



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
**de Colombia**  
Vigilada Mineducación

ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS, SEGÚN PMBOK SEXTA EDICIÓN,  
PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA EN  
CUNDINAMARCA: ENFOQUE CONSTRUCTOR

FERNEY ALEXANDER FORERO DIAZ

DAVID STIVEN REYES CANTOR

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C

AÑO 2021

ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS, SEGÚN PMBOK SEXTA EDICIÓN,  
PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA EN  
CUNDINAMARCA: ENFOQUE CONSTRUCTOR

ALEXANDER FORERO DIAZ

DAVID STIVEN REYES CANTOR

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia de  
obras

Asesor

MARIO BONILLA CORREA

Ingeniero Civil, MSc., PMP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN

BOGOTÁ D.C

AÑO 2021



## Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](#). [Advertencia](#).

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

**Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Introducción	3
1. Generalidades	5
1.1. Línea de Investigación	5
1.2. Planteamiento del Problema	5
1.2.1. Antecedentes del problema	6
1.2.2. Pregunta de investigación	7
1.2.3. Variables del problema	7
1.3. Justificación	7
2. Objetivos	8
2.1. OBJETIVO GENERAL	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3. Marcos de referencia	11
3.1. Marco conceptual	11
3.2. Marco teórico	14
3.2.1. Ciclo de vida de la administración de riesgos en proyectos construcción de edificaciones.	15
3.2.2. Plan de la gestión de riesgos en proyecto de infraestructura	16
3.2.3. Apetito de riesgo	16
3.2.4. identificación de riesgos	17
3.2.5. Estructura desagregada del trabajo en la identificación de riesgos	17
3.2.6. Análisis cualitativo de riesgos	18
3.2.7. Posibilidades y efectos de los riesgos en proyectos netamente de infraestructura física	18
3.2.8. Proyectar la reacción a los riesgos	19
3.2.9. Aplicar la reacción a los riegos	19
3.2.10. Monitorear la respuesta a los riegos	19
3.3. Marco jurídico	20
3.4. Marco geográfico	20
3.5. Estado del arte	22
4. Metodología	32
4.1. FASES DEL TRABAJO DE GRADO	32
4.1.1. Fase 1	32

4.1.2.	Fase 2	32
4.1.3.	Fase 3	32
4.1.4.	Fase final	33
4.2.	Instrumentos o herramientas utilizadas	33
4.3.	Población y muestra	33
4.4.	Alcances y limitaciones	33
4.4.1.	Alcance	33
4.4.2.	Limitaciones	34
5.	PRODUCTOS PARA ENTREGAR	35
6.	ENTREGA DE RESULTADOS E IMPACTOS	36
6.1.	DESCRIPCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO	36
6.1.1.	Proyecto A	36
6.1.1.1.	EDT/WBS proyecto A	39
6.1.1.2.	Presupuesto general de obra proyecto A	41
6.1.1.3.	Cronograma general de obra proyecto A	42
6.1.2.	Proyecto B	42
6.1.2.1.	EDT/WBS proyecto B	44
6.1.2.2.	Presupuesto general de obra proyecto B	45
6.1.2.3.	Cronograma general proyecto B	46
6.2.	ANÁLISIS SOBRE EL PROCESO DE PLANIFICIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS	47
6.2.1.	Proyecto A	47
6.2.1.1.	Roles y responsabilidades para la gestión de los riesgos.	47
6.2.1.2.	Calendario de gestión de riesgos para cada categoría	48
6.2.1.4.	Definición de la probabilidad e impacto	49
6.2.1.5.	Matriz de probabilidad e impacto	50
6.2.2.	Proyecto B	50
6.2.2.1.	Roles y responsabilidades para la gestión de los riesgos.	50
6.2.2.2.	Calendario de gestión de riesgos para cada categoría	51
6.2.2.3.	RBS (estructura desglose de los riesgos)	52
6.2.2.4.	Definición de la probabilidad e impacto	52
6.2.2.5.	Matriz de probabilidad e impacto	53
6.3.	IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS	54

6.3.1.	Proyecto A	54
6.3.1.1.	Lista de riesgos identificados	54
6.3.1.2.	Dueños de los riesgos y respuesta potenciales de los riesgos proyecto A	58
6.3.2.	Proyecto B	63
6.3.2.1.	Lista de riesgos identificados	63
6.3.2.2.	Dueños de los riesgos y respuesta potenciales de los riesgos proyecto B	63
6.4.	ANÁLISIS CUALITATIVO DE LOS RIESGOS	64
6.4.1.	Proyecto A y B	64
6.4.1.1.	Definición de plan de respuesta, estado del riesgo y estado de la acción de tratamiento	64
6.4.1.2.	Análisis y evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos en la etapa de planeación y ejecución	66
6.5.	CUADRO COMPARATIVO DEL ANÁLISIS CUALITATIVO DE LOS RIESGOS EN LOS casos DE ESTUDIO	67
6.6.	APORTE DE LOS RESULTADOS A LA GERENCIA DE OBRAS	67
6.7.	CÓMO SE RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN CON LOS RESULTADOS	67
7.	CONCLUSIONES	68
8.	ANEXOS	71
9.	BIBLIOGRAFÍA	72

