidad	Mano de obra no calificada para la ejecución de la obra	La falta de mano de obra calificada en la ejecución de proyectos conlleva a baja calidad en el trabajo, retrasos en el cronograma, mayor probabilidad de errores, lo que resultaría en reprocesos, aumento de costos, incumplimiento de estándares técnicos, problemas de seguridad, finalmente afecta la eficiencia y rendimiento de todo el proyecto.	Al presentarse este riesgo, se llegan a presentar retrasos significativos, sobre costos, deficiencias en la calidad, pérdidas de resistencia en la estructura, mayor riesgo de accidentes laborales, comprometiendo la seguridad de la obra y puede llegar a generar sanciones contractuales	Residente de obra	Se materializa cuando se arma el acero	4	Recurrente	4	Mayor	16	Extremo
R8	Riesgo de Calidad	Materiales y Proveedores	El riesgo de calidad en proyectos de construcción se refieren a la posibilidad de que el resultado final no cumpla con los estándares, especificaciones o expectativas establecidas. Estos riesgos pueden surgir debido a materiales defectuosos, mano de obra poco calificada, diseños inadecuados o falta de supervisión adecuada durante la ejecución del proyecto.	Estos riesgos resultan en defectos estructurales, problemas de seguridad, incumplimiento de normativas y reglamentos, o insatisfacción del cliente. También pueden incluir costos adicionales para reparaciones, retrasos en la entrega del proyecto, daños a la reputación de la empresa constructora y posibles litigios legales.	Supervisor de obra Proveedor de materiales	Se materializa durante la etapa constructiva	3	Posible	4	Mayor	12	Alto

Matriz de probabilidad e impacto												
No.	Tipo de riesgo	Nombre del riesgo	Descripción	Consecuencias al materializarse	Responsable	Etapas en que se materializa	Probabilidad		Impacto		Valoración del riesgo	Nivel de riesgo
							Valor	Nivel	Valor	Nivel		
R9	Riesgo Legal	Incumplimientos contractuales	Se refiere a las posibles complicaciones jurídicas que pueden surgir durante la ejecución o después de la finalización de una obra. Estos riesgos pueden incluir incumplimientos contractuales, disputas laborales, violaciones de normativas de seguridad o medioambientales, y problemas de responsabilidad civil.	Demandas, multas, sanciones, paralización de obras, o incluso la cancelación del proyecto. Además, pueden generar costos adicionales significativos, dañar la reputación de la empresa y afectar negativamente futuras oportunidades de negocio.	Gerente del proyecto	Antes y durante la ejecución del proyecto (planeación y ejecución).	3	Posible	5	Severo	15	Extremo
R10	Riesgo de diseño	Errores de diseño	El riesgo de diseño en proyectos de construcción se refieren a los problemas que pueden surgir debido a errores, omisiones o deficiencias en la fase de planificación y diseño de la obra. Estos pueden incluir cálculos incorrectos, especificaciones inadecuadas, falta de consideración de condiciones del sitio, o incompatibilidades entre diferentes elementos del diseño, incumpliendo la normativa.	Fallos estructurales, problemas de funcionalidad, incumplimiento de normativas, sobrecostos por modificaciones necesarias durante la construcción, y retrasos significativos en la ejecución del proyecto.	Ingeniero Jefe del equipo de diseño Ingenieros consultores del proyecto. Supervisor de revisión técnica	Durante la fase de diseño y planificación, pero también puede afectar la fase de ejecución	4	Recurrente	5	Severo	20	Extremo
R11	Riesgo financiero	Presupuesto, tipo de contrato, Divisas	Estos riesgos se originan por factores como la volatilidad en los precios de materiales, fluctuaciones en las tasas de interés, imprevistos en la ejecución, retrasos, incumplimientos contractuales y factores externos como desastres naturales o crisis económicas. Además, la posibilidad de que los clientes no paguen a tiempo o la falta de liquidez para cubrir los costos operativos son riesgos inherentes a este tipo de proyectos. Para mitigar estos riesgos, es fundamental realizar una planificación financiera detallada, seleccionar cuidadosamente a los proveedores, contar con contratos sólidos y establecer mecanismos de control y seguimiento del presupuesto.	La materialización de riesgos financieros en un proyecto de construcción puede resultar en sobrecostos, retrasos en la entrega, disminución de la calidad, disputas legales, incumplimiento de contratos e incluso la quiebra de la empresa constructora.	Director de proyecto y área comercial	Desde la planificación hasta la finalización y, en algunos casos, incluso después.	4	Recurrente	4	Mayor	16	Extremo
R12	Riesgo técnico	Maquinaria y Equipos	Se deriva de la utilización de maquinaria y equipos en la construcción no apta. Incluyen fallas mecánicas, averías, mal funcionamiento, desgaste prematuro, accidentes durante su operación, así como la inadecuada selección o mantenimiento de los equipos. Estos riesgos pueden afectar la productividad, la seguridad y la calidad de la obra, generando retrasos y sobrecostos.	Accidentes laborales, daños a la propiedad, retrasos en la ejecución del proyecto, disminución de la calidad de la obra, aumento de los costos de reparación y mantenimiento, e incluso la paralización temporal o definitiva de las actividades constructivas.	Ingenieros de campo y Supervisores de maquinaria y equipos	Durante las etapas de ejecución y puesta en marcha, cuando la maquinaria y los equipos están en pleno funcionamiento.	3	Posible	3	Significativo	9	Medio
R13	Riesgo de calidad	Incumplimiento de la norma	Se refiere a la posibilidad de que los trabajos realizados no cumplan con los estándares de calidad establecidos, ya sea por los diseños, los materiales utilizados, la mano de obra o los procesos constructivos. Esto puede manifestarse en una variedad de formas, desde defectos menores hasta fallas estructurales graves que comprometen la seguridad y durabilidad de la obra.	Defectos estructurales que comprometen la seguridad, reducción de la vida útil de la obra, insatisfacción del cliente, costos adicionales por reparaciones y re-ejecuciones, multas y sanciones por incumplimiento de normativas, y daños a la reputación de la empresa constructora.	Jefe de calidad / Residente de obra	Durante las etapas de diseño, selección de materiales, ejecución de los trabajos y recepción final de la obra	3	Posible	4	Mayor	12	Alto
R14	Riesgo de cronograma	Atraso de obra	Es la probabilidad de que un proyecto de construcción se retrase y no se complete dentro del plazo establecido. Estos retrasos pueden ser causados por una variedad de factores, como condiciones climáticas adversas, escasez de materiales, problemas laborales, cambios en el diseño, imprevistos técnicos, o una mala gestión del proyecto.	Incremento de costos por horas extras y alquiler de equipos, pérdidas económicas por penalizaciones contractuales o disminución de ingresos, impacto en proyectos subsiguientes, deterioro de la reputación de la empresa constructora y problemas financieros derivados de los sobrecostos.	Gerente de proyecto / Planificador (Ingeniero)	Cualquier etapa del proyecto	4	Recurrente	5	Severo	20	Extremo

Matriz de probabilidad e impacto												
No.	Tipo de riesgo	Nombre del riesgo	Descripción	Consecuencias al materializarse	Responsable	Etapas en que se materializa	Probabilidad		Impacto		Valoración del riesgo	Nivel de riesgo
							Valor	Nivel	Valor	Nivel		
R15	Riesgo Legal	Incumplimiento de pólizas y contrato	El riesgo legal hacer referencia a la posibilidad de que surjan problemas legales que puedan afectar el desarrollo o la finalización del proyecto. Estos problemas pueden surgir de una variedad de fuentes, incluyendo disputas contractuales, incumplimiento de regulaciones, accidentes laborales, daños a terceros, o cambios en las leyes o normativas aplicables.	Elevados costos legales derivados de juicios y arbitrajes, retrasos significativos en la ejecución del proyecto, pérdidas económicas por indemnizaciones y multas, y en casos extremos, la paralización completa del proyecto.	Asesor legal (abogado) / Gerente de proyecto	Cualquier etapa del proyecto	2	Imposible	3	Significativo	6	Medio
R16	Riesgo de seguridad	Fallos en excavaciones	Las paredes de la excavación pueden colapsar, lo que genera unos deslizamientos de tierra, pueden deberse a la falta de un soporte adecuado, suelos inestables, presencia de agua subterránea, eventos naturales, lo que afecta principalmente la seguridad de los tranajadores y ls estructuras cercanas	Se pueden presentar pérdidas humanas, daños a estructuras cercanas resultando en derrumbes, retrasos en el proyecto , sobrecostos, sanciones por el incumplimiento de normas de seguridad, reprocesos.	Evento natural, interventor, diseño, construcción	Etapas de construcción	3	Posible	3	Significativo	9	Medio
R17	Riesgo de diseño y seguridad	Afectaciones a estructuras adyacentes	Se presenta cuando en las excavaciones, demoliciones o vibraciones del proyecto generen daños en las edificaciones o estructuras adyacentes, lo que causa daños como fisuras, asentamientos o desplazamientos de las estructuras vecinas, comprometiendo la estabilidad y seguridad.	Al presentarse este riesgo se pueden generar sobrecostos en la reparacion de las estructuras afectadas, fisuras, colapsos de las edificaciones, retrasos en los proyectos, conflictos legales como demandas, indemnizaciones o sanciones.	Equipo de construccion, interventoria	En el proceso constructivo	3	Posible	3	Significativo	9	Medio
R18	Riesgo de diseño	Variaciones del perfil	Las variaciones de perfil geotécnico ocurre cuando lascaracteristicas del terreno difieren de los estudios iniciales,lo que tambien puede incluir cambios en la composicion del suelo, capacidad de carga, por lo cual se ve necesario rrealizar cambios en diseños, agregar mas estructuras, sobre costos y retrasos en el proyecto.	Si se materializa este riesgo se pueden presentsr rediseños en la cimentación o estructura, sobrecostos por estos reprocesos, retrasos en el cronograma, riesgo de seguridad por la estabilidad del terreno y pued tener un impacto en la calidad y durabilidad de la obra.	Equipo de construcción, estudios y diseños, interventor	Etapas constructiva	2	Imposible	4	Mayor	8	Medio
R19	Riesgo de recursos	Indisponibilidad de infraestructura adyacente	Posible falta o interrupción de servicios que afectan el desarrollo de los proyectos, como cierres viales, o corte de servicios públicos, que afectan directamente el componente social o la comunidad cercana al proyecto	En primer lugar, se generan retrasos en el proyecto, sobrecostos, dificultad en el transporte de materiales, interrupción de las actividades, impacto en la calidad del proyecto y finalmente, conflictos contractuales por incumplimiento de plazos o normativas	Ejecutor del proyecto	En cualquier etapa del proyecto	2	Imposible	2	0	4	Bajo
R20	Riesgo ambiental	Contaminación del agua subterránea	las actividades como la excavación, cimentación, manejo de productos quimicos, y la gestión inadecuada de residuos pueden resultar en la contaminación de las aguas subterráneas. Esta contaminación puede ocurrir si sustancias como aceites, combustibles, solventes, y otros productos químicos utilizados en la construcción se filtran a través del suelo y alcanzan las capas freáticas. El riesgo se incrementa en áreas donde las napas subterráneas están cercanas a la superficie o donde los suelos son altamente permeables. La contaminación de estas aguas puede comprometer la calidad del suministro de agua potable para las comunidades locales, afectar a la biodiversidad subterránea, y provocar largos y costosos procesos de remediación, además de posibles sanciones legales y retrasos en el proyecto	Derrames de materiales tóxicos o sedimentos que pueden contaminar ríos y acuíferos cercanos, afectando la disponibilidad de agua potable y la biodiversidad acuática. Esto podría llevar a retrasos en el proyecto, costos adicionales de limpieza, sanciones legales y problemas con la comunidad	Gerente de proyecto, contratistas, equipo ambiental	Excavación, cimentación, manejo de residuos	2	Imposible	2	Moderado	4	Bajo

Matriz de probabilidad e impacto												
No.	Tipo de riesgo	Nombre del riesgo	Descripción	Consecuencias al materializarse	Responsable	Etapas en que se materializa	Probabilidad		Impacto		Valoración del riesgo	Nivel de riesgo
							Valor	Nivel	Valor	Nivel		
R21	Riesgo ambiental	Deforestación en áreas protegidas	La deforestación en áreas protegidas puede llevar a la pérdida irreversible de hábitats críticos para la flora y fauna local, muchas veces afectando especies en peligro de extinción. Además, la eliminación de la cubierta forestal puede resultar en la erosión del suelo, alteraciones en los ciclos hidrológicos, y cambios en el microclima local. Este tipo de impacto no solo genera conflictos con las normativas ambientales y la posible imposición de sanciones legales, sino que también puede ocasionar la interrupción del proyecto, la oposición de la comunidad y organizaciones ambientales, y la obligación de implementar costosos planes de compensación o reforestación	Destrucción de hábitats naturales, pérdida de especies vegetales y animales, y erosión del suelo, lo que podría resultar en la interrupción del proyecto por conflictos con regulaciones ambientales, multas, o la necesidad de realizar reforestación	Autoridades locales de gestión ambiental y entidades de conservación	Planificación, desmonte de terreno, expansión	2	Imposible	3	Significativo	6	Medio
R22	Riesgo ambiental	Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	Las emisiones de GEI contribuyen al calentamiento global y al cambio climático, lo que puede tener efectos adversos a largo plazo en el medio ambiente y la salud humana. Además, el aumento de la huella de carbono del proyecto puede llevar a incumplimientos normativos, sanciones legales, y la necesidad de implementar medidas de mitigación, como el uso de tecnologías más limpias o la compra de créditos de carbono. Las emisiones de GEI también pueden afectar la reputación del proyecto y generar oposición por parte de la comunidad y grupos ambientalistas, lo que podría causar retrasos o incrementar los costos del proyecto	Uso de maquinaria pesada y transporte que emiten CO2 y otros gases de efecto invernadero, contribuyendo al cambio climático. Esto podría llevar a críticas públicas, la necesidad de implementar medidas de mitigación, y posibles sanciones por incumplimiento de normativas ambientales	Equipo de sostenibilidad (Ingeniero ambiental) y gerente de operaciones	Construcción, transporte de materiales, operación de maquinaria pesada	3	Posible	1	Mínimo	3	Bajo
R23	Riesgo de recursos humanos	Accidentes laborales	Los accidentes laborales representan un riesgo significativo debido a la naturaleza de las actividades que se realizan, como el uso de maquinaria pesada, trabajo en alturas, manejo de materiales peligrosos, y exposición a condiciones de trabajo variables. Estos accidentes pueden ocurrir debido a la falta de capacitación adecuada, el incumplimiento de las normas de seguridad, el uso inadecuado del equipo de protección personal (EPP), o la existencia de condiciones laborales inseguras	Resultan en lesiones graves o fatales para los trabajadores, generar demandas legales, multas por incumplimiento de normativas de seguridad, interrupciones en el proyecto, aumento de costos operativos debido a seguros y compensaciones, pérdida de productividad.	Coordinadores de seguridad y salud ocupacional, supervisores de obra	Etapas de construcción	3	Posible	2	Moderado	6	Medio
R24	Riesgo de seguridad	Intrusión o vandalismo en el sitio de trabajo	Esto puede incluir la entrada de personas ajenas, robo de materiales o equipo, vandalismo, y otros actos malintencionados. La falta de control de acceso, la insuficiente vigilancia, o la ausencia de cercas de seguridad pueden facilitar estas intrusiones	El robo o daño de materiales y equipos costosos, vandalismo que retrasa el proyecto, riesgos adicionales de accidentes si los intrusos resultan heridos, costos adicionales de seguridad, y potenciales sanciones legales si se compromete la seguridad pública	Jefe de seguridad física y contratista de seguridad	Fase de construcción y operación	1	Remota	2	Moderado	2	Muy Bajo

Tabla 17 Matriz de probabilidad e impacto resuelta

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta en la tabla 18 la matriz de probabilidad e impacto con los riesgos distribuidos como corresponde según su probabilidad de ocurrencia y el impacto que pueden generar si se materializa, teniendo en cuenta los riesgos R1 hasta el riesgo R24, por lo tanto, se obtiene como resultado que se presenta 1 riesgo en nivel muy bajo, 3 riesgos en nivel bajo, 11 riesgos con nivel medio, 3 riesgos con nivel alto y finalmente 6 riesgos con un nivel extremo.