## LISTA DE FIGURAS

**Pág.**

FIGURA 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO METODOLÓGICO DEL PROYECTO.....	8
FIGURA 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO. METODOLOGÍA PMI.....	15
FIGURA 3. CICLO DE VIDA DE LA GESTIÓN DE RIESGOS .....	16
FIGURA 4. ESTRUCTURA DESAGREGADA DEL TRABAJO EN PROYECTOS EDUCATIVOS (WBS) .....	17
FIGURA 5. MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO CON ESQUEMA DE PUNTUACIÓN .....	18
FIGURA 6. FOTO SATELITAL DE LA UBICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA BICENTENARIO .....	21
FIGURA 7. FOTO SATELITAL DE LA UBICACIÓN DEL SENA GIRARDOT.....	21
FIGURA 8. DOCUMENTOS POR AÑOS. ....	22
FIGURA 9. DOCUMENTOS POR ÁREA DE ESTUDIO.....	23
FIGURA 10. DOCUMENTOS POR AÑO .....	24
FIGURA 11. DOCUMENTOS POR ÁREA DE ESTUDIO.....	25
FIGURA 12: CENTRO TECNOLÓGICO SENA. GIRARDOT, CUNDINAMARCA .....	36
FIGURA 13. FACHADA PRINCIPAL. PROYECTO B. ....	42
FIGURA 14. FACHA PRINCIPAL DE AULAS PROYECTO B.....	44

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
TABLA 1. PRESUPUESTO GENERAL ESTABLECIDO PARA LA ELABORACIÓN Y DESARROLLO DEL ESTUDIO DE CASO	10
TABLA 2. RIESGOS PRESENTES EN LA CONSTRUCCIÓN. FRECUENCIA Y RANKING	12
TABLA 3. MÉTODOS DE GESTIÓN DE RIESGOS	30
TABLA 4. INFORMACIÓN CONTRACTUAL TÉCNICA Y ECONÓMICA DE PROYECTO A.	37
TABLA 5. EDT/WBS PROYECTO A	40
TABLA 6. PRESUPUESTO GENERAL PROYECTO A.	41
TABLA 7. INFORMACIÓN CONTRACTUAL, TÉCNICA Y ECONÓMICA PROYECTO B.	43
TABLA 8. ETD/WBS PROYECTO B.	45
TABLA 9. PRESUPUESTO GENERAL. PROYECTO B	46
TABLA 10. ROLES Y RESPONSABILIDADES DE RIESGO PROYECTO A.	47
TABLA 11. CALENDARIO DE RIESGOS PROYECTO A.	48
TABLA 12. RBS PROYECTO A Y B.	48
TABLA 13. DEFINICIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD PROYECTO A.	49
TABLA 14. AVERSIÓN PARA PROYECTO A Y B.	50
TABLA 15. MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO PROYECTO A Y B.	50
TABLA 16. ROLES Y RESPONSABILIDADES DE RIESGOS PROYECTO B	51
TABLA 17. CALENDARIO DE RIESGOS PROYECTO B.	52
TABLA 18. DEFINICIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD PROYECTO B.	53
TABLA 19. LISTADO DE RIESGOS MATERIALIZADOS PROYECTO A Y B	54
TABLA 20. DUEÑOS DE RIESGOS Y SU RESPUESTA POTENCIAL.	58
TABLA 21. PLAN DE RESPUESTA DE PROYECTOS A Y B.	64
TABLA 22. ESTADO DEL RIESGO PROYECTO A Y B	65
TABLA 23. ESTADO DE LA ACCIÓN DE TRATAMIENTO PROYECTO A Y B	66

## LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A. PRESUPUESTO GENERAL PROYECTO A. ....	71
ANEXO B. PRESUPUESTO GENERAL PROYECTO B. ....	71
ANEXO C. CRONOGRAMA GENERAL PROYECTO A.....	71
ANEXO D. CRONOGRAMA GENERAL PROYECTO B.....	71
ANEXO E. MATRIZ DE ANÁLISIS CUALITATIVO PROYECTO A.....	71
ANEXO F. MATRIZ DE ANÁLISIS CUALITATIVO PROYECTO B. ....	71
ANEXO G. ENTREVISTAS AL PERSONAL DE OBRA PROYECTOS A Y B. ....	71
ANEXO H. CUADRO COMPARATIVO DEL ANÁLISIS CUALITATIVO PROYECTOS A Y B. ....	71
ANEXO I. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES TG_551540_551498. ....	71

## INTRODUCCIÓN

Partiendo del concepto definido por el PMBOK “el riesgo es un hecho o circunstancia incierta, puede generar una condición favorable o desfavorable en los objetivos de un proyecto, bien o servicio”<sup>1</sup> dejando establecido condiciones de riesgo en el éxito del proyecto en caso de suceder o aparecer. Con las buenas prácticas establecidas por PMI y siguiendo a cabalidad la secuencia lógica de cada una de las etapas de la gestión, enfatizadas en el análisis cualitativo, se podrán minimizar los aspectos negativos y optimizar los recursos de un proyecto. Buchtik<sup>2</sup> Sin tener en cuenta la complejidad del proyecto, ya sea del más grande o complejo al más pequeño y despreciable, la gestión se aplica y es útil para cada tipo de proyecto para optimizar tiempos y recursos.