			Impacto				
			Minimo	Moderado	Significativo	Mayor	Severo
			1	2	3	4	5
Probabilidad	Frecuente	5			R6		
	Recurrente	4		R4		R7,R11	R10,R14
	Posible	3	R22	R23	R2,R12,R16,R17	R8, R13	R9
	Imposible	2		R19, R20	R15, R21	R3, R18	R1
	Remota	1		R24			R5

Tabla 18 Riesgos - matriz de probabilidad e impacto

Fuente: Elaboración propia.

9.4. Diagrama de riesgos

Un gráfico de burbujas es una variación de los gráficos de dispersión en el cual, los puntos de datos son reemplazados por burbujas, en este caso las burbujas representan la magnitud de la valoración que tiene cada uno de los riesgos, en el eje X se presenta el impacto, en el eje Y se presenta la probabilidad.

En primer lugar, las burbujas de mayor magnitud representan los riesgos que tienen un mayor impacto o probabilidad de ocurrencia, lo que recomienda que deben ser priorizados para proponer una mitigación adecuada. Por otro lado, la posición de las burbujas muestra la relación entre la probabilidad y el impacto ayudando a proyectar los riesgos críticos, la agrupación de las

burbujas también permite identificar que varios riesgos están relacionados o que pueden afectar una misma área del proyecto.

Por otro lado, el diagrama de burbujas representa en la parte superior derecha los riesgos que tienen tanto mayor probabilidad como mayor impacto, como lo son los riesgos R14, R10, R11, R7, R8, R6, R9, R13 y R1, estos riesgos pueden tener un impacto en el cronograma con respecto a demoras en la construcción debido a un ajuste de diseños o reforzamiento de estructuras, se pueden reevaluar las técnicas, donde se requieran nuevos estudios, modificaciones, se debe tener autorizaciones adicionales debido a los cambios o reprogramación de actividades y se generen retrasos acumulados en las diferentes fases del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, se pueden presentar impactos en el presupuesto debido a que se pueden generar costos adicionales en los diseños y consultoría para cumplir con la normativa, donde se incluyan estudios específicos, se pueden aumentar los costos en los materiales y mano de obra si se requiere cambiar materiales, reforzar estructuras o realizar estructuras nuevas, también, se pueden generar sanciones o multas por las irregularidades existentes, costos por demorar en la gestión del proyecto, supervisión, alquiler de equipos, entre otros gastos, por lo tanto, estos riesgos pueden generar demoras y sobrecostos por lo que se afecta directamente la viabilidad financiera del proyecto y la fecha de entrega del mismo.

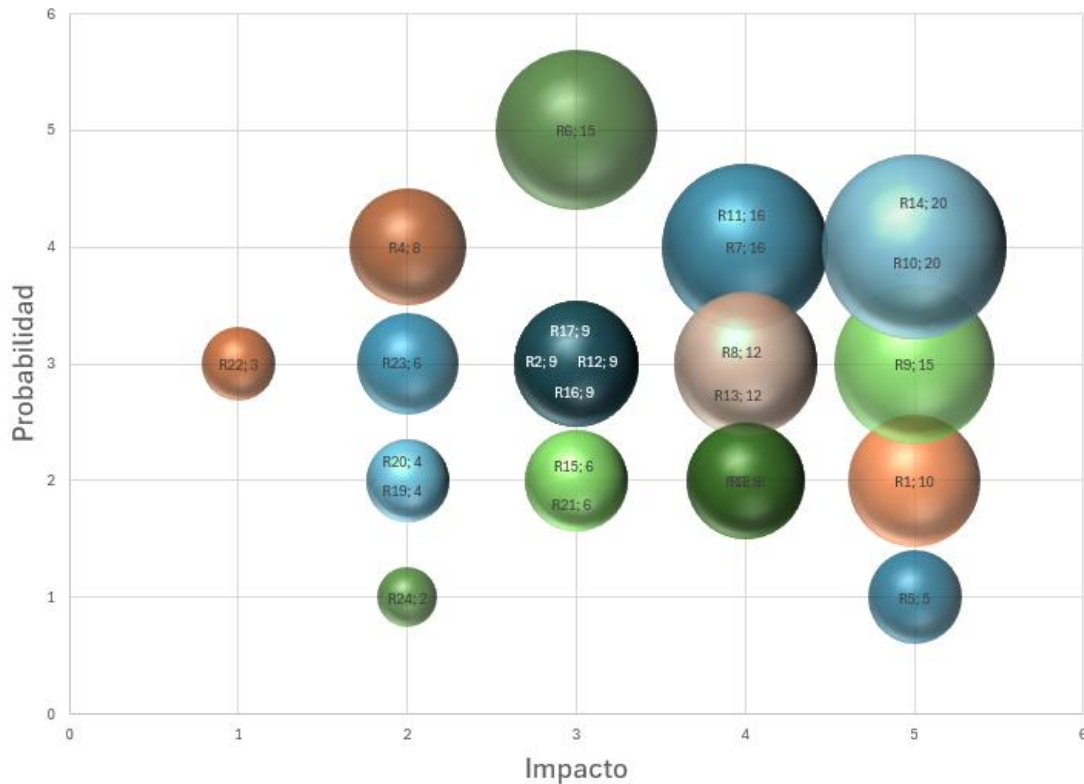


Diagrama 1 Diagrama de burbujas de riesgos.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta un diagrama de riesgos radial, en donde se muestran los 24 riesgos, su eje central indica los resultados de la valoración que obtuvo cada riesgo, por otro lado, a medida que los riesgos se alejan del centro indica la severidad que tiene cada uno, y entre más cerca al centro su severidad disminuye, lo que permite identificar más fácilmente los riesgos que deben ser priorizados con urgencia y así facilitar la comparación de las distintas categorías de los riesgos, por lo que en las áreas donde se concentran más los riesgos se pueden generar estrategias de mitigación en el sector específico del proyecto.

Por otro lado, los riesgos más críticos son los R10: Riesgo de diseño - Errores de diseño y el R14: Riesgo de cronograma – Atraso de obra, los cuales indican una valoración de 20 y un nivel de riesgo extremo, por otra parte, el riesgo con la valoración más baja es el R24: Riesgo de

seguridad – Intrusión o vandalismo con un nivel de riesgo muy bajo y tiene una prioridad más baja en la gestión de riesgos

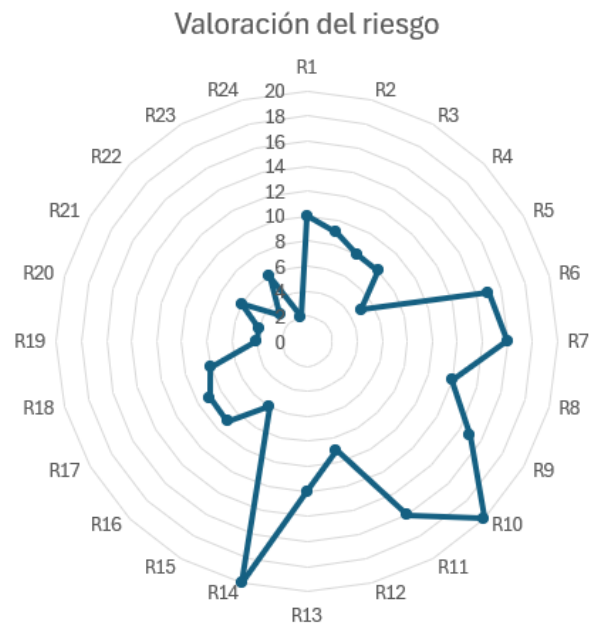


Diagrama 2 Valoración de riesgos.

Fuente: Elaboración propia

El siguiente diagrama presenta los riesgos que dieron como resultado un nivel alto, en este caso, los riesgos R8, R13 y R1, un nivel extremo los riesgos R10, R14, R7, R11, R6 y R9, los cuales deben ser priorizados debido a que permite enfocar los recursos en las problemáticas críticas, optimizando tiempos, y así mismo llegar a una mejor toma de decisiones, más acertadas buscando el éxito y eficiencia de los proyectos.

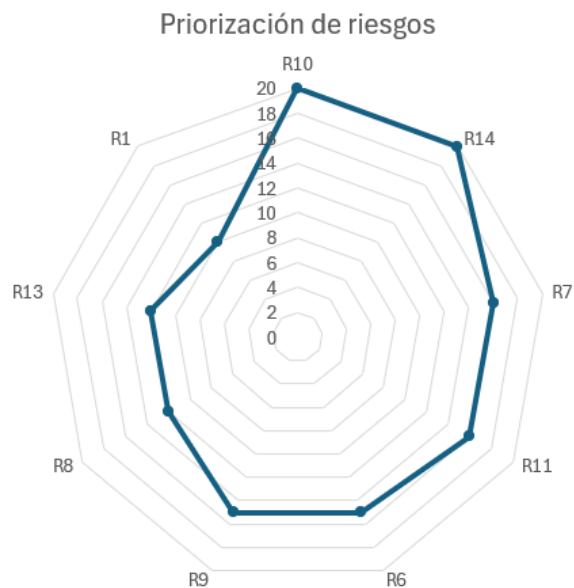


Diagrama 3 Priorización de riesgos.

Fuente: Elaboración propia

10. Priorización de riesgos

En la priorización de riesgos se debe primeramente identificar adecuadamente los riesgos y realizar una buena gestión de riesgos la cual es fundamental para garantizar el éxito del proyecto, sin embargo, los riesgos no tienen el mismo nivel de impacto ni de probabilidad de ocurrencia, por lo cual se debe realizar una adecuada priorización de riesgos, para enfocar los recursos y esfuerzos en los de mayor valoración como lo son los de nivel extremo y alto y así asegurar unas medidas de mitigación adecuadas y sean aplicadas de manera eficiente.

En el presente trabajo se identificaron 24 riesgos, de los cuales 6 obtuvieron una valoración extrema y 3 una valoración alta, por lo tanto, se deben priorizar 9 riesgos, debido a que presentan una mayor amenaza al proyecto y deben ser gestionados adecuadamente.

No.	Tipo de riesgo	Nombre del riesgo	Probabilidad		Impacto		Valoración del riesgo	Nivel de riesgo
			Valor	Nivel	Valor	Nivel		
R10	Riesgo de diseño	Errores de diseño	4	Recurrente	5	Severo	20	Extremo
R14	Riesgo de cronograma	Atraso de obra	4	Recurrente	5	Severo	20	Extremo
R7	Riesgo de calidad	Mano de obra no calificada para la ejecución de la obra	4	Recurrente	4	Mayor	16	Extremo
R11	Riesgo financiero	Presupuesto, tipo de contrato, Divisas	4	Recurrente	4	Mayor	16	Extremo
R6	Riesgo de calidad	Homogeneidad en las constantes mecánicas del concreto	5	Frecuente	3	Significativo	15	Extremo
R9	Riesgo Legal	Incumplimientos contractuales	3	Posible	5	Severo	15	Extremo
R8	Riesgo de Calidad	Materiales y Proveedores	3	Posible	4	Mayor	12	Alto
R13	Riesgo de calidad	Incumplimiento de la norma	3	Posible	4	Mayor	12	Alto
R1	Riesgo político	Cambios de administración gubernamental	2	Imposible	5	Severo	10	Alto

Tabla 19. Riesgos Priorizados

Elaboración Propia

R10: Riesgo de diseño - Errores de diseño: Este riesgo se refiere a los fallos que pueden surgir en la etapa de planificación y diseño, los cuales comprometen la seguridad, funcionalidad, o viabilidad de los proyectos, lo que resulta en un incumplimiento de la normativa vigente, en este caso se puede incluir una implementación de revisiones técnicas periódicas, coordinación interdisciplinaria entre arquitectos e ingenieros, se puede incluir la metodología BIM como una herramienta para facilitar la identificación temprana de los problemas potenciales, como colisiones entre sistemas o fallas estructurales, lo que minimiza los costos y retrasos por cambios o errores en los diseños no anticipados.

R14: Riesgo de cronograma – Atraso de obra: Retrasar la obra puede generar aumentos significativos en los costos, pérdida de ingresos, problemáticas legales por incumplimiento de plazos, conflictos logísticos, fallas de calidad, entre otros que afectan la viabilidad del proyecto. También, generan sobrecostos, por lo cual el uso de herramientas de

gestión de proyectos, como cronogramas detallados con hitos de avance, y una supervisión estricta del cronograma, ayudarían a mitigar este riesgo.

R7: Riesgo de calidad – Mano de obra no calificada para la ejecución de la obra:

Este riesgo genera errores constructivos, baja calidad de trabajos, reprocesos, retrasos en el cronograma, sobre costos y finalmente compromete la seguridad del proyecto. También, la falta de capacitación adecuada no solo afecta la calidad del trabajo, sino el riesgo de accidentes laborales, lo que puede detener la obra temporalmente, por lo tanto, incluir programas de formación y supervisión constante por parte de personal experimentado puede reducir este riesgo.

R11: Riesgo financiero – Presupuesto, tipo de contrato, divisas: Estos riesgos afectan directamente la viabilidad del proyecto debido a que las fluctuaciones en los costos de materiales, cambios inesperados en los precios de los servicios o impuestos pueden generar desajustes presupuestales. Por lo tanto, se debe contar con un fondo de contingencia adecuado para cubrir estos imprevistos es una medida para mitigar los riesgos.

R6: Riesgo de calidad Homogeneidad en las constantes mecánicas del concreto:

Las variaciones en las constantes mecánicas del concreto afectan directamente la resistencia y la calidad, lo que directamente afecta la durabilidad y la seguridad de la estructura, generando fisuras. Por otro lado, las constantes mecánicas del concreto pueden derivar en problemas estructurales a largo plazo, afectando la durabilidad del proyecto, implementar controles de calidad rigurosos durante la dosificación y preparación de los materiales, así como la supervisión continua durante el proceso de construcción, son medidas clave para mitigar este riesgo.

R9: Riesgo legal – Incumplimientos contractuales: Incumplimiento por plazos, calidad de trabajo, sobrecostos que resultan en sanciones legales, conflictos legales, finalmente en algunos casos graves puede terminar en la cancelación del proyecto, o una suspensión temporal. También, puede derivar en litigios legales que prolonguen aún más los tiempos del proyecto y aumenten los costos, por lo cual es necesario contar con contratos claros, bien definidos y con penalizaciones específicas para mitigar estos riesgos.

R8: Riesgo de calidad – Materiales y proveedores: Existe la posibilidad de recibir materiales de baja calidad, cantidades limitadas, fuera del tiempo establecido, lo que de igual manera genera sobrecostos, retrasos, afectación en la calidad y seguridad del proyecto. Por lo tanto, la calidad de los insumos puede impactar directamente en la durabilidad y seguridad de la estructura, donde, tener diversificación de proveedores y la implementación de controles de calidad rigurosos en cada entrega son medidas clave para mitigar este riesgo.

R13: Riesgo de calidad – Incumplimiento de la norma: Las practicas constructivas no cumplen con la normativa legal vigente, lo que resulta en sanciones, multas, afectación a la seguridad y calidad del proyecto, donde finalmente se puede incurrir en una suspensión, lo que igualmente genera sobrecostos, reprocesos y retrasos, Por lo tanto, se debe realizar un monitoreo constante ajustando los planes y diseño si es requerido, implementar auditorias legales y consultores técnicos que puedan revisar los diseños y los procesos para cumplir con toda la normativa vigente.

R1: Riesgo político – Cambios de administración gubernamental: Las alteraciones en el gobierno, afectan los proyectos públicos que tengan un componente social que no sea

interés del gobierno, por lo cual se generan ajustes en presupuestos y afecta la continuidad del proyecto, sobrecostos y retrasos, por lo cual, para mitigar estos riesgos se deben realizar acuerdos y contratos adecuados y bien estructurados que protejan los derechos y obligaciones del proyecto independientemente de los cambios políticos, realizar alianzas público-privadas que realicen un financiamiento o gestión del proyecto y así se genere una estabilidad asegurando la continuidad.

11. Cuantificación de riesgos

Es el proceso donde se estiman y se valoran los efectos de los riesgos que se priorizaron sobre los objetivos de un proyecto o una organización. Este procedimiento implica la evaluación de la probabilidad de ocurrencia de los riesgos y la magnitud de su impacto, como los costos y la posibilidad de ocurrencia, esto con el fin de priorizarlos y tomar decisiones informadas sobre la gestión y mitigación de estos riesgos. En este caso, se van a cuantificar los riesgos que se priorizaron anteriormente (ver detalles en la tabla 19).

11.1 Errores de diseño – R10

Aspecto	Descripción	Cuantificación del Riesgo	Estrategias de Mitigación
Tamaño y Complejidad del Proyecto	Área construida de 14,139 m ² distribuidos en 6 pisos, con funciones como salas de exposiciones, auditorio, ludoteca, oficinas y centro de documentación.	La complejidad y el tamaño aumentan el riesgo de errores de diseño en un 25-30% en proyectos similares, según estudios de la ACI (American Concrete Institute).	Implementar revisiones integradas de diseño (BIM - Building Information Modeling) para mejorar la coordinación entre disciplinas y reducir el margen de error.

Problemas de Cumplimiento Normativo	No conformidad con normas sismo-resistentes (NSR-10), deficiencias en paredes de concreto que podrían llevar a fallas estructurales.	Las fallas normativas pueden incrementar el riesgo de colapso estructural hasta en un 50% en caso de sismo, según la FEMA (Federal Emergency Management Agency).	Revisión exhaustiva por parte de un experto en ingeniería sismo-resistente y corrección de todas las deficiencias detectadas. Costos estimados en USD 500,000 (2 mil millones COP) adicionales.
Responsabilidad de los Contratistas	OHLA es responsable de la obra; Consorcio CGD Museo es responsable de la interventoría.	Mala coordinación entre contratistas e interventores puede incrementar los riesgos de errores de diseño y ejecución en un 20-25%, según el PMI (Project Management Institute).	Implementar reuniones de coordinación semanales y un sistema de gestión de calidad robusto (ISO 9001) para asegurar la comunicación efectiva y la calidad en la ejecución.
Gestión del Presupuesto	Presupuesto total de \$64,281,356,184 COP.	Ajustes financieros y recortes pueden comprometer la calidad en un 15-20%, según un estudio de la Universidad de Stanford sobre gestión de proyectos de construcción a gran escala.	Crear un fondo de contingencia del 10% del presupuesto total para abordar imprevistos y mantener la calidad sin comprometer el diseño ni la ejecución.

Tabla 20 Cuantificación errores de diseño.

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el COMPES 3714 (2011), destaca que este riesgo debe ser tratado como "riesgo operacional" que debe ser transferido al contratista, siempre y cuando este cuente con la capacidad técnica y la información suficiente para gestionarlos, como en este caso que la infraestructura no cumple con la calidad del concreto instalado. Por otro lado, sugiere que, en proyectos con alta complejidad técnica, se consideren garantías parciales para cubrir posibles sobrecostos asociados a estos riesgos. Esta gestión si es adecuada, puede ser fundamental para

mantener el equilibrio financiero del contrato y evitar posibles controversias legales y desequilibrios económicos.

Por lo tanto, para mitigar el riesgo, se puede incluir ensayos de resistencia a la compresión del concreto y diseño de mezcla en distintos laboratorios para así soportar con una buena base, los diferentes estudios que se hayan realizado, estos pueden costar entre \$10.000.000 COP y \$30.000.000 COP, dependiendo del tipo de diseño de mezcla o la cantidad de muestras que se vayan a ensayar.

Por último, también se requiere un ingeniero estructural con experiencia, debido a que es importante para la mayoría de las obras y construcciones, donde puede analizar y evaluar los diferentes tipos de ensayos y estudios realizados, para tomar una decisión si se puede aceptar o no los diseños que ya se hayan seleccionado. El valor de los servicios de un ingeniero consultor estructural puede rondar entre \$12.000.000 COP y \$45.000.000 COP, dependiendo de la complejidad del proyecto y su duración, en este caso durante los 24 meses de duración del proyecto da un total de \$1.800.000.000 COP.

11.2 Atraso de Obra – R14

Riesgo	Descripción	Cuantificación del Riesgo	Estrategias de Mitigación
Atraso en Obra	Posibilidad de atraso en el cronograma del proyecto debido a complejidad, cambios en el alcance, problemas de coordinación entre contratistas y condiciones locales.	Probabilidad de atraso: Tienen 45-55% en proyectos de construcción a gran escala, según CII.	Implementar técnicas avanzadas de programación (CPM, PERT) para identificar y priorizar las actividades críticas.
		Impacto en tiempo: Atrasos que pueden extender el cronograma original entre 10-25%.	Establecer un sistema riguroso de control de cambios y revisión constante del alcance del proyecto.

		Impacto económico: Sobrecostos de 20-45% sobre el presupuesto original.	Realizar revisiones y auditorías periódicas del cronograma para detectar y corregir desviaciones temprano.
		En Colombia, estos atrasos pueden extenderse hasta un 50% del cronograma con incrementos de costos adicionales del 30%.	

Tabla 21. Cuantificación atraso de obra.

Fuente: Elaboración propia

El riesgo de cronograma, como lo indica Ignacio Parma (2022), señala que la planificación y ejecución sin una adecuada gestión de riesgos conlleva retrasos significativos y sobrecostos en todo el proyecto. Este riesgo, si no se gestiona de manera adecuada, podrían aumentar los problemas a medida que avanzan las fases del proyecto. Para mitigarlo, es esencial implementar un plan de gestión de riesgos efectivo, que incluya la identificación y análisis de posibles amenazas, la planificación de respuestas adecuadas, y el monitoreo continuo durante todo el ciclo de vida del proyecto. El costo adicional relacionado con la gestión de riesgos, en este caso el proyecto con su respectivo atraso está generando pérdidas de \$19.284.406.855 COP.

Especificando al análisis que respectivo de lo que es pausar por un día la obra, se tiene primero en cuenta lo siguiente:

- **Datos del proyecto**

Datos del proyecto			
Costo total del proyecto	Duración Total	Días hábiles	Costo promedio diario
\$ 64,281,356,184.00	2 años	510	\$ 126,041,874.87

Tabla 22 Datos del proyecto- Cuantificación atraso de obra.

Fuente: Elaboración propia

Costos Directos	Descripción
Materiales	Insumos necesarios para la construcción (cemento, acero, ladrillos, etc.)
Mano de obra	Salarios y beneficios del personal directamente involucrado en la construcción
Equipo y maquinaria	Alquiler, mantenimiento, y operación de equipos (grúas, excavadoras, etc.)
Subcontratos	Pagos a empresas o individuos para trabajos específicos dentro del proyecto
Transporte	Costos relacionados con el traslado de materiales, maquinaria y personal al sitio de la obra
Seguridad en la obra	Implementación de medidas de seguridad y compra de equipos de protección personal
Herramientas y suministros	Compra o alquiler de herramientas menores y otros suministros necesarios para la construcción

Tabla 23 Costos directos - Cuantificación atraso de obra.

Fuente: Elaboración propia.

Costos Indirectos	Descripción
Gastos generales y administrativos	Costos de administración del proyecto, incluyendo salarios del personal administrativo
Supervisión y dirección técnica	Salarios de ingenieros, arquitectos, y otros profesionales que supervisan la obra
Permisos y licencias	Gastos para obtener las autorizaciones legales para la construcción
Intereses y financiamiento	Costos asociados con el financiamiento del proyecto, como intereses de préstamos
Impuestos y contribuciones	Pagos obligatorios al gobierno, como impuestos sobre la construcción
Contingencias	Fondos reservados para cubrir imprevistos o sobrecostos durante la construcción
Costos de mantenimiento y operación temporales	Gastos para mantener la obra en condiciones adecuadas durante la construcción

Tabla 24 Costos indirectos - Cuantificación atraso de obra

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta lo anterior, se estima que:

Estimación de Costos			
Ítems	Porcentaje estimado	Costo diario	Costo total
Mano de Obra	25%	\$ 126,041,874.87	\$ 31,510,468.72
Maquinaria y Equipos	20%	\$ 126,041,874.87	\$ 25,208,374.97
Materiales	15%	\$ 126,041,874.87	\$ 18,906,281.23
Pólizas y Seguros	12%	\$ 126,041,874.87	\$ 15,125,024.98
			\$ 90,750,149.91

Tabla 25 Estimación de costos - Cuantificación atraso de obra.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo siguiente, el costo que conlleva parar la obra solo por un día es de **\$ 90,750,149.91 COP**.

Para mitigar este riesgo, se debe implementar un control riguroso del cronograma, establecer periodos y fechas de entrega y monitorear constantemente con ayuda de ingenieros residentes el avance de la obra. Esta supervisión adicional tiene un valor aproximado de \$1.524.000.000 COP.

11.3 Mano de obra no calificada para la ejecución de la obra. – R7

Riesgo	Descripción	Cuantificación del Riesgo	Estrategias de Mitigación
Riesgo de Mano de Obra No Calificada	Posibilidad de que la falta de mano de obra calificada en la obra resulte en errores de construcción, retrasos en el cronograma y sobrecostos.	Probabilidad de incidencia: 30-40% en proyectos con alta demanda de habilidades especializadas, según estudios de Fayek et al. (2017).	Implementar programas de capacitación en sitio para mejorar las habilidades de la mano de obra.
		Impacto en tiempo: Retrasos que pueden extender el cronograma entre 15-20% debido a errores y rehacer el trabajo, según PMI (2021).	Subcontratar especialistas o mano de obra calificada para tareas críticas.
		Impacto en costos: Sobrecostos de 10-15% debido a la baja productividad y el aumento de la duración del proyecto (CONPES 3714).	Realizar una evaluación exhaustiva de las habilidades de la mano de obra disponible antes del inicio del proyecto y ajustar el cronograma en consecuencia.

Tabla 26 Cuantificación mano de obra no calificada.

Fuente: Elaboración propia

La capacitación del personal de la construcción es crucial para asegurar la calidad, la seguridad y la eficiencia en los proyectos de construcción. Contar con mano de obra calificada no solo mejora la precisión y reduce los errores y riesgos durante la ejecución de las obras y ciclo de la obra, sino que también minimiza los riesgos de accidentes laborales y genera un proceso constructivo más eficiente y fiable. Estudios demuestran que los trabajadores capacitados están mejor preparados para manejar herramientas y maquinaria especializada, lo cual es vital para mantener estándares altos en los procesos constructivos (MCAD, 2023).

Por otro lado, la implementación de programas de capacitación continua permite que los empleados se mantengan actualizados con las últimas normativas y mejores prácticas de construcción, donde esto contribuye a un ambiente de trabajo más seguro y a la optimización de recursos en todo los aspectos (KAIZEN LAB, 2024).

Una solución para mitigar la mano de obra no calificada es capacitar al personal de manera continua, asegurando que el personal este familiarizado con las especificación y normativa técnica vigente y que se haya impuesto en el proyecto. Por otro lado, se debe contratar personal con experiencia previa en proyectos similares. El costo que tiene tomar esta medida de mitigación es del 5% del costo total del proyecto:

Costo estimado: $1\% * \$ 64,281,356,184.00 = \$ 642,813,561.84 \text{ COP}$

11.4 Presupuesto – R11

Riesgo	Descripción	Cuantificación del Riesgo	Estrategias de Mitigación
Riesgo Financiero	Riesgo de que los costos del proyecto excedan el presupuesto asignado o de que la	Probabilidad de incidencia: Es de 40-50% en proyectos grandes y complejos, según Flyvbjerg et al. (2003).	Establecer un fondo de contingencia que cubra al menos un 10-15% del presupuesto total.

	financiación no sea suficiente para cubrir todos los costos, afectando la viabilidad del proyecto.	Impacto en costos: Sobrecostos que pueden aumentar entre 20-45% del presupuesto inicial debido a subestimaciones, cambios en el alcance, y fluctuaciones en los costos de los materiales y mano de obra.	Realizar análisis de riesgos financieros detallados y simulaciones de escenarios antes de la aprobación del proyecto.
		Impacto en la viabilidad: Riesgo de insolvencia o incapacidad para completar el proyecto si la financiación adicional no está asegurada, según PMI (2021)	Asegurar acuerdos de financiación flexible que permitan ajustar los términos si los costos del proyecto cambian significativamente.

Tabla 27 Cuantificación presupuesto

Fuente: Elaboración propia.