Según como lo establece Gutiérrez<sup>3</sup>, todo escenario no solo debe ser analizado, también debe ser estudiado de forma correcta, no solo es conocer los riesgos, sino encontrar diferentes soluciones para cada uno de los paquetes categóricos, a manera de consolidar una buena gestión y disminuir la probabilidad del fracaso del proyecto. En el ejercicio profesional de la gerencia de proyectos, se encuentran infinidad de amenazas y riesgos implícitos directamente en los proyectos de construcción, por tal razón se busca generar el menor impacto en cada uno de los escenarios establecidos en la escala según la aversión del equipo de trabajo; de grave a baja, favoreciendo la identificación de debilidades y vulnerabilidades de los proyectos de infraestructura física de establecimientos educativos.

En los procesos licitatorios de infraestructura física para establecimientos educativos, se evidencian falencias en cada una de sus fases (estudios, diseños, planeación, construcción, posventa y operación). Los riesgos desde su inicio hasta su finalización son escenarios establecidos en rangos de grave a leve, dejando en firme que los escenarios de rango grave deberán ser analizados. Con la implementación de la gestión se busca gestionar esas amenazas para lograr los objetivos del proyecto, en el caso puntual de obras de construcción, desde la óptica del contratista de obra, para que el proyecto sea exitoso en sus aspectos económicos, financieros, administrativos y logísticos; y dejando los intereses de inversionistas, accionistas o interesados en un nivel de aceptación favorable.

Por tales razones, este trabajo de grado está orientado al análisis cualitativo y a la comparación de escenarios en dos proyectos de edificación educativa del sector público del departamento de Cundinamarca, analizando similitudes y diferencias en

---

<sup>1</sup> Project Management Institute, Inc. La Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía PMBOK): sexta edición. Pennsylvania, EE. UU.: 2017.p. 724.

<sup>2</sup> BUCHTIK, Lilana. La gestión de riesgos en proyectos el enfoque más práctico para dirigir los riesgos. Uruguay. 2012

<sup>3</sup> GUTIÉRRES, Carlos. Metodología De Gestión De Riesgos Con Herramientas BIM Integradas A Los Principios Lean Para La Administración De Proyectos En La Construcción Y Vida Útil De La Edificación. Barcelona, España. 2015 p.1

las variables y escenarios más comunes, dejando como resultado una guía práctica que se compone de; comparativo de escenarios, lecciones aprendidas y recomendaciones particulares de caso, que sirva como soporte inicial en la fase planeación y ejecución de proyectos educativos públicos y que busque concientizar al constructor o inversionista, que dichos análisis de la gestión del riesgo son importantes para la estructuración de un proyecto, aclarando que, si se omiten, quedarán excluidos escenarios de riesgo que podrían incurrir a la inestabilidad de un proyecto en cualquier ámbito de estudio (alcance, tiempo y costo).

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

El proyecto se enfoca en la gestión integral y dinámica de las organizaciones, específicamente en la “Gestión y Administración de Obras”, direccionada al análisis cualitativo, presentados en la planeación y ejecución de proyectos de edificaciones educativas del sector público. Teniendo como finalidad la comparación directa en 2 proyectos con un alto grado de similitud, para así establecer escenarios concretos al momento de realizar un estudio.

### 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Partiendo de la base fundamental en la estructuración de cualquier proyecto de construcción en referencia a lo expresado por Budi, Deo y Hilya “la madurez organizacional varía y no existe una definición única y universal para el concepto. El concepto de madurez dentro de un entorno organizacional está estrechamente asociado con el modelo de capacidad”<sup>4</sup>. Dentro de esta perspectiva, una organización se considera madura en un nivel específico de capacidad si puede demostrar consistencia en el proceso. Para diferentes niveles de madurez, se aplica un conjunto diferente de áreas de capacidad. Una organización se considera madura en un nivel particular si se cumple todos los elementos de capacidad correspondiente.<sup>5</sup> Por las razones descritas anteriormente, nos hacemos el siguiente interrogante desde la perspectiva particularmente gerencial de obras ¿Por qué la gerencia de obras se ve obligada a omitir algunas de las buenas prácticas en la fase inicial de los proyectos? Se asume que la ausencia se debe a carencia de factores como (tiempo, bajo presupuesto o alcance), estos factores hacen, que de alguna manera no se generen estudios completos para la factibilidad de un proyecto de construcción. Articulando la contextualización de Lledo<sup>6</sup>, es imposible evitar todos los riesgos asociados, estos se pueden reducir o transferir a terceros, sin embargo, siempre existirá un problema más leve o residual.

Según lo problemas planteados, Fernández, Rodríguez<sup>7</sup> establecen la necesidad de establecer un método para identificar y seleccionar un conjunto de indicadores que incluya a todos los participantes involucrados en el ciclo de vida de un proyecto, para encontrar un equilibrio adecuado entre los actores. Por tal razón

---

<sup>4</sup> ARNI Hilya M, HARTONO, Budi y WIJAYA, Deo F. The impact of project risk management maturity on performance: Complexity as a moderating variable, Citado por Pee, LG, Kankanhalli, A, Project management maturity: an assessment of project management capabilities among and between selected industries. 2016 p.1

<sup>5</sup> *ibid.*, p. 2.

<sup>6</sup> LLEDO, Pablo. Gestión de riesgos del proyecto. p. 1.

<sup>7</sup> FERNANDEZ, Gonzalo, RODRÍGUEZ, Fernando. A methodology to identify sustainability indicators in construction project management – Application to infrastructure projects in Spain. España, 2010., p. 1

Se aplicarán técnicas de juicios de expertos, teniendo claro la dinámica, este estudio de caso buscará fortalecer las buenas prácticas en los proyectos de infraestructura educativa y brindar un estudio comparativo de dichas edificaciones para obtener las respectivas conclusiones y recomendaciones pertinentes.

### 1.2.1. Antecedentes del problema

“A máximo riesgo, máximo rendimiento, esta condición se instaura no sólo en el entorno financiero sino también a cualquier proceso del ciclo de vida de un proyecto bien o servicio, sobre todo si se tiene un objetivo particular por cumplir, sin embargo, el hecho de asumir riesgos implica una labor continua hacia el cumplimiento de dicha meta, con lo anterior se establece naturaleza del riesgo en general”<sup>8</sup>.

Hoy en día en el sector de la construcción se implementa con más frecuencia la metodología establecida por PMI (Project Management Institute), el cual establece de manera ordenada y lógica las entradas, herramientas, los procesos y salidas para sacar provecho al máximo los diferentes factores que se requieren para la ejecución de las obras en general. Mccann<sup>9</sup> De este modo, entendemos que el propósito de la gerencia de proyectos, en una empresa, no solo consiste en liberar los productos bienes o servicios a tiempo, dentro de un presupuesto y cumpliendo con los requisitos técnicos y de calidad, sino también en generar valor agregado para los negocios cualquiera sea su inversión.

Herrera<sup>10</sup> establece que las empresas del mercado colombiano que han implementado estas metodologías son casi nulas, pues este sistema de gestión de riesgos resulta en una inversión adicional de tiempo y recursos (materiales y humanos). Por esto, la gestión de riesgos se convierte en un factor diferenciador del mercado, permitiendo afrontar retos para facilitar las decisiones de alto impacto. Permitiendo la evolución y direccionamiento de escenarios que puedan afectar de manera contundente al proyecto.

Cuando nos referimos a temas de implementación de la gestión del riesgo en proyectos de edificación educativa en el ámbito público, se ve claramente la ausencia de dichos estudios. Según informe del 2019 emitido por la secretaría de educación del departamento de Cundinamarca<sup>11</sup> indica que, al realizar una

---

<sup>8</sup> CAVIDES, Cristian, CAVIDES, Ingrid. Plan de gestión de riesgos de los proyectos EPC para la gerencia refinera de Barrancabermeja. Colombia, 2013., p. 20

<sup>9</sup> MCCANN, D. ¿How well do you decide?, Citado por JERES, María. Desarrollo de una matriz de riesgos genérica para su implementación en proyectos de construcción bajo metodología pmi: un estudio de caso en Bogotá. Bogotá. 2019 p.11.

<sup>10</sup> HERRERA, Remy. Gestión de los riesgos en proyectos de construcción en el área de infraestructura vial en sitios remotos del Norte de Santander, Citado por Ibid., p. 11.

<sup>11</sup> GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA, secretaria de educación. informe No.6 avance Plan de Mejoramiento Semestre 2019. Cundinamarca. 2019 p.4.

búsqueda exhaustiva de las obras educativas tanto en ampliación como obra nueva, se evidenciaron 21 obras, identificadas por la Contraloría de la República de Colombia como obras inconclusas, obteniendo como resultados que; de las 21 obras tipificadas como inconclusas por la Contraloría, se logró determinar que 7 obras efectivamente son inconclusas.

Como dato relevante el estado colombiano firmó la ley 2020 del 17 de julio de 2020, la cual crea el registro nacional de obras civiles inconclusas halladas en todo el territorio nacional.

### 1.2.2. Pregunta de investigación

¿Qué escenarios de riesgos se pueden establecer para el análisis cualitativo en las fases de planeación y ejecución de proyectos de edificación educativa del sector público en Cundinamarca?

### 1.2.3. Variables del problema

La variable manejada en este proyecto de grado es de carácter cualitativo, encaminadas al desarrollo del análisis en la gestión de riesgos, a continuación, se especifica:

Cualitativo: “herramienta para indicar los riesgos particulares de un proyecto, bien o servicio para analizar una actuación posterior, obteniendo la probabilidad de suceso y efecto de los riesgos, así como otras particularidades”<sup>12</sup>.

## 1.3. JUSTIFICACIÓN

Según boletín informativo de la secretaria de secretaria de educación del departamento de Cundinamarca “Las estructuras educativas existentes se encuentran en pésimas condiciones o a punto de cumplir su vida útil”<sup>13</sup>, por esta razón se están proyectando nuevas construcciones a nivel nacional. Siendo el propósito principal de este proyecto de grado, que está dirigido a identificar los diferentes escenarios de riesgos que deben asumir los contratistas, enfocado en la planeación y ejecución de obras civiles de infraestructura educativa. Estableciendo la gestión de riesgos un análisis óptimo para involucrar las lecciones aprendidas y los juicios de expertos, encaminadas a las buenas prácticas para reducir los impactos negativos y probabilidades de ocurrencia de escenarios que puedan desestabilizar el producto, bien, o servicio del proyecto.

---

<sup>12</sup> Project Management Institute, Inc. La Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía PMBOK): sexta edición. Pennsylvania, EE. UU.: 2017.p. 721.