La construcción del Museo Nacional de la Memoria refleja problemas de cumplimiento con las normas sismo-resistentes (NSR-10) y en los retrasos significativos de la obra. Estos problemas pueden generar sobrecostos significativos del 15% al 20% debido a la necesidad de corregir defectos estructurales y enfrentar multas por incumplimiento de plazos (Pólizas). Además, la posibilidad de que se requiera más financiamiento para cubrir estos sobrecostos pone en riesgo la viabilidad económica del proyecto, afectando su presupuesto y el retorno de la inversión inicial del estado para la terminación de tan anhelada obra para la capital de Colombia. Normalmente cuando sucede este tipo de riesgos, la obra requiere una inversión mayor de hasta 2/3 partes de la inversión inicial del estado.

11.5 Homogeneidad en las constantes mecánicas del concreto – R6

Riesgo	Descripción	Cuantificación del Riesgo	Estrategias de Mitigación
--------	-------------	---------------------------	---------------------------

Homogeneidad en las Constantes Mecánicas del Concreto	Posibilidad de que las propiedades mecánicas del concreto no sean uniformes, lo que puede causar fallas estructurales, reducción de la durabilidad y problemas de seguridad.	Probabilidad de incidencia: Es de 20-30% en proyectos donde no se controlan rigurosamente los procesos de mezclado y colocación del concreto, según ACI (2015).	Se debe implementar controles de calidad estrictos en el proceso de mezclado y colocación del concreto.
		Impacto en calidad estructural: Pérdida del 10-15% de la resistencia esperada en elementos críticos, según estudios de Mehta & Monteiro (2014).	Se debe realizar ensayos periódicos para verificar la homogeneidad del concreto durante la construcción.
		Impacto en costos: Sobrecostos del 15-20% para realizar reparaciones o reemplazos de secciones no conformes (CONPES 3714).	Se debe capacitar al personal en las mejores prácticas de manejo del concreto.

Tabla 28 Cuantificación homogeneidad en las constantes mecánicas del concreto.

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, según la Cartilla de Preparación de Concreto en Obra (ARGOS, 2021), para evitar errores en la mezcla de concreto, se deben considerar varios factores clave:

- Selección de materiales: Los agregados deben estar limpios y libres de contaminantes.
- Dosificación precisa: La mezcla debe seguir una dosificación rigurosa basada en el diseño especificado.
- Mezclado adecuado: Es crucial mezclar correctamente los materiales, sea de forma manual o mecánica, para asegurar la homogeneidad.
- Control de calidad: Realizar pruebas constantes en obra para verificar la calidad del concreto en estado fresco y endurecido.

Adicionalmente, se debe tener siempre en cuenta los manuales de los fabricantes para la ejecución óptima de la mezcla, o si el presupuesto es amplio, es mejor optar por ya obtener una

mezcla ejecutada por el fabricante y así mitigar micro riesgos que puedan ocasionar daños más graves e irremediables.

11.6 Incumplimiento contractual – R9

El Manual de Licitaciones Públicas (Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social- ILPES, 2002), nos habla y destaca varios aspectos clave que deben considerarse para mitigar el riesgo de incumplimiento contractual y, en consecuencia, asegurar la calidad en la ejecución de proyectos para que ambas partes no generen conflicto de intereses entre ambas partes.

Riesgo	Descripción	Cuantificación del Riesgo	Estrategias de Mitigación
Incumplimiento Contractual	Riesgo de que los contratistas o subcontratistas incumplan con los términos acordados en el contrato, afectando la calidad del proyecto y generando costos adicionales grandes.	Probabilidad de incidencia: Es un 20-35% en proyectos sin una adecuada selección de contratistas y sin estudios previos confiables.	Selección rigurosa de contratistas: Reducción de la probabilidad de incumplimiento en un 15-20%.
		Impacto en costos: Se generan sobrecostos de 15-25%.	Cláusulas contractuales claras: Reducción del riesgo financiero en un 10-15%.
		Impacto en tiempo: Hay retrasos de 10-20% en el cronograma debido a retrabajos o reemplazos de contratistas	Monitoreo y auditoría continuos: Reducción de atrasos y sobrecostos en un 15-25%.

Tabla 29 Cuantificación incumplimiento contractual.

Fuente: Elaboración propia

En este caso para poder hacer frente a este riesgo, se necesita tomar los lineamientos que nos da en este caso, la Guía para Procesos de Contratación de Obra Pública. Esta nos indica que un contratista debe cumplir con varios aspectos clave:

- **Cumplimiento de requisitos habilitantes:** El contratista debe demostrar capacidad técnica, experiencia relevante y eficiente, y por último una estabilidad financiera, ajustada a la naturaleza y valor del contrato que se esté presentando.

- **Propuesta económica competitiva:** La oferta debe ser económicamente favorable y cumplir con las condiciones establecidas en los pliegos de condiciones y que no genere conflicto de intereses.
- **Cumplimiento normativo:** Adherirse a todas las regulaciones aplicables y vigentes, incluyendo la Ley 80 de 1993, Ley 1150 de 2007, y otras normas pertinentes que se tengan que regir bajo lo estipulado en el contrato.
- **Presentación de una propuesta clara y bien estructurada:** Incluyendo planes de ejecución, calidad, y sostenibilidad que aporten valor agregado al proyecto y beneficios a corto y largo plazo.
- Por último, cumplir con estos requisitos y diferenciarse en calidad y experiencia son clave para ser seleccionado en procesos de licitación pública en Colombia.

11.7 Materiales y proveedores – R8

Riesgo	Descripción	Cuantificación del Riesgo	Estrategias de Mitigación
Materiales y Proveedores	Riesgo de que los materiales no cumplan con las especificaciones de calidad requeridas, o que los proveedores no entreguen a tiempo, afectando la calidad y cronograma del proyecto.	Probabilidad de incidencia: Es de 30-40% en proyectos con múltiples proveedores o donde se utilizan materiales especializados, según PMI (2017).	Evaluación rigurosa de proveedores: Selección de proveedores con historial comprobado de cumplimiento y calidad.
		Impacto en costos: Hay S sobrecostos de 15-30% debido a la necesidad de reemplazo de materiales o proveedores.	Control de calidad en la recepción de materiales: Realizar inspecciones y pruebas de calidad a los materiales recibidos antes de utilizarlos en la obra.
		Impacto en tiempo: Retrasos de 10-20% en el cronograma debido a problemas con proveedores.	Acuerdos contractuales con proveedores: Se debe incluir cláusulas que penalicen los incumplimientos y garanticen tiempos de entrega.

Tabla 30 Cuantificación materiales y proveedores.

Fuente: Elaboración propia

Es significativa la verificación y utilización de los materiales adecuados como se destaca en la investigación de Batista (2010), que uno de los principales riesgos inherentes en los proyectos de edificación es la falta de calidad en los materiales, lo cual puede afectar gravemente la integridad estructural de las construcciones. Se conoce que los defectos en los materiales contribuyen significativamente a fallos estructurales, especialmente cuando no se siguen controles rigurosos. Según las estadísticas presentadas, aproximadamente el 13-14% de los fallos en construcciones se deben a vicios de materiales, lo que puede representar un sobre costo del 8-10% del costo total del proyecto.

Por otra parte, para mitigar el riesgo, se debe implementar un control riguroso sobre la calidad de los materiales utilizados en la construcción. Esto incluye la verificación de la resistencia, durabilidad y otras propiedades físicas a través de pruebas y ensayos regulares (NTC/IEC 17025). La falta de control en la fabricación de materiales como el hormigón puede llevar a disminuciones significativas en la resistencia, lo que pone en riesgo la seguridad estructural y de los trabajadores en obra.

11.8 Incumplimiento de la norma – R13

Riesgo	Descripción	Cuantificación del Riesgo	Estrategias de Mitigación
--------	-------------	---------------------------	---------------------------

Riesgo de Incumplimiento de Normas	Riesgo de que la construcción no cumpla con las normas técnicas y de seguridad aplicables, lo que afecta la calidad y seguridad del proyecto.	Probabilidad de incidencia: Es de 20-30% en proyectos sin un control estricto del cumplimiento normativo, según estudios de Fayek et al. (2017).	- Auditorías de cumplimiento normativo: Implementar auditorías periódicas durante la ejecución del proyecto para asegurar el cumplimiento de todas las normativas aplicables.
		Impacto en costos: Sobrecostos de 15-25% debido a la necesidad de rectificar o rehacer trabajos para cumplir con la normativa vigente en Colombia.	- Capacitación en normativas vigentes: Asegurar que todos los actores del proyecto estén capacitados en las normas técnicas relevantes.
		Impacto en seguridad: Alta probabilidad de fallos estructurales en caso de incumplimiento normativo grave (Mal diseño de mezcla de concreto, espesor mínimo de muros y refuerzo).	- Revisión exhaustiva del diseño: Realizar revisiones detalladas del diseño para asegurar que cumple con todas las normativas desde el inicio del proyecto.

Tabla 31. Cuantificación incumplimiento de la norma.

Fuente: Elaboración propia.

Es fundamental evaluar y tener alternativas de proveedores que suministren materiales con los más altos estándares de calidad, donde se garantice todas las características mínimas que recomienda la norma para poder utilizar estos mismos en cualquier tipo de proyecto.

Adicionalmente, es viable garantizar el uso de las normas ISO 19600 y ISO 37301. Estas normas internacionales son guías sobre cómo implementar un sistema de gestión de cumplimiento efectivo en todos los aspectos, tanto en las especificaciones técnicas para la construcción de la obra, como en los acuerdos del contrato. Es relevante adaptarlas a las normativas vigentes en el país (NSR – 10, NTC, ASTM, INV, etc.). Por último, se tiene un sistema

de gestión de cumplimiento ayuda a identificar, evaluar, y mitigar los riesgos asociados con el incumplimiento.

11.9 Cambios de administración gubernamental – R1

Riesgo	Descripción	Cuantificación del Riesgo	Estrategias de Mitigación
Cambios de Administración Gubernamental	Riesgo de que un cambio en la administración gubernamental afecte la continuidad del proyecto, debido a cambios en políticas, presupuestos o prioridades según el gobernante electo o decisiones políticas.	Probabilidad de incidencia: Es del 40-50% en proyectos de infraestructura pública, según estudios de Gutiérrez et al. (2018).	Cláusulas de estabilidad contractual: Incluir en los contratos cláusulas que aseguren la continuidad del proyecto independientemente de cambios políticos.
		Impacto en costos: Sobrecostos de 20-30% debido a retrasos o cambios en el alcance del proyecto.	Vinculación de proyectos a planes de desarrollo: Asegurar que el proyecto esté alineado con los planes de desarrollo nacional y regional, para reducir la posibilidad de cancelación.
		Impacto en viabilidad: Alta probabilidad de cancelación o modificación significativa del proyecto en caso de cambio de administración.	Diálogo continuo con actores gubernamentales: Mantener una comunicación constante con los diferentes niveles de gobierno para anticipar y manejar posibles cambios en políticas.

Tabla 32 Cuantificación cambios de administración gubernamental.

Fuente: Elaboración propia

El riesgo político asociado a cambios de administración gubernamental, se deben incluir cláusulas de estabilidad contractual que aseguren la continuidad del proyecto y su terminación,

reduciendo la probabilidad de interrupción en un 15-20%, lo cual generaría un incremento en los costos totales del proyecto. Además, se debe garantizar que los proyectos estén alineados con los planes de desarrollo nacionales y regionales, como el Plan Nacional de Desarrollo (PND) de Colombia, como lo indica el Decreto 1082 de 2015, que expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Planeación Nacional y disminuye el riesgo de cancelación o modificación en un 10-15%. Por último, mantener un diálogo continuo con actores gubernamentales permite anticipar y gestionar cambios políticos imprevistos, reduciendo el riesgo en un 15-25% para así garantizar la finalización del proyecto.

12. Recomendaciones

R10 - Errores de diseño

Asegurarse de que todos los cálculos estructurales sean revisados y verificados, uso de software de cálculo especializado, realizar verificaciones cruzadas para confirmar la exactitud de los resultados con ingenieros experimentados.

Tener una coordinación fluida entre las disciplinas involucradas en el diseño usando herramientas como BIM (Building Information Modeling) para facilitar la integración y coordinación de los diseños entre las diferentes áreas, realizando también reuniones interdisciplinarias regularmente usando BIM para resolver y detectar los conflictos antes de que inicie una obra.

Realizar una evaluación detallada del lugar de construcción antes de iniciar el proyecto donde se incluyen estudios geotécnicos para comprender la capacidad del suelo, estabilidad del terreno, evaluaciones medioambientales para identificar los riesgos asociados al terreno y el entorno, teniendo en cuenta deslizamientos de tierra, inundaciones o sismos, según sea el caso, también, identificar los asentamientos del terreno, fallos estructurales, dificultades en

excavaciones que permitan planificar y mitigar todas las problemáticas que puedan afectar el proyecto.

Involucrar especialistas en diseño de detalles constructivos como juntas, conexiones, impermeabilización, aislamiento, entre otros, para realizar una verificación de estos elementos, asegurando que los detalles sean prácticos y viables desde el punto de vista constructivo.

Tener en cuenta todas las cargas a las que será sometida la estructura durante la vida útil del proyecto, realizando análisis exhaustivo de las cargas con márgenes de seguridad adecuados, teniendo en cuenta la normativa vigente.

Teniendo en cuenta la sostenibilidad, los proyectos deberían incorporar un análisis del ciclo de vida y eficiencia energética desde las primeras etapas de diseño, y así las construcciones cumplan con los estándares modernos de construcción verde.

Asegurarse que el equipo de construcción tenga claro completamente el diseño, sus especificaciones y detalles, para evitar malinterpretaciones en los planos, falta de comprensión de detalles, por lo cual es necesario realizar sesiones con el equipo de diseño y el equipo de construcción.

La mejora continua en la gestión de riesgos para los errores de diseño es la implementación de procesos formales de revisión de diseño y auditorías técnicas en cada fase del proyecto, optimizando el uso de herramientas de diseño como BIM manteniendo un enfoque proactivo en la capacitación del equipo reduciendo la posibilidad de errores en futuros proyectos aumentando la calidad general de cada proyecto.

- **Relación Costo / Beneficio – R1**

Analizando el error de diseño o riesgo técnico, se sabe que este puede derivar en costosas correcciones durante la construcción o incluso en fallos estructurales en la finalización del proyecto y su entrega, afectando la calidad, tiempo y costo del total.

Para poder mitigar el riesgo en proyectos de construcción e infraestructura, una herramienta eficaz es el uso de Building Information Modeling (BIM). Esta permite generar y gestionar representaciones digitales del entorno físico y funcional del proyecto, ayudando a detectar y corregir errores en fases tempranas de diseño. También se complementa con herramientas de software como Autodesk - Revit que facilita simulaciones 3D, que ayudan a identificar interferencias y optimizar la coordinación entre las disciplinas del proyecto, quiere decir que todas las áreas del proyecto van a estar conectadas para cumplir con la normativa y especificaciones mínimas que se solicitan.

El costo de implementar BIM puede representar entre un 0.5% y un 2% del presupuesto total del proyecto, dependiendo de la complejidad y el tamaño. Sin embargo, su implementación reduce los costos asociados a errores y retrabajos en más del 5%, y disminuir retrasos que podrían aumentar el costo del proyecto en un 10% o más. Este gasto inicial se compensa, debido a que BIM mejora la precisión del diseño y facilita la planificación en todas las etapas del proyecto, mitigando este riesgo.

R14 - Retrasos de obra

Tener un cronograma detallado y realista es fundamental en la gestión de riesgos, para así planificar el proyecto, anticipar posibles retrasos, incluyendo márgenes de tiempo imprevistos, debido a que estos afectan el presupuesto del proyecto y afectar su viabilidad, por lo cual, para mantener el proyecto dentro del presupuesto se deben incluir contingencias y alternativas para manejar todos los contratiempos que se pueden llegar a presentar.

Establecer sistemas de gestión de inventarios y logística para asegurar que los materiales y equipos estén disponibles cuando sean necesarios, incluyendo una planificación anticipada de pedidos de material, contrastación de personal en los tiempos adecuados, monitoreando constantemente la disponibilidad de recursos y ajustar la programación cuando sea necesario.

Establecer comités de revisión de cambios usando un sistema de control de cambios y así documentar y evaluar cada modificación, en términos de impacto en el tiempo y los costos antes y durante los proyectos.

Identificar los riesgos que pueden causar retrasos desde la etapa de planificación, desarrollando estrategias de mitigación y preparar planes de contingencia frente a estos eventos imprevistos, actualizando constantemente la matriz de riesgos.

Consultar los pronósticos meteorológicos a largo plazo, usando un plan de trabajo flexible que permita reprogramar actividades según el clima, se debe realizar especialmente en regiones donde las condiciones climáticas puedan ser severas o impredecibles.

- **Relación Costo / Beneficio – R14**

Es uno de los riesgos más críticos en la gestión de proyectos, ya que impacta directamente en los costos y tiempos de entrega. Para mitigar este riesgo, se recomienda implementar herramientas de planificación y seguimiento del cronograma como Microsoft Project,

Primavera P6 o herramientas de gestión de riesgos como RiskWatch o Monte Carlo Simulations. Estas herramientas ayudan a identificar cuellos de botella y prever retrasos en las etapas críticas que requieren total atención, ajustando el cronograma con escenarios que se asemejan a la realidad con los posibles riesgos que se presenten.

La inversión que se tiene que hacer en estas herramientas puede variar, dependiendo del software y el tamaño del proyecto, no obstante, se debe tener un equipo de trabajo solvente que planifique y estipule correctamente la duración total del proyecto y su desglose de tareas bien especificado. No obstante, este costo se ve recompensada al prevenir retrasos que pueden aumentar los costos en un 10-15% del presupuesto total, ya que un retraso en obra usualmente implica gastos adicionales por incumplimiento de pólizas y seguros, prolongación de alquileres de maquinaria, o costos laborales de todo el personal en el proyecto.

R7 - Mano de obra no calificada para la ejecución de la obra:

Desarrollar planes de capacitación que incluyen teoría y práctica, asegurándose que los trabajadores entienden las tareas que realizan, teniendo en cuenta las habilidades específicas requeridas para el proyecto, como uso de maquinaria, procedimientos de seguridad, entre otros.

Asignación de supervisores con experiencia específica según el tipo de trabajo que se está realizando, asegurando que cada grupo de trabajadores este bajo la supervisión de un supervisor calificado que pueda guiar, corregir y entrenar en tiempo real los trabajadores.

Generar manuales o guías visuales de trabajo con los procedimientos paso a paso, y así los procedimientos estén estandarizados y los trabajadores los puedan seguir con mayor facilidad.

Implementar soluciones tecnológicas que sean de un uso fácil y proporcionen instrucciones claras y concisas, usando sistemas de gestión de obra para guiar a los trabajadores inexpertos en sus labores diarias.

Establecer sistemas de evaluación continua, con revisiones diarias y semanales, para asegurar la calidad de las actividades realizadas e identificar si es necesario realizar más entrenamiento o ajustes en procedimientos de trabajo.

Identificar las actividades que requieren habilidades avanzadas y realizar contratación de personal capacitado y calificado en las etapas críticas del proyecto, donde hay altos niveles de precisión o experiencia técnica.

Realizar controles de calidad rigurosos mediante inspecciones regulares, documentando la desviación de los estándares, corrigiendo problemas inmediatamente y proporcionando retroalimentación a los trabajadores para evitar reprocesos.

Si ocurren retrasos, las medidas correctivas incluyen una reprogramación de actividades, redistribuir recursos, aumento de mano de obra, en caso que sea mas grave se deben renegociar los plazos ajustando el cronograma general, por otro lado, la mejora continua en la gestión de riesgos incluye realizar un análisis después de finalizado el proyecto para identificar causas y ajustar futuros procesos, realizando actualizaciones de procedimientos de monitoreo y planificación con nuevas tecnologías para controlar los avances del proyecto.

- **Relación Costo / Beneficio – R7**

Se debe implementar una solución al invertir en programas de capacitación continua para los trabajadores, asegurando que adquieran las habilidades y destrezas necesarias antes de comenzar el proyecto. Herramientas como Learning Management Systems (LMS) permiten crear planes de formación específicos para cada tipo y área de trabajo, esto ayudando a mitigar la

mayor cantidad de errores que se puedan cometer en cualquier fase de la obra. También se debe capacitar al personal con los procesos constructivos correctos y el manejo óptimo de equipos y maquinaria.

Por otro lado, se tiene que capacitar a la mano de obra puede representar entre un 1% y 3% del presupuesto del proyecto, esto depende de la complejidad de las tareas involucradas. NO obstante, el beneficio de tener personal capacitado es significativo, debido a que reduce los retrabajos (que pueden representar hasta un 15% del costo total del proyecto), y ayuda a disminuir el riesgo de accidentes, que además de afectar los tiempos, pueden generar costos legales o compensaciones.

R11 - Presupuesto, tipo de contrato, divisas

Establecer presupuestos contingentes, donde se realicen reservas financieras adicionales para cubrir imprevistos o variaciones en los costos por las fluctuaciones del precio de materiales, basado en el análisis de riesgos.

Estrategias de compras donde se identifiquen los mejores momentos para comprar los materiales según las tendencias de mercado analizadas, evaluando la capacidad de almacenamiento y los costos.

Verificar cláusulas contractuales para asegurar que se puedan ajustar en caso de fluctuaciones económicas significativas, en donde se ajusten también las condiciones de pago y los plazos de entrega y así evitar sobre costos o retrasos en la obra.

Las medidas correctivas si se presentan estos riesgos seria renegociar los precios y condiciones contractuales con contratistas, teniendo en cuenta el alcance o redistribuir los recursos y así adaptarse al presupuesto disponible. Por otro lado, para una mejora continua de

gestión de proyectos se debe ajustar los métodos de estimación y el uso de los tipos de contrato según sea el contexto del proyecto, mejorando estrategias de manejo de riesgos financieras como el uso de coberturas cambiarias y la diversificación de fuentes de financiamiento.

- **Relación Costo / Beneficio – R11**

Para analizar el estado financiero y los sobrecostos en el presupuesto de un proyecto, no solo es importante utilizar herramientas de control financiero como BIM, sino también asegurar un cumplimiento estricto de las normativas y leyes aplicables. Es fundamental realizar auditorías periódicas que verifiquen el cumplimiento de las normativas y supervisen el manejo financiero en todas las etapas y reforzar con controles internos de calidad que prevengan actos de corrupción o malversación de fondos en cualquier fase del proyecto.

Adicionalmente, es importante implementar sistemas de monitoreo que publiquen reportes financieros de manera transparente, asegurando que los flujos de caja y los gastos estén bien gestionados. También es esencial proporcionar mecanismos de reporte anónimo para señalar cualquier actividad que ponga en riesgo los recursos financieros que pongan en riesgo la culminación del proyecto. Para poder garantizar esto, se debe asegurar el acceso público a los contratos y transacciones financieras, incluyendo detalles sobre licitaciones, adjudicaciones y cualquier modificación contractual que pueda surgir.

R6 - Homogeneidad en las constantes mecánicas del concreto

Realizar pruebas de compresión, asentamientos, análisis de resistencia a la tracción para evaluar la calidad del concreto en diferentes áreas, asegurando que los resultados sean los requeridos en la fase de diseño, y así determinar si existe alguna extensión del problema.

Realizar auditorías completas en el proceso de producción, incluyendo la revisión de materias primas, mezcla, logística de entrega, colocación y curado para realizar un análisis más detallado y así evitar fallos en las constantes mecánicas del concreto.

En caso de no obtener homogeneidad en las constantes mecánicas del concreto y según el presupuesto que se tiene, realizar refuerzos adicionales o rehabilitación para cumplir con los requisitos de diseño y cumplir con la normativa vigente.

Ajustar las dosificaciones de la mezcla en caso de ser necesario, realizando pruebas de control de calidad con cada lote de concreto antes de su colocación en obra, para confirmar la homogeneidad.

Se debe asegurar que la mezcla de concreto tenga una consistencia adecuada para evitar la segregación, capacitar al personal con las técnicas adecuadas de colocación.

Establecer equipos de control de calidad detallado y estricto que realice inspecciones frecuentes en todas las etapas del proceso donde se realice la verificación de materiales, de mezcla y así tomar decisiones basadas en las inspecciones.

Si se detectan inconsistencias, se deben realizar pruebas adicionales y así determinar el grado de variabilidad, y analizar si es necesario demoler o corregir las zonas afectadas, teniendo en cuenta que se deben corregir las fases del proceso de mezclado o la cadena de suministro y evitar estos riesgos. Por otro lado, para una mejora continua en la gestión de proyectos es necesario tener documentadas las pruebas realizadas, actualizando y mejorando los protocolos de control de calidad, capacitación al personal y selección de proveedores.

R9 – Incumplimientos contractuales

Para mitigar los incumplimientos contractuales, se deben redactar contratos que definan adecuadamente los alcances, responsabilidades y cronogramas, realizando evaluaciones rigurosas de los proveedores y contratistas, teniendo en cuenta su solvencia técnica y financiera, implementando sistemas de monitoreo con hitos, auditorias periódicas y una comunicación adecuada entre las partes, capacitando al equipo en gestión de contratos para asegurar una correcta comprensión de términos y condiciones.

Una medida correctiva incluye aplicación de sanciones contractuales, como penalidades por retrasos o reducción de pagos, reformulación de plazos, en caso de que no sea posible, se puede realizar una rescisión del contrato, sustitución del proveedor o contratista, teniendo en cuenta los planes de contingencia que se tengan en el proyecto.

Para realizar una mejora continua de la gestión de proyectos se debe realizar un análisis post-proyecto para realizar una documentación y así ajustar futuros procesos de contratación, optimizando los riesgos, teniendo en cuenta una cultura de responsabilidad y cumplimiento dentro del equipo de trabajo y demás involucrados, mejorando continuamente la capacidad para gestionar riesgos y el éxito de los proyectos.

R8 - Materiales y proveedores

Seleccionar correctamente los proveedores y los subcontratistas debe basarse en criterios de experiencia, cumplimiento, estabilidad financiera, junto con un proceso de licitación transparente evaluando correctamente todas las propuestas, debido a que si se llegan a presentar inconvenientes con proveedores o contratistas esto puede resultar en incumplimientos, retrasos, sobrecostos, por lo tanto, es fundamental seleccionar adecuadamente para minimizar los riesgos y asegurar que sea un proyecto de calidad.

Establecer procesos claros para la inspección y evaluación de materiales al momento de la llegada del material, realizar pruebas de calidad, comparar con la especificación técnica, y verificación de certificados y documentación para comprobar la calidad de materiales.

Tener planes de contingencia con la identificación de materiales y proveedores alternativos que cumplan con las especificaciones del proyecto y puedan suministrar inmediatamente si el proveedor actual no cumple con las necesidades del proyecto.

Implementar protocolos de inspección previa mediante un equipo de calidad o de terceros teniendo en cuenta todos los aspectos críticos de calidad especificados en el contrato, y se cumpla con la calidad antes de que los materiales sean llevados a la obra.

Desarrollar estrategias proactivas de gestión de riesgos para anticipar y mitigar posibles incumplimientos de materiales o proveedores, incluyendo la identificación de riesgos, la planificación de respuestas y la asignación de recursos para manejar emergencias.

Las medidas correctivas si se presenta este riesgo incluye la devolución del material defectuoso, búsqueda de proveedores alternativos, para evitar retrasos en la obra, teniendo planes de contingencia con proveedores y almacenes de respaldo. Por otro lado, para una mejora de gestión de proyectos se debe realizar una evaluación periódica de desempeño de los proveedores y ajustando los procedimientos de compra y control de calidad.

- **Relación Costo / Beneficio – R8**

Los materiales y proveedores en proyectos de construcción son un pilar fundamental para que el proyecto finalice con éxito, para esto, es esencial implementar un sistema de gestión de la cadena de suministro que garantice la calidad y disponibilidad de los insumos en los tiempos de entrega estipulados y contratados por el proveedor. Es clave trabajar con proveedores confiables y previamente evaluados, que tengan una buena reputación estableciendo contratos sólidos que

incluyan cláusulas de penalización por incumplimiento en tiempos o calidad de los materiales. También es recomendable diversificar y tener diferentes proveedores para evitar la dependencia de uno solo, lo que puede generar interrupciones si fallan con la entrega y así no parar la ejecución de la obra en ningún momento.

Por último, el uso de sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP), como SAP, permite hacer un seguimiento preciso de los inventarios y pedidos en tiempo real, evitando retrasos por falta de materiales. Estos sistemas permiten una mejor coordinación y previsión, optimizando el flujo de materiales en cada fase del proyecto.

R13 - Incumplimiento de la norma:

Se debe cumplir con las normativas vigentes, teniendo en cuenta aspectos de seguridad, medio ambiente, salud ocupacional, debido a que pueden incurrir en sanciones legales, multas, paralización del proyecto, y así asegurar que el proyecto se desarrolle de forma segura y sostenible.

Desarrollar planes de acción correctivos donde se incluyan los ingenieros, supervisores, equipo legal, donde se incluyan medidas específicas, cronogramas, asignación de responsabilidades, y recursos necesarios para que la norma se cumpla.

Reevaluación del diseño y la planificación asegurando que estos cambios de los diseños que cumpla con las normativas actuales donde se integre sin afectar significativamente el cronograma y el presupuesto del proyecto, por lo cual se evalúa la posibilidad de rediseñar, replanificar ciertas áreas del proyecto.