<sup>13</sup>Op. Cit., p.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis cualitativo de gestión del riesgo en dos proyectos de infraestructura educativa de Cundinamarca-Colombia con enfoque contratista de obra, siguiendo los lineamientos de la guía PMBOK sexta edición de 2017 y su estándar de riesgos del (PMI), Aplicando escenarios de riesgo con alto grado de similitud para su respectiva comparación y estructuración de las lecciones aprendidas.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recopilar información real de los proyectos de estudio de caso, procesando las diferencias, en lo concerniente a los escenarios de riesgo establecidos.

Estructurar la matriz de riesgos, donde se evidencia; porcentaje de aversión, definición de rangos de severidad, escenarios ordenados por categorías y gráfico de calor.

Elaborar análisis cualitativo.

Establecer cuadro comparativo del análisis en etapas de planeación y ejecución.

Analizar cuadro comparativo de los escenarios, dejando en firme las lecciones aprendidas y estableciendo recomendaciones para futuros proyectos de construcción educativa pública.

### 2.3. CRONOGRAMA

Atendiendo a la Figura 1. Cronograma de actividades para el desarrollo metodológico del proyecto, donde resalta las actividades planteadas para la estructuración y el desarrollo metodológico del estudio de caso que comprende este trabajo de grado.

Figura 1. Cronograma de actividades para el desarrollo metodológico del proyecto

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS, SEGÚN GUIA PMBOK, EN DOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA PÚBLICA EN CUNDINAMARCA, ENFOQUE CONTRATISTA DE OBRA</b>	172 días	vie 14/08/20	lun 12/04/21

Elección de área de profundización elaboración de trabajo de grado	16 días	vie 14/08/20	vie 4/09/20
Lluvia de ideas para estructuración para definición del título	5 días	lun 7/09/20	vie 11/09/20
Asignación de asesor de proyecto	1 día	lun 14/09/20	lun 14/09/20
Trabajo independiente para elaboración y estructuración de anteproyecto	39 días	mar 15/09/20	vie 6/11/20
Asesorías con tutor para revisar avances, inquietudes y dificultades	30 días	mié 16/09/20	mar 27/10/20
Entrega de anteproyecto	8 días	mié 28/10/20	vie 6/11/20
Revisión de anteproyecto por asesor	5 días	lun 9/11/20	vie 13/11/20
Recomendación y comentarios de anteproyecto por parte del tutor para entrega a jurados	6 días	lun 16/11/20	lun 23/11/20
Presentación de anteproyecto	14 días	mar 24/11/20	vie 11/12/20
Desarrollo de fase 3 (entregables del proyecto)	70 días	lun 14/12/20	vie 19/03/21
Desarrollo de fase final comparativo (conclusiones, recomendaciones y lecciones aprendidas)	15 días	lun 22/03/21	vie 9/04/21
Presentación de trabajo final	1 día	lun 12/04/21	lun 12/04/21

Fuente. Los Autores

#### 2.4. PRESUPUESTO

En la Tabla 1. Presupuesto general establecido para la elaboración y desarrollo del estudio de caso , establece los rubros presupuestales aproximados, con el fin de dar una noción cercana a la dimensión monetaria en cuando se gastará en el desarrollo y ejecución del estudio de caso del trabajo de grado.

Tabla 1. Presupuesto general establecido para la elaboración y desarrollo del estudio de caso

Ítem	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	V. Unitario	V. total
1	Honorarios (Investigador 1)	mes	6	\$ 1.500.000	\$ 9.000.000
2	Honorarios (Investigador 2)	mes	6	\$ 1.500.000	\$ 9.000.000
3	Planta física	mes	6	\$ 250.000	\$ 1.500.000
4	Equipos de cómputo incluido Internet	mes	6	\$ 600.000	\$ 3.600.000
5	Libro base de apoyo teórico	un	1	\$ 300.000	\$ 300.000
6	Papelería	gl	1	\$ 500.000	\$ 500.000
7	Visitas de campo para inspección ocular	un	4	\$ 200.000	\$ 800.000
<b>VALOR TOTAL EN MILLONES DE PESOS COLOMBIANOS M/CTE</b>					<b>\$ 24.700.000</b>

Fuente. Los autores.

### 3. MARCOS DE REFERENCIA

#### 3.1. MARCO CONCEPTUAL

“Las organizaciones dedicadas a la construcción, en los países de vía de desarrollo, utilizan un conjunto de prácticas normalmente insuficientes que a menudo producen malos resultados y limitan el éxito de la gestión del proyecto”<sup>14</sup>. Por tal razón los proyectos de construcción son de difícil planeación y ejecución, por ser de carácter individual y únicos con diferentes variables que dependerán del tiempo.

La gestión de riesgo proporciona información necesaria sobre los escenarios que deben abordar en el desarrollo del proyecto, para alcanzar los objetivos encaminados al éxito y entrega a satisfacción del bien. Por las anteriores razones expuestas se realizan los siguientes interrogantes, para la formulación del análisis cualitativo:

¿Cuáles son los procesos para la gestión de los riesgos de proyectos de construcción?

**Identificación:** Consiste en identificar los posibles riesgos de un proyecto a través de la aplicación de técnicas.

**Cuantificación:** Consiste en cuantificar el impacto de los riesgos de un proyecto en término de costo y plazo mediante el uso de técnicas de análisis de riesgos.