Las medidas correctivas es realizar una revisión y ajuste de diseños o de obra para cumplir con las especificaciones requeridas, teniendo en cuenta las nuevas aprobaciones que se deben realizar al proyecto, para asegurar resolver estas problemáticas rápidamente para evitar sanciones. Por otro lado, la mejora continua en gestión de proyectos incluye documentar lo

sucedido, ajustar procesos de diseño y construcción para evitar futuras complicaciones y realizar una revisión de normativa periódicamente manteniéndose actualizado con los posibles cambios de regulación.

R1 – Cambios de administración gubernamental

Se debe contar con contratos sólidos que protejan los objetivos del proyecto a largo plazo, independientemente de los cambios políticos que existan, en donde se debe establecer una relación amplia de stakeholders para evitar depender de los cambios de administración, realizar alianzas público-privadas que brinden estabilidad al proyecto, teniendo planes flexibles para adaptarse a las nuevas políticas sin afectar el cronograma y el presupuesto.

Si los cambios de la administración gubernamental afectan el proyecto, se vuelve necesario renegociar los términos, alineando el proyecto con las prioridades políticas, teniendo estrategias de comunicación para recalcar el valor social que tenga el proyecto.

Una mejora continua en la gestión de proyectos implica realizar un monitoreo constante en el entorno político para anticiparse a los posibles cambios ajustando las estrategias de gestión, revisando periódicamente los contratos y alianzas para que el proyecto esté preparado ante cualquier cambio que se pueda llegar a presentar, promoviendo enfoques flexibles y adaptables.

13. Conclusiones

La gestión de riesgos en la construcción del Museo Nacional de la Memoria en Bogotá ha demostrado ser fundamental para asegurar la viabilidad y el éxito del proyecto. A lo largo de este proceso, se empleó una metodología estructurada basada en los estándares del Project Management Institute (PMI) y su guía PMBOK (Project Management Body of Knowledge). Estas herramientas permitieron una gestión integral y efectiva de los riesgos asociados al proyecto,

asegurando que cada fase de la construcción fuera evaluada y controlada de manera sistemática. El uso de estas herramientas fue esencial debido a su enfoque globalmente reconocido para la gestión de proyectos similares, que incluye la identificación, análisis, evaluación y mitigación de estos riesgos. Estas características no solo proporcionan un marco estructurado, sino que también permiten la personalización según las necesidades específicas del proyecto, lo que en el caso del Museo Nacional de la Memoria resultó en un manejo más preciso y enfocado de los riesgos, donde se analizó los diferentes tipos de riesgo que afectaron la continuidad del proyecto.

Una de las metodologías clave utilizadas para priorizar los riesgos fue la matriz de probabilidad e impacto, complementada con el valioso juicio de expertos. Este enfoque permitió no solo identificar, sino también clasificar y priorizar 25 riesgos significativos que afectaron la continuidad y ejecución de la obra. La colaboración con expertos con énfasis en diferentes áreas en la materia proporcionó un análisis detallado y una perspectiva enriquecida, asegurando que los riesgos críticos sean analizados y mitigados de manera óptima.

Por otra parte, el proceso de priorización de riesgos no solo identificó áreas de mayor vulnerabilidad, sino que también proporcionó recomendaciones específicas para mitigarlas. Estos riesgos, categorizados como "Altos" y "Extremos", abarcaron desde cuestiones técnicas, como la falta de unificación en la implementación de Building Information Modeling (BIM), hasta problemas administrativos, como los retrasos en la obtención de permisos y bajos estándares de calidad en los materiales.

Según el análisis, la experiencia demuestra que, en proyectos de esta magnitud, la capacidad para prever y mitigar riesgos es tan esencial como la propia ejecución técnica de la obra. La construcción del Museo se puede beneficiar de un enfoque estratégico que, al identificar las principales amenazas desde el inicio, puede asegurar una mayor resiliencia y sostenibilidad del proyecto, protegiendo tanto el patrimonio cultural como los recursos públicos invertidos por la nación.

Por último, la cuantificación y evaluación detallada de estos riesgos permitió la asignación de recursos más eficientes, minimizando el impacto potencial en el cronograma y el presupuesto del proyecto. La implementación de estas recomendaciones no solo mejoró la seguridad y eficiencia del proceso de construcción, sino que también estableció un precedente fundamental para futuros proyectos de infraestructura pública en Colombia.

El estudio ofrece un marco de referencia aplicable a futuros proyectos de construcción en Colombia. La correcta gestión de los riesgos garantiza una ejecución eficiente en términos de tiempo y costos, pero además permite mitigar impactos significativos que podrían comprometer la calidad final de la obra. La metodología aplicada, basada en el análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos, resulta replicable en otros proyectos de infraestructura, proporcionando a los gestores de proyectos herramientas clave para anticiparse a posibles contingencias y maximizar las oportunidades de éxito. La gestión de riesgos demuestra ser una herramienta indispensable para la mejora continua en el sector de la construcción, particularmente en proyectos de gran envergadura y relevancia cultural.

14. Bibliografía

1. Arenas, N. (2020). Planeación, mitigación de riesgos en proyectos de construcción y metodología PMI [Tesis de pregrado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio UMNG <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/38574/ArenasRoaNicolas2020.pdf;jsessionid=B953B65719F48ADE2CF55E3C6671413F?sequence=1>
2. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

<https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>

3. Buxadé, C., Gómez, J., Espel, R., Grima, R., Buxadé, À, Ferrando, R., Aguado, A. (2010) Proyecto y construcción del cierre del ábside de la Sagrada Familia.
<http://e-ache.com/modules/pd-downloads/visit.php?cid=1&lid=35>
4. Cámara Colombiana de la Infraestructura. (2010). Los factores que afectan el buen desarrollo de las obras en el país.
[https://www.infraestructura.org.co/nuevapagweb/presentaciones/2010/FACTOR ES%20ATRASOS%20OBRAS-4%20de%20feb%202010.pdf](https://www.infraestructura.org.co/nuevapagweb/presentaciones/2010/FACTOR%20ATRASOS%20OBRAS-4%20de%20feb%202010.pdf)
5. Centro Nacional de Memoria Histórica. (s.f.). Contexto.
<https://centrodememoriahistorica.gov.co/contexto/#:~:text=El%20CNMH%20reco noce%2C%20dinamiza%2C%20divulga,la%20transformaci%C3%B3n%20cultural%20y%20la>
6. Contraloría General de la República (2022). Informe de auditoría financiera independiente: Al Centro Nacional de Memoria Histórica.
<https://centrodememoriahistorica.gov.co/wp-content/uploads/2023/07/Informe-Auditoria-Contraloria-vigencia-2021-Fuente-en-la-Contraloria.pdf>
7. Decreto 1072 de 2015. [Ministerio de trabajo] Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. 26 de mayo de 2015.
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=72173
8. Decreto 1347 de 2021. [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Salud y Protección Social] Por el cual se adiciona el Capítulo 12 al Título 4 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1072 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, para adoptar el Programa de Prevención de Accidentes Mayores – PPAM. 26 de octubre de 2021.

https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=17304

3

9. Decreto 4803 de 2011 [Gobierno de Colombia] Por el cual se establece la estructura del Centro de Memoria Histórica. 20 de diciembre del 2011.
<https://www.unidadvictimas.gov.co/wp-content/uploads/2016/03/decreto-4803-de-2011.pdf>
10. Departamento Administrativo de la Función Pública. (2022) Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas.
https://www1.funcionpublica.gov.co/documents/28587410/34299967/Guia_administracion_riesgos_capitulo_riesgo_fiscal.pdf
11. Gómez, R. (2019) Gestión de riesgos en contratos de construcción. Propuesta para reducir plazos y costos, año 2019. Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun, 3 (1), 47–55. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v3i1.82>
12. Gómez, L. (2020) Proceso de innovación arquitectónica en la Sagrada Familia de Gaudí. [Tesis fin de grado, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid] Archivo digital UPM
https://oa.upm.es/63281/1/TFG_Jun20_Gomez_Lobo_Hernaiz_Laura.pdf
13. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®). Project Management Institute, 2017. APA, 7.^a ed. Project Management Institute.
14. Guirao Goris, Silamani J. Adolf. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. Ene, 9(2)
<https://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
15. Jiménez, V. (2012). Análisis de riesgo en proyectos de infraestructura [Título de magíster en ingeniería civil, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional Seneca.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/54986d2d-533d-46fa-9dd3-c7f8e76089e6/content>

16. Ley 1562 de 2012. Por la cual se modifican el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional. 11 de julio de 2012.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>
17. Ley 80 del 93. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. 28 de octubre de 1993.
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=304
18. Ley 87 de 1993. Por la cual se establecen normas para el ejercicio del control interno en las entidades y organismos del estado y se dictan otras disposiciones.
29 de noviembre de 1993
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=300
19. Norma Técnica Colombiana 4114. (1997) Seguridad Industrial. Realización de inspecciones planeadas. <https://syiconsultores.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/09/ntc-4114-realizacion-de-inspecciones-planeadas.pdf>
20. Normas técnicas colombianas (ICONTEC) (s.f) Los beneficios de las normas técnicas en tu vida diaria. <https://www.icontec.org/normalizacion/los-beneficios-de-las-normas-tecnicas-en-tu-vida-diaria/>
21. Ökmen, Ö., & Ötzaş, A. (2008). Construction Project Network Evaluation with Correlated Schedule Risk Analysis Model. Journal of Construction Engineering & Management, 134(1), 49-63.
22. Ortiz, C. & Cruces, N. (2018). Análisis de riesgos en la programación de proyectos de construcción. caso de estudio en la subsecretaría de renovación urbana y vivienda de la ciudad de palmira [Tesis de pregrado, Universidad del Valle].

23. Resolución 069 de 2014 [Centro Nacional de Memoria Histórica] Por la cual se crean un grupo interno de trabajo y se establecen unas funciones. 30 de abril de 2014.
- <https://centrodememoriahistorica.gov.co/descargas/transparencia/resoluciones-cnmh/2014/resolucion-069.pdf>
24. Rosu, M. M., Rohan, R., y Juganaru, C. (2017). Methodology for risk analysis of projects. MATEC Web of Conferences, 112 09012. <https://doi-org.ezproxy.umng.edu.co/10.1051/mateconf/201711209012>
25. Szymański, P. (2017). Risk management in construction projects. Procedia Engineering, 208 174–182. <https://doi-org.ezproxy.umng.edu.co/10.1016/j.proeng.2017.11.036>
26. Ministerio de Salud y Protección Social. (2022) Guía para la identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles. <https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/GTHG01.pdf>
27. American Concrete Institute (ACI). (n.d.). Estudio sobre errores de diseño en proyectos complejos. American Concrete Institute. <https://www.concrete.org>
28. Federal Emergency Management Agency (FEMA). (n.d.). Manual de evaluación de riesgos de desastres. Federal Emergency Management Agency. <https://www.fema.gov>
29. Project Management Institute (PMI). (2017). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide) (6th ed.). Project Management Institute. <https://www.pmi.org>
30. Stanford University. (n.d.). Estudio sobre la gestión de proyectos de construcción a gran escala. Stanford University. <https://www.stanford.edu>

31. Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES). (2011). Política de riesgos previsible en la contratación estatal (Documento CONPES No. 3714). Departamento Nacional de Planeación. <https://www.dnp.gov.co/CONPES>
32. Construction Industry Institute (CII). (2015). Quantitative measures for construction schedule risk analysis. Construction Industry Institute. <https://www.construction-institute.org>
33. Fayek, A. R., Kenley, R., & Clarkson, R. (2017). Managing project schedule risk in Latin American infrastructure projects. International Journal of Project Management, 35(3), 317-328. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.04.004>
34. Flyvbjerg, B., Holm, M. K. S., & Buhl, S. L. (2003). How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects. Transport Reviews, 23(1), 71-88. <https://doi.org/10.1080/0144164022000016664>
35. Olmos, S. (2016). Evaluación de los riesgos de cronograma en proyectos de infraestructura en Colombia. Revista de Ingeniería de Construcción, 31(2), 125-136. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732016000200003>
36. American Concrete Institute (ACI). (2015). Manual of Concrete Practice. <https://www.concrete.org>
37. Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). Concrete: Microstructure, Properties, and Materials. McGraw-Hill Education. <https://doi.org/10.1036/0071797874>
38. López, M. A. (2019). Gestión de riesgos en la administración de proyectos de construcción. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/12345>
39. Martínez, J., & Gómez, L. (2020). Estrategias para la gestión de riesgos en pymes. Revista de Administración y Finanzas, 10(2), 45-60. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://revistas.unam.mx/index.php/admfin/article/view/56789>

40. Ramírez, C. A. (2021). *Plan de gestión de riesgos en la industria automotriz*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/90876>
41. CG de Riesgos. (2012). Manual Gestión de Riesgos. Asamblea de Santander. Recuperado de <https://asambleadesantander.gov.co/wp-content/uploads/2024/08/M-GE-03-Manual-Gestion-de-Riesgos.pdf>
42. Otero López, M. J. (2003). Errores de medicación y gestión de riesgos. Revista Española de Salud Pública. Recuperado de <https://www.scielosp.org/pdf/resp/2003.v77n5/527-540/es>
43. Herzer, H., Rodríguez, C., & Celis, A. (2002). Convivir con el riesgo o la gestión del riesgo. Red de Estudios de Desastres en América Latina. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Alejandra-Celis/publication/237638971_CONVIVIR_CON_EL_RIESGO_O_LA_GESTION_DEL_RIESGO1/links/5591847c08ae1e1f9baff784/CONVIVIR-CON-EL-RIESGO-O-LA-GESTION-DEL-RIESGO1.pdf
44. Sánchez, L. (2015). COSO ERM y la gestión de riesgos. Quipukamayoc. Recuperado de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quipu/article/download/11625/10435/40584>
45. Cardona Arboleda, O. D. (2008). Medición de la gestión del riesgo en América Latina. Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/7056/?sequence=1>
46. De Riesgos, G. (2010). Gestión de riesgos. MemoriaNH. Recuperado de <https://memorianh.com/2022/pdfs/einf/es/nh-einf-2022-07.pdf>

47. Lavell, A. (2001). Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición. Biblioteca Virtual en Salud de Desastres-OPS. Recuperado de <https://www.academia.edu/download/95552607/doc15036-lavell-gestion-riesgo.pdf>
48. Soler-González, R., & Varela-Lorenzo, P. (2018). La gestión de riesgo: el ausente recurrente de la administración de empresas. Revista Ciencia, Técnica y Humanismo. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661257005/582661257005.pdf>
49. Lavell, A. (1999). Gestión de riesgos ambientales urbanos. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Recuperado de https://www.unisdr.org/files/11008_GestionDeRiesgosAmbientalesUrbanos1.pdf
50. Calderón Ramírez, D., & Frey, K. (2017). El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia. Territorios. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-84182017000100011&script=sci_arttext

15. Anexos

Anexo 1. Formato juicio de expertos

Probabilidad	Remota	Imposible	Posible	Recurrente	Frecuente
	1	2	3	4	5
Impacto	Minimo	Moderado	Significativo	Mayor	Severo
	1	2	3	4	5

Experto 1	Nombre experto	
	Formación académica	
	Años de experiencia	
	Área de trabajo	
	Experiencia	
	¿Cómo maneja la evaluación de riesgos en los proyectos o casos en los que ha trabajado?	
	¿Puede proporcionar ejemplos de cómo identificó y mitigó riesgos en un proyecto anterior?	
	Basados en su experiencia, ¿cuales son las mejores prácticas en su campo que deberían seguirse en el contexto del caso?	

TIPOS DE RIESGO		
Riesgo Financiero	Riesgo ambiental	Riesgo tecnológico
Riesgo de Cronograma	Riesgo de diseño	Riesgo político
Riesgo de Calidad	Riesgo legal	
Riesgo de seguridad	Riesgo de recursos humanos	

1	Tipo de Riesgo			
Descripción del riesgo				
Etapa en la que se materializa				
¿A qué área pertenece?				
Consecuencias de materializarse				
Medidas de mitigación				
¿Quién es el responsable?				
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo			Remota	
		Probabilidad		Impacto

2	Tipo de Riesgo			
Descripción del riesgo				
Etapa en la que se materializa				
¿A qué área pertenece?				
Consecuencias de materializarse				
Medidas de mitigación				
¿Quién es el responsable?				
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo			Remota	
		Probabilidad		Impacto

3	Tipo de Riesgo			
Descripción del riesgo				
Etapas en la que se materializa				
¿A qué área pertenece?				
Consecuencias de materializarse				
Medidas de mitigación				
¿Quién es el responsable?				
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo		Remota		Mínimo
	Probabilidad		Impacto	

4	Tipo de Riesgo			
Descripción del riesgo				
Etapas en la que se materializa				
¿A qué área pertenece?				
Consecuencias de materializarse				
Medidas de mitigación				
¿Quién es el responsable?				
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo		Remota		Mínimo
	Probabilidad		Impacto	

5	Tipo de Riesgo				
Descripción del riesgo					
Etapa en la que se materializa					
¿A qué área pertenece?					
Consecuencias de materializarse					
Medidas de mitigación					
¿Quién es el responsable?					
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo			Remota		Mínimo
		Probabilidad		Impacto	

Anexo 2. Juicio de expertos profesional 1

Experto 1	Nombre experto	Nicolas Torres
	Formación académica	Ingeniero civil de la Universidad Santo Tomas, especialista en gerencia de proyectos de la Universidad del Rosario, especialista en construccion sostenible del Colegio Mayor de Cundinamarca, magister en gestion y evaluacion de proyectos de inversión de la Univeridad Externado de Colombia
	Años de experiencia	12 años
	Área de trabajo	Construcción de obras civiles y actualmente es dueño de una constructora
	Experiencia	Supervisor contratos IDU, gerente de constructora ICMEC, docente universitario de la Universidad Santo Tomas (maquinaria y procedimientos constructivos)
	¿Cómo maneja la evaluación de riesgos en los proyectos o casos en los que ha trabajado?	Matriz de riesgos, identificacion de riesgos, evaluacion de riesgos, accion o tratamiento de riesgos
	¿Puede proporcionar ejemplos de cómo identificó y mitigó riesgos en un proyecto anterior?	Manejar anticipos altos para los riesgos financieros
	Basados en su experiencia, ¿cuáles son las mejores prácticas en su campo que deberían seguirse en el	Evaluación antes, durante y al finalizar cada proyecto de riesgos debido a que estos van cambiando durante el proyecto

Tipo de Riesgo	Riesgo político			
Descripción del riesgo	Cambio administracion no permite la ejecucion del proyecto, al ser un proyecto de orden nacional, los recursos se asignan mediante la administración que esta en su ejecución, algunas administraciones no tenían interes en el caracter social del proyecto, por lo tanto los desembolsos no se dan			
Etapas en la que se materializa	Se puede materializar durante cualquier etapa del proyecto			
¿A qué área pertenece?	Area financiera			
Consecuencias de materializarse	Suspensión parcial o total del proyecto			
Medidas de mitigación	Firmar certification de disponibilidad presupuestales (CDP) antes de continuar los proyectos, solicitud de compromisos de vigencias futuras			
¿Quién es el responsable?	Contratista, entidad y ministerio de hacienda			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	2	Imposible	5	Severo
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Riesgo financiero			
Descripción del riesgo	Cambios bruscos de la tasa representativa del mercado (TRM) debido a que tenía un acabado con un sistema español, y se debía traer de Europa, se debe comprar mucho material y si la TRM cambia el valor cambia			
Etapas en las que se materializa	En el inicio del proyecto debido a que las compras grandes que requieren grandes inversiones se realizan en la etapa inicial			
¿A qué área pertenece?	Aprovisionamiento de materiales			
Consecuencias de materializarse	Retraso en la ejecución de obra			
Medidas de mitigación	Contratos con anticipos altos			
¿Quién es el responsable?	Contratista y proveedor			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	3	Posible	3	Significativo
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Riesgo de cronograma			
Descripción del riesgo	Retraso en el cronograma por mala selección de subcontratistas			
Etapas en las que se materializa	Se puede materializar durante todo el proyecto			
¿A qué área pertenece?	Construcción			
Consecuencias de materializarse	Retraso de obra			
Medidas de mitigación	DUE diligente en el proceso de selección (verificación de requisitos habilitantes, técnicos, jurídicos y financieros de los contratistas)			
¿Quién es el responsable?	Gerente del proyecto			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	2	Imposible	4	Mayor
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Interacción con otras entidades			
Descripción del riesgo	Demoras en tramites con otras entidades (Planes de manejo de trafico (PMT), licencias, permisos)			
Etapas en la que se materializa	Se puede materializar durante todo el proyecto			
¿A qué área pertenece?	Interinstitucional			
Consecuencias de materializarse	Retraso de obra			
Medidas de mitigación	Asignación de un profesional con entidades publicas			
¿Quién es el responsable?	Gerente de proyecto			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	4	Recurrente	2	Moderado
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Desabastecimiento de materiales			
Descripción del riesgo	No disponibilidad de los materiales para las obras			
Etapas en la que se materializa	Se puede materializar durante todo el proyecto			
¿A qué área pertenece?	Construcción			
Consecuencias de materializarse	Retraso de obra , sobrecostos por cambio de especificaciones			
Medidas de mitigación	Compromisos con produccion de insumos durante la vigencia de un contrato, polizas de calidad de suministros			
¿Quién es el responsable?	Gerente del proyecto			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	1	Remota	5	Severo
	Probabilidad		Impacto	

Anexo 3. Juicio de expertos profesional 2

Experto 2	Nombre experto	Juan Carlos Castro
	Formación académica	Ingeniero civil y Doctor en ingeniería sísmica y dinámica estructural de la universidad Politécnica de Cataluña
	Años de experiencia	Ingeniero civil 20 años y doctor 14 años de experiencia
	Área de trabajo	Construcción y montaje de puentes, sistemas de disipación de energía y docente universitario
	Experiencia	lizado de estructuras metálicas, fundaciones, docente
	¿Cómo maneja la evaluación de riesgos en los proyectos o casos en los que ha trabajado?	El riesgo económico porque los precios fluctúan mucho
	¿Puede proporcionar ejemplos de cómo identificó y mitigó riesgos en un proyecto anterior?	Todo se maneja por administración delegada, el contratista debe asumir el riesgo comprando materiales y el ingeniero solo es el director de obra, no se encargaba de comprar materiales
	basados en su experiencia, ¿cuáles son las mejores prácticas en su campo que deberían seguirse en el	Realizar bien el diseño de mezcla, las resistencias no son las diseñadas, generalmente no es uniforme el ensayo de resistencia

Tipo de Riesgo	Homogeneidad en las constantes mecánicas del concreto			
Descripción del riesgo	Falla por impedancia y no continuidad estructural de los elementos			
Etapas en la que se materializa	Se materializa cuando se funde el concreto			
¿A qué área pertenece?	Área de ejecución y licencia de obra			
Consecuencias de materializarse	Fisuras			
Medidas de mitigación	Excelente control de calidad en diseño de mezclas y curado del concreto			
¿Quién es el responsable?	Concretera y residente de obra			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	5	Frecuente	3	Significativo
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Mano de obra no calificada para la ejecuciun de la obra			
Descripción del riesgo	Mal armado en los aceros debido a que no se ponen donde es, el que es , ni los anclajes donde son			
Etapas en la que se materializa	Se materializa cuando se arma el acero			
¿A qué área pertenece?	Direccion de obra			
Consecuencias de materializarse	Perdida de resistencia en la estructura			
Medidas de mitigación	Revision exhaustiva por parte del ingeniero diseñador, algunas veces no se pone hierro y funden el concreto			
¿Quién es el responsable?	Residente de obra			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	4	Recurrente	4	Mayor
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Riesgo de cronograma			
Descripción del riesgo	En cualquier momento de ejecuciónn de obra, no hay recursos			
Etapas en la que se materializa	En cualquier etapa del proyecto			
¿A qué área pertenece?	Área financiera			
Consecuencias de materializarse	Retrasos en obra			
Medidas de mitigación	Administracion delegada			
¿Quién es el responsable?	Orden publico, entidad que gira los recursos			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	5	Frecuente	2	Moderado
	Probabilidad		Impacto	

Anexo 4. Juicio de expertos profesional 3

Experto 3	Nombre experto	Alison Gómez
	Formación académica	Ingeniera civil
	Años de experiencia	3 años
	Área de trabajo	Laboratorio de control de materiales
	Experiencia	Control de calidad de materiales de construcción y auxiliar de calidad (ingeniero de investigación y desarrollo)
	¿Cómo maneja la evaluación de riesgos en los proyectos o casos en los que ha trabajado?	Durante mi tiempo como Jefe de Laboratorio, evaluaba los riesgos asociados a la calidad de los materiales, lo cual incluía asegurar que las muestras cumplieran con las especificaciones técnicas y normativas, minimizando los riesgos que pudieran afectar el rendimiento estructural y la seguridad de los proyectos. De acuerdo a la necesidad del cliente realizaba asesoramiento sobre los controles rigurosos en cada etapa del proceso para mitigar posibles errores. Actualmente, realizo revisiones aleatorias sobre informes técnicos. Además, es mi función principal revisar los procesos definidos por el sistema de gestión de calidad y verificar que estos se cumplan, y para trabajo en equipo con otras áreas para implementar planes de contingencia que minimicen el impacto de cualquier riesgo identificado.
	¿Puede proporcionar ejemplos de cómo identificó y mitigó riesgos en un proyecto anterior?	Al realizar los ensayos de control sobre mezcla asfáltica, detectamos que algunas muestras no cumplían con los parámetros establecidos por las normas. Este resultado nos permitió identificar un riesgo alto de falla en la capa de asfalto posterior a compactar. Otro ejemplo fue cuando asesoré a un cliente, ya que al realizar el ensayo de resistencia estas muestras no cumplían con los requisitos de resistencia. Al revisar el diseño de mezcla proporcionado por el cliente, identifiqué inconsistencias en las características de los materiales utilizados. Las composiciones de los agregados diferían de las especificadas en el diseño, lo que afectaba negativamente los resultados. Como medida correctiva, recomendé realizar una caracterización completa de los materiales para ajustar el diseño de mezcla. Esta intervención tuvo un impacto positivo en el rendimiento del concreto, mejorando su resistencia y asegurando el cumplimiento de las especificaciones.
	basados en su experiencia, ¿cuáles son las mejores prácticas en su campo que deberían seguirse en el contexto del caso?	Caracterización precisa de los materiales: Antes de iniciar cualquier proyecto, es crucial realizar una caracterización exhaustiva de los materiales. Ensayos de control en todas las etapas: La implementación de controles de calidad rigurosos en todas las fases del proceso, desde la recepción de los materiales hasta la elaboración de las mezclas y la ejecución de los ensayos, es esencial para detectar cualquier inconsistencia o desviación. Interpretación correcta de las especificaciones técnicas: Es esencial que todos los involucrados comprendan a las especificaciones técnicas. Esto incluye también las tolerancias permitidas. Documentación y trazabilidad: Es esencial llevar un registro detallado de los resultados de los ensayos y las pruebas realizadas a los materiales. Cumplimiento de los procesos: Es importante que los procesos se cumplan según los estándares, pero esto no limita a los involucrados exponer las dudas o mejoras que consideren.

Tipo de Riesgo	Riesgo de Calidad			
Descripción del riesgo	Deficiencias en la calidad de los materiales o ejecución que no cumplan con los estándares especificados.			
Etapas en la que se materializa	Durante la construcción o instalación de materiales y acabados.			
¿A qué área pertenece?	Gestión de calidad / supervisión de obra.			
Consecuencias de materializarse	Retrabajos, aumento de costos, retrasos en la entrega y disminución de la durabilidad del proyecto.			
Medidas de mitigación	Implementar controles de calidad estrictos Capacitación continua a los trabajadores Auditorías periódicas durante el proceso de construcción Selección rigurosa de proveedores de materiales certificados			
¿Quién es el responsable?	Supervisor de obra Proveedor de materiales			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	3	Posible	4	Mayor
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Riesgo Legal			
Descripción del riesgo	Incumplimiento de normativas locales o internacionales, o problemas con los permisos y licencias del proyecto.			
Etapas en la que se materializa	Antes y durante la ejecución del proyecto (planeación y ejecución).			
¿A qué área pertenece?	Asesoría legal / Gestión administrativa.			
Consecuencias de materializarse	Multas o sanciones legales Suspensión temporal o definitiva del proyecto Daño a la reputación de la empresa Aumento en costos por procesos judiciales o administrativos			
Medidas de mitigación	Consultar a un equipo legal especializado durante todo el proyecto (Abogados) Garantizar que todas las licencias, permisos y regulaciones estén en orden antes de comenzar Mantener un monitoreo constante de cambios en la normativa local (NSR-10, NTC, RAS)			
¿Quién es el responsable?	Gerente del proyecto			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	3	Posible	5	Severo
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Riesgo de diseño			
Descripción del riesgo	Errores o inconsistencias en los planos y especificaciones técnicas que resulten en problemas durante la construcción			
Etapas en la que se materializa	Durante la fase de diseño y planificación, pero también puede afectar la fase de ejecución			
¿A qué área pertenece?	Departamento de diseño y arquitectura / Ingeniería			
Consecuencias de materializarse	Retrasos en el cronograma por correcciones Aumento de costos debido a modificaciones en obra Deficiencias en la funcionalidad o seguridad del proyecto Conflictos con contratistas o proveedores			
Medidas de mitigación	Revisiones exhaustivas y auditorías de los planos antes de aprobarlos Implementar herramientas de software BIM (Building Information Modeling) para detectar interferencias y errores en el diseño Revisión y aprobación por parte de ingenieros y expertos antes de la ejecución Incluir retroalimentación del equipo de construcción durante la fase de diseño			
¿Quién es el responsable?	Ingeniero Jefe del equipo de diseño Ingenieros consultores del proyecto. Supervisor de revisión técnica			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	4	Recurrente	5	Severo
	Probabilidad		Impacto	