**Elaboración de respuesta:** Consiste en analizar y seleccionar la estrategia que contrarreste el impacto de los riesgos de un proyecto.

**Administración de contingencias:** Consiste en monitorear y controlar los recursos asignados a la estrategia implementada<sup>15</sup>

¿Qué es el riesgo y la incertidumbre?

Como lo describe Bravo, Sánchez “el riesgo en forma global, es una medida de la variabilidad de los posibles aportes que se puedan esperar de un evento. Tal vez la definición más fácil del riesgo es la que condiciona que es la esperanza matemática de la falla, o el producto de la probabilidad de evento de un acontecimiento por la gravedad de su efecto o grandeza del daño”<sup>16</sup>. Se debe tener presente la diferencia entre riesgo e incertidumbre. La incertidumbre está presente o viva en todo

---

<sup>14</sup> ARAUZO, Sergio, FERRADA, Ximena, RUBIO, Larissa, SERPELL, Alfredo. Evaluating risk management practices in construction organizations. Países Bajos, 2014., p. 201

<sup>15</sup> RODRIGUE F., HRUSKOVIC P., GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. 1er. Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Proyecto. Antofagasta. 2010 p.196

<sup>16</sup> BRAVO, Oscar, SANCHEZ Marleny. Gestión integral de riesgos. Bogotá. 2009., p.3

momento en cualquier proceso de un proyecto y el riesgo es la incertidumbre que afecta negativamente la estabilidad de un proyecto, dejando claro que puede un proyecto tener una incertidumbre sin riesgo.

¿Cómo clasificar y documentar los riesgos?

Según Arni, Hartono, Budi, Deo<sup>17</sup> la gestión de riesgos está íntimamente relacionada con el factor humano, no solo porque este es una de las fuentes de generación de incertidumbre, sino que además son las personas las que pondrán la evidencia de su existencia, los evaluarán y propondrán las acciones correctivas. De igual forma Jerez<sup>18</sup> indica que, Para iniciar un proceso de identificación de los riesgos, es necesario conocer cómo se desglosará, estudiando de tal manera que existe una categorización de los riesgos jerárquicamente hablando con la finalidad de hablar un lenguaje común y responde otros interrogantes como: ¿Qué riesgos pueden afectar negativa o positivamente el proyecto? ¿Cuáles son más importantes para el estudio de caso en lo concerniente a instituciones educativas del sector público? ¿Qué se necesita saber sobre los riesgos?, ¿Cuáles son los posibles riesgos generales en el proceso de planeación y ejecución de proyectos de construcción?

Para la Tabla 2. Riesgos presentes en la construcción. Frecuencia y Ranking, los autores realizan un análisis profundo sobre los riesgos más frecuentes en obras con un alto grado de similitud para establecer la frecuencia particular en el conjunto de proyectos.

Tabla 2. Riesgos presentes en la construcción. Frecuencia y Ranking

Ítem	Riesgo	Frecuencia de autores que refiere	Ranking
1	Equivocación o falta de descripción en el proyecto	7	2
2	Variables contribuyentes por la propiedad durante la ejecución	3	5
3	Variables en los precios base	5	3
4	Ausencia o errores en los departamentos de calidad	2	5
5	Subcontratistas y mano de obra no calificada	2	5

<sup>17</sup> ARNI, Holya; HARTONO, Budi y WIJAYA, Deo F. The impact of Project risk management maturity on performance: Complexity as a moderating variable. International Journal of Engineering-Business management, 2019., p. 3.

<sup>18</sup> JEREZ, Silvana. DESARROLLO DE UNA MATRIZ DE RIESGOS GENÉRICA PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN BAJO METODOLOGÍA PMI: UN ESTUDIO DE CASO EN BOGOTÁ. Bogotá. 2019., p.14

6	Falta de consecución de materiales y suministros contractuales	2	5
7	Cronograma y periodos no fijados con los medios reales del proyecto	5	3
8	decisiones inapropiadas por la propiedad durante la ejecución	2	5
9	Inhabilidad y falta en tomas de decisiones en el proceso ejecutorio	8	1
10	Inexperiencia o desconocimiento legal por desde la creación del acta de constitución y derogación normativa aplicable a los procesos contractuales	4	4

Fuente. MARTÍNEZ, Germán, MORENO, Begoña, RUBIO, MARÍA. GESTIÓN DEL RIESGO EN PROYECTOS DE INGENIERÍA. España. 2012., p. 8

La anterior tabla MARTÍNEZ, MORENO, RUBIO<sup>19</sup> la elaboraron a partir de 8 trabajos, debidamente analizados para extraer los riesgos más importantes para tener en cuenta al momento de la planeación y ejecución de proyectos de construcción. Los riesgos actuales en la ejecución del proyecto permiten un listado primario para atender las condiciones originales de estos y su equilibrio con la capacidad de participación del patrocinador del proyecto.

Como se refleja anteriormente la interacción y la similitud de cada uno de los autores estudiados y analizados, por el cual se busca un beneficio particular para cada caso, destacando “el avance de la gestión de riesgos en proyectos que se proponen determinar las fases precisas del logro, que dirigieron a la gestión de riesgos a posicionarse como un ítem estratégico dentro de los proyectos que avanzan de la fase de planeación a la de ejecución”<sup>20</sup>.

Colombia en el 2018 se estableció una guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas los cual establece los siguientes apartados metodológicos, que servirán como antecedentes la investigación se casó a desarrollar:

- Paso 1; Reglamentación de dirección de riesgos: Declaración de la gerencia y las intenciones de la empresa con respecto a la gestión del riesgo (NTC ISO 31000 numeral 2.4). La gestión o administración del riesgo establece lineamientos claves acerca de la clasificación, conducción y persecución de los riesgos.
- Paso 2; Identificación de los riesgos: en esta etapa se deben establecer las

<sup>19</sup> MARTÍNEZ, Germán, MORENO, Begoña, RUBIO, MARÍA. GESTIÓN DEL RIESGO EN PROYECTOS DE INGENIERÍA. España. 2012., p. 9

<sup>20</sup> GUTIERREZZ, Paul, LEÓN, Holman. Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos. Universidad EAN. Colombia, 2014., p. 9

fuentes o factores de riesgo, los eventos o riesgos, sus causas y sus consecuencias. Para el análisis se pueden involucrar datos históricos, análisis teóricos, opciones informadas y expertas y las necesidades de las partes involucradas (NTC ISO 31000, numeral 2.15).

- Paso 3; Valoración de riesgos: Establecer la probabilidad de ocurrencia del riesgo y el nivel de consecuencia o impacto, con el fin de estimar la zona de riesgo inicial (RIESGO INHERENTE)<sup>21</sup>.

### 3.2. MARCO TEÓRICO

“La administración de los riesgos del proyecto bien o servicio que satisface un bien particular o una necesidad, incluye diferentes fases para llevar a cabo la planificación de la dirección , reconocimiento, análisis, preparación a la reacción, implementación de reacción y control de los riesgos de un proyecto”<sup>22</sup>.A continuación, en la Figura 2. Descripción general de la gestión de los riesgos del proyecto. Metodología PMI. Donde se establece a grandes rasgos los procesos de planeación, identificación y análisis cualitativo de los riesgos identificados, para implementar la gestión del riesgo y realizar el respectivo control y monitoreo.

---

<sup>21</sup> GOBIERNO DE COLOMBIA. Departamento administrativo de la función pública. Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas. Colombia, 2018. 14-36

<sup>22</sup> Project Management Institute. The standard for risk management in portfolios, programs, and projects. Pennsylvania. 2019., p. 24

Figura 2. Descripción general de la gestión de los riesgos del proyecto. Metodología PMI.



Fuente. PMBOK sexta edición, 2017

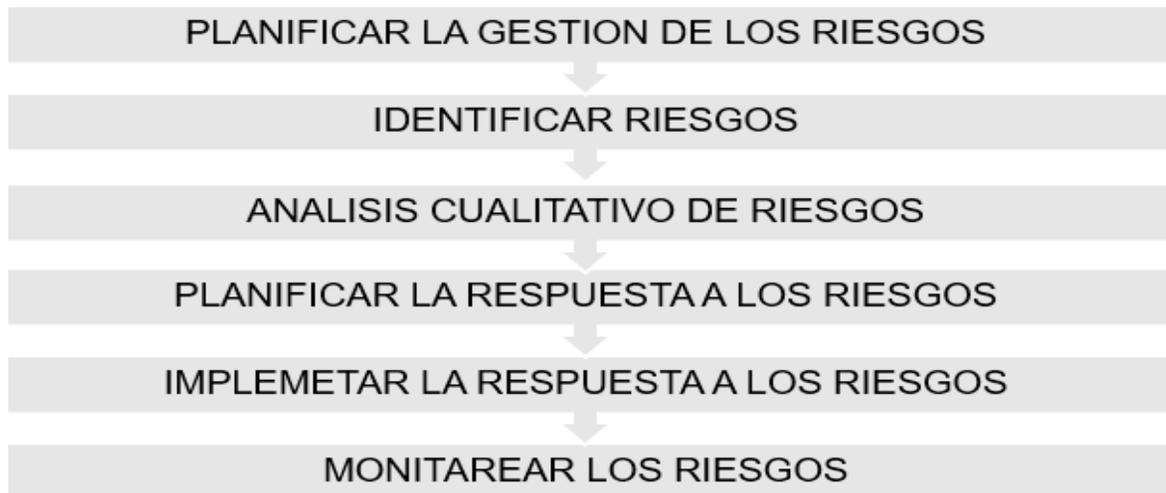
3.2.1. Ciclo de vida de la administración de riesgos en proyectos construcción de edificaciones.

Las etapas de riesgos presentan una línea ardua trabajo de actividades y etapas,

incidiendo directamente en cada ciclo de forma integrada, determinando sus acciones e implementando su impacto y reacción al riesgo con su respectiva respuesta.

Según el PMBOOK<sup>23</sup> el ciclo de vida de los proyectos difiere en sus procesos de ejecución, las fases son subsistemas que reflejan la evolución, esto sirve de guía para situar el trabajo del equipo del proyecto. Estas fases se caracterizan por la terminación de una o más entregables, entendiéndose que entregable es un producto palpable y demostrable ya que están incluidas de una cadena consecuente de trabajo, orientada para afirmar la apreciación del producto de una construcción de edificación como trabajo técnico que debe realizarse en cada fase y los participantes que deben intervenir en cada una de ellas.