Anexo 5. Juicio de expertos profesional 4

Experto 4	Nombre experto	Felipe Riaño
	Formación académica	Ingeniero Civil
	Años de experiencia	22 años
	Área de trabajo	Supervisión de obra, comité técnico de obras privadas y públicas, docencia en proyectos, miembro de comité técnico y licitaciones
	Experiencia	Supervisión de obra, comité técnico de obras privadas y públicas, docencia en proyectos, miembro de comité técnico y licitaciones
	¿Cómo maneja la evaluación de riesgos en los proyectos o casos en los que ha trabajado?	MPG, ISO9001, NTC 5254 - GESTIÓN RIESGOS ISO 30001
	¿Puede proporcionar ejemplos de cómo identificó y mitigó riesgos en un proyecto anterior?	LICITACIONES TIENEN IDENTIFICADOS LOS RIEGOS,
	basados en su experiencia, ¿cuáles son las mejores prácticas en su campo que deberían seguirse en el	

Tipo de Riesgo	Riesgo financiero			
Descripción del riesgo	Insuficiencia de recursos financieros o mala gestión del presupuesto que afecte la continuidad del proyecto.			
Etapas en la que se materializa	Durante la planificación financiera, ejecución del proyecto o fases finales (cierre y entrega).			
¿A qué área pertenece?	Gestión de proyectos.			
Consecuencias de materializarse	Paralización de las obras por falta de recursos y también incumplimiento con los proveedores y contratistas. Por otro lado, se incrementan los costos debido a financiamiento de emergencia o recortes de calidad. Daño a la reputación y posibles acciones legales por incumplimientos financieros.			
Medidas de mitigación	Existen diferentes medidas de mitigación como: Planificación financiera rigurosa con márgenes de contingencia y un control estricto de gastos y monitoreo del flujo de caja durante todo el proyecto. También la diversificación de fuentes de financiamiento y auditorías financieras periódicas. Evaluación del riesgo financiero antes de la ejecución del proyecto, considerando posibles fluctuaciones económicas o cambios en tasas de interés.			
¿Quién es el responsable?	Director de proyecto y área comercial			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	4	Recurrente	4	Mayor
		Probabilidad	Impacto	

Tipo de Riesgo	Riesgo técnico			
Descripción del riesgo	Fallos en equipos, maquinaria o tecnologías utilizadas durante la ejecución del proyecto			
Etapas en la que se materializa	Durante la fase de construcción			
¿A qué área pertenece?	Construcción e Ingeniería			
Consecuencias de materializarse	Las consecuencias son: Retrasos en el cronograma por paradas técnicas y costos adicionales para reparación o reemplazo de equipos. También se puede presentar pérdida de productividad y eficiencia y se compromete la calidad y seguridad del proyecto			
Medidas de mitigación	Se debe realizar un mantenimiento preventivo y monitoreo constante de equipos y tecnologías críticas. Tener en cuenta la capacitación continua del personal en el manejo adecuado de la maquinaria y contar con planes de contingencia y equipos de reemplazo disponibles. Por último, hacer una revisión técnica exhaustiva antes de la compra o alquiler de equipos			
¿Quién es el responsable?	Ingenieros de campo y Supervisores de maquinaria y equipos			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	3	Posible	3	Significativo
		Probabilidad	Impacto	

Tipo de Riesgo	Riesgo de calidad			
Descripción del riesgo	Incumplimiento de estándares de calidad en materiales o procesos constructivos			
Etapas en la que se materializa	Ejecución de obra			
¿A qué área pertenece?	Área técnica / Construcción			
Consecuencias de materializarse	Retrabajos, sobrecostos, retrasos en cronograma, posibles problemas estructurales o funcionales			
Medidas de mitigación	Implementar un sistema de gestión de calidad y realizar inspecciones y pruebas frecuentes. También capacitar al personal en estándares de calidad y seleccionar proveedores confiables que cumplan con la normativa			
¿Quién es el responsable?	Jefe de calidad / Residente de obra			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	3	Posible	4	Mayor
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Riesgo de cronograma			
Descripción del riesgo	Retrasos en la ejecución de actividades que afectan el tiempo de entrega del proyecto			
Etapas en la que se materializa	Todas las etapas (planificación, ejecución, cierre)			
¿A qué área pertenece?	Gestión de proyectos / Planificación			
Consecuencias de materializarse	Incumplimiento de plazos contractuales, sobrecostos por extensión de tiempo, posibles penalizaciones, insatisfacción del cliente			
Medidas de mitigación	Tener una planificación detallada y realista del cronograma e implementar métodos de seguimiento y control. Por otro lado, identificar y gestionar la ruta crítica y establecer buffers de tiempo para actividades críticas. Por ultimo, realizar reuniones periódicas de seguimiento Aplicar técnicas de fast-tracking o crashing cuando sea necesario			
¿Quién es el responsable?	Gerente de proyecto / Planificador (Ingeniero)			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	4	Recurrente	5	Severo
	Probabilidad		Impacto	

Anexo 6. Juicio de expertos profesional 5

Experto 5	Nombre experto	Angela Alvarez
	Formación académica	Ingeniería civil, magister en ingeniería geotecnia de la Universidad Nacional de Colombia
	Años de experiencia	15 años
	Área de trabajo	Consultoría en geotecnia y pavimentos y docencia
	Experiencia	Consultoría para diseño de cimentaciones superficiales y profundas, diseño de pavimentos viales y aeroportuarios, análisis de estabilidad de taludes
	¿Cómo maneja la evaluación de riesgos en los proyectos o casos en los que ha trabajado?	Anticiparse, y cuando está el problema mitigarlo, realizar un control y gestión de recursos para mitigar el impacto
	¿Puede proporcionar ejemplos de cómo identificó y mitigó riesgos en un proyecto anterior?	En el estudio habían zonas críticas, fueron identificadas mediante un proceso visual, se observaron particularidades y se encuentra que no hay una delimitación de estas áreas particulares y la cimentación propuesta no se comportaba de igual manera en estas zonas, por lo cual se realizaron unos ensayos de verificación, unas pruebas complementarias.
	basados en su experiencia, ¿cuáles son las mejores prácticas en su campo que deberían seguirse en el contexto del caso?	Mejores prácticas, adecuada investigación de los suelos, apropiarse y verificar información secundaria disponible realizando un análisis consensado, comunicación de las diferentes áreas, lo cual repercute en reprocesos.

Tipo de Riesgo	Fallos en excavaciones			
Descripción del riesgo	Falla de fondo, el elemento de soporte queda con una longitud insuficiente y la excavación inicia a cerrarse			
Etapas en la que se materializa	Etapas de construcción			
¿A qué área pertenece?	Área de construcción, estudios y diseños			
Consecuencias de materializarse	Mayores tiempos, sobrecostos y afectación a infraestructura vecina			
Medidas de mitigación	Estabilizar, realizar contrapesos, algún tipo de inyección, pero depende del presupuesto y del tipo de excavación, implementación de elementos de apoyo, sin embargo dependen de la magnitud y las causas del problema			
¿Quién es el responsable?	Puede ser un evento natural, puede fallar una tubería cercana, error humano, compilación de todo o el área de diseño o construcción, interventoría			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	3	Posible	3	Significativo
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Afectaciones a estructuras adyacentes			
Descripción del riesgo	Producto de alguna falla, sobrecarga que afecta la estructura vecina, cambios en la condición de soporte y se pueden presentar asentamientos diferenciales			
Etapas en la que se materializa	En el proceso constructivo			
¿A qué área pertenece?	Área de construcción, estudios y diseños			
Consecuencias de materializarse	Pérdidas de vidas humanas si se cae la edificación o colapsa, pérdidas materiales, retrasos, repcesos, sobrecostos, afectación a redes de servicios			
Medidas de mitigación	Monitoreo constante, reconocimiento, identificación previa, actas de vecindad			
¿Quién es el responsable?	Equipo de construcción, interventoría			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	3	Posible	3	Significativo
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Variaciones del perfil			
Descripción del riesgo	Identificación de zonas de comportamiento atípico, respecto a lo establecido durante el proceso de investigación de estudios y diseños.			
Etapas en la que se materializa	Etapas constructiva			
¿A qué área pertenece?	Construcción, estudios y diseños			
Consecuencias de materializarse	Necesidad de nuevos elementos, ajuste en diseños, ajuste en proceso constructivo, (necesidad de cambio en maquinaria o maquinaria complementaria) retrasos, sobrecostos, accidentes			
Medidas de mitigación	Inspección visual, tener un sistema de alertas teniendo en cuenta el suelo			
¿Quién es el responsable?	Equipo de construcción, estudios y diseños, interventor			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	2	Imposible	4	Mayor
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Indisponibilidad de infraestructura adyacente			
Descripción del riesgo	Se puede inducir en la suspensión temporal de los servicios públicos del área adyacente al proyecto			
Etapas en la que se materializa	En cualquier etapa del proyecto			
¿A qué área pertenece?	Construcción			
Consecuencias de materializarse	Suspensión temporal de servicios			
Medidas de mitigación	Control de riesgos, identificación previa, manejo adecuado, desempeño adecuado de la cuadrilla, planes de contingencia			
¿Quién es el responsable?	Ejecutor del proyecto			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	2	Imposible	2	Moderado
	Probabilidad		Impacto	

Anexo 7. Juicio de expertos profesional 6

Experto 6	Nombre experto	Alejandro Reatigui
	Formación académica	Ingeniero Ambiental
	Años de experiencia	10 años
	Área de trabajo	Ingeniero Ambiental en la alcaldía de Funza, Cundinamarca
	Experiencia	Consultoría en el manejo de recursos e innovación en la utilización de materiales renovables, logística ambiental en proyectos de construcción y urbanismo
	¿Cómo maneja la evaluación de riesgos en los proyectos o casos en los que ha trabajado?	Realizo una evaluación exhaustiva de los posibles impactos ambientales, identificando factores como la calidad del aire, el uso del suelo, la contaminación de aguas y residuos generados. Utilizo herramientas como matrices de impacto y análisis cuantitativos de riesgo, y trabajo en conjunto con equipos multidisciplinarios para garantizar la sostenibilidad y el cumplimiento normativo
	¿Puede proporcionar ejemplos de cómo identificó y mitigó riesgos en un proyecto anterior?	En un proyecto de urbanización en Funza, identifiqué el riesgo de contaminación hídrica debido a la cercanía de fuentes de agua subterránea. Implementamos barreras naturales y técnicas de filtración que mitigaron el riesgo, evitando la contaminación y cumpliendo con los estándares ambientales establecidos
	basados en su experiencia, ¿cuáles son las mejores prácticas en su campo que deberían seguirse en el contexto del caso?	Evaluación constante del ciclo de vida de los proyectos para identificar impactos en cada fase. Implementar medidas preventivas antes de que se presenten los problemas ambientales y la integración de la comunidad en la planificación de los proyectos para asegurar un desarrollo sostenible

Tipo de Riesgo	Contaminación del agua subterránea			
Descripción del riesgo	Riesgo de filtración de químicos o residuos tóxicos en fuentes de agua subterráneas durante la construcción o expansión de proyectos urbanos			
Etapas en la que se materializa	Fase de construcción			
¿A qué área pertenece?	Manejo de residuos y control de calidad del agua			
Consecuencias de materializarse	Contaminación del suministro de agua potable, afectación de la biodiversidad acuática y problemas de salud pública			
Medidas de mitigación	Implementación de barreras impermeables en áreas de alto riesgo Monitoreo constante de la calidad del agua Tratamiento de aguas residuales antes de su disposición			
¿Quién es el responsable?				
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	2	Imposible	2	Moderado
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Deforestación en áreas protegidas			
Descripción del riesgo	Riesgo de pérdida de cobertura forestal debido a la expansión de actividades agrícolas o proyectos de infraestructura			
Etapas en la que se materializa	Fase de planificación y expansión			
¿A qué área pertenece?	Uso del suelo y conservación de la biodiversidad			
Consecuencias de materializarse	Pérdida de biodiversidad, erosión del suelo, cambios en el ciclo hidrológico y pérdida de hábitat para especies nativas			
Medidas de mitigación	Creación de corredores ecológicos Reforestación en áreas afectadas Establecimiento de límites claros en las áreas protegidas y sanciones por deforestación ilegal			
¿Quién es el responsable?	Autoridades locales de gestión ambiental y entidades de conservación			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	2	Imposible	3	Significativo
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)			
Descripción del riesgo	Incremento en las emisiones de gases como el CO2 y el metano durante la operación de la construcción de infraestructura			
Etapas en la que se materializa	Fase de operación y construcción			
¿A qué área pertenece?	Ingeniería y planeación			
Consecuencias de materializarse	Contribución al cambio climático, aumento en la temperatura local y global, impactos negativos en la salud pública debido a la mala calidad del aire			
Medidas de mitigación	Implementación de tecnologías limpias y energías renovables Uso de filtros y sistemas de captura de carbono de la maquinaria Monitoreo constante de las emisiones y ajustes en los procesos productivos			
¿Quién es el responsable?	Equipo de sostenibilidad(Ingeniero ambiental) y gerente de operaciones			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	3	Posible	1	Mínimo
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Accidentes laborales			
Descripción del riesgo	Riesgo de caídas, cortes o accidentes relacionados con el manejo de maquinaria pesada durante la construcción de infraestructuras			
Etapas en la que se materializa	Fase de construcción			
¿A qué área pertenece?	Seguridad ocupacional			
Consecuencias de materializarse	Lesiones o fatales, pérdida de productividad y costos adicionales debido a demandas			
Medidas de mitigación	Capacitación continua en el uso adecuado de maquinaria y herramientas Uso obligatorio de equipos de protección personal (EPP) Supervisión y seguimiento diario de las condiciones de seguridad en la obra			
¿Quién es el responsable?	Coordinador de seguridad en obra y supervisor del proyecto (Interventoría)			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	3	Posible	2	Moderado
	Probabilidad		Impacto	

Tipo de Riesgo	Intrusión o vandalismo en el sitio de trabajo			
Descripción del riesgo	Riesgo de intrusión no autorizada, vandalismo o robo en las instalaciones durante la noche o en áreas no vigiladas			
Etapas en la que se materializa	Fase de construcción y operación			
¿A qué área pertenece?	Seguridad física y control de accesos			
Consecuencias de materializarse	Daños a la infraestructura, pérdida de materiales costosos, retrasos en el proyecto y costos adicionales de reparación			
Medidas de mitigación	Instalación de sistemas de vigilancia y alarmas en las áreas críticas Contratación de personal de seguridad y patrullas regulares Control estricto de accesos mediante credenciales y registros			
¿Quién es el responsable?	Jefe de seguridad física y contratista de seguridad			
Probabilidad e impacto de materializarse el riesgo	1	Remota	2	Moderado
	Probabilidad		Impacto	