Figura 3. Ciclo de vida de la gestión de riesgos



Fuente. PMBOK sexta edición, 2017

### 3.2.2. Plan de la gestión de riesgos en proyecto de infraestructura

Una gestión de riesgos eficaz solicita la creación de un plan de gestión de riesgos, este plan refiere cómo se llevará a cabo los métodos de gestión de riesgos y cómo se acoplan con otros procesos. El plan de gestión de riesgos identifica y describe los procedimientos organizativos y participativos relevantes y cualquier otro factor técnico, financiero, administrativo, constructivo, ambiental y empresarial<sup>24</sup>.

### 3.2.3. Apetito de riesgo

El nivel de riesgo que se considere aprobado depende del apetito de las partes

<sup>23</sup> Project Management Institute, Inc. La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía PMBOK). Pennsylvania. 2017., p. 295

<sup>24</sup> Ibid., p.401

interesadas relevantes, hay elementos que influyen en la capacidad de reacción de las partes interesadas, para resistir la incertidumbre y la importancia relativa de alcanzar objetivos. El plan de riesgos especifica los valores tipológicos claves requeridos en el análisis cualitativo, o para la toma de decisiones en la planificación de la respuesta al riesgo o el seguimiento del riesgo<sup>25</sup>.

#### 3.2.4. identificación de riesgos

Para los proyectos de infraestructura física, se inician con la identificación de los riesgos desde los más relevantes a los menores influyentes, siendo el propósito la identificación de todos los riesgos y repitiendo actividades para captar riesgos no previstos, para identificar los riesgos generamos las siguientes actividades:

Registros y listados (identificación y referencia de riesgos).

Métodos de procesos (etapas y ciclos de los riesgos).

Métodos cualitativos (tipología de los riesgos)<sup>26</sup>

La dirección de los riesgos e identificación se deben catalogar en una estructura de descomposición de riesgos (E.D.T.) es por esto por lo que la lista de riesgos debe incluir todas las tipificaciones pertinentes como nombres, referencias, responsable, administrador, ubicación, de cada uno de todos los riesgos. Y así generar su acción y respuesta.

#### 3.2.5. Estructura desagregada del trabajo en la identificación de riesgos

Teniendo en cuenta que la estructura desagregada del trabajo es una herramienta fundamental para la identificación de riesgos generales para establecer las categorías primarias para realizar el respectivo análisis cualitativo. La WBS en la Figura 4. Estructura desagregada del trabajo en proyectos educativos (WBS), refleja de manera gráfica la anterior explicación.

Figura 4. Estructura desagregada del trabajo en proyectos educativos (WBS)



<sup>25</sup> Ibid., p.407

<sup>26</sup> Ibid., p.409

Fuente. Los autores

### 3.2.6. Análisis cualitativo de riesgos

La identificación de los riesgos desde el análisis cualitativo se catalogan por su magnitud de importancia, la cual está dada por la combinación de dos complementos como es el impacto del riesgo y su probabilidad de ocurrencia, los riesgos más importantes son aquellos cuya categoría es alta igual que su probabilidad de ocurrencia, es aquí donde se efectúa una matriz, donde la probabilidad de ocurrencia se define en escalas igual que el impacto de riesgo, dando una ubicación a cada uno de estos riesgos dentro de una celda<sup>27</sup>.

### 3.2.7. Posibilidades y efectos de los riesgos en proyectos netamente de infraestructura física

La posibilidad y efectos en los riesgos son puntuales en el entorno inmediato de la infraestructura física y manifiesta el hambre al riesgo teniendo en cuenta los criterios exigidos por las empresas y el patrocinador. La infraestructura física puede crear enunciaciones particulares de las fases de posibilidades y efectos, o puede comprender definiciones globales dadas por la empresa o el patrocinador. El detalle establecido para el desarrollo de gestión de riesgos en las infraestructuras físicas, empleando más fases para una ubicación detallada del riesgo<sup>28</sup>.

Figura 5. Matriz de probabilidad e impacto con esquema de puntuación

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

Fuente. PMBOK sexta edición, 2017

<sup>27</sup> Project Management Institute. The standard for risk management in portfolios, programs, and projects. Pennsylvania. 2019., p. 66

<sup>28</sup> Op. Cit., p. 408

### 3.2.8. Proyectar la reacción a los riesgos

Las respuestas a los riesgos deben ser efectivas, planificadas, categorizadas y apropiadas a los riesgos, logran restar al mínimo las advertencias particulares, extender las proporciones particulares y limitar la exhibición general al riesgo de la infraestructura física. Las contestaciones inapropiadas a los riesgos pueden generar condiciones perjudiciales. Cuando los riesgos han sido identificados, analizados y antepuestos, el responsable elegido tendrá que generar estrategias para enfrentar los riesgos particulares de la infraestructura física y que el talento humano seleccionado para el proyecto reflexione dentro de lo realmente importante, como ejemplo claro la amenaza para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Para cada riesgo se generarán unos niveles y se clasificarán de acuerdo con su grado de complejidad para así tomar decisiones efectivas dentro del proyecto. Estas son:

- Evitar.
- Explotar.
- Transferir/compartir.
- Mitigar/mejorar.
- Aceptar<sup>29</sup>.

### 3.2.9. Aplicar la reacción a los riesgos

Aplicar la reacción a los riesgos es la fase de establecer ideas firmes para reafirmar la réplica a los riesgos pactados. El aprovechamiento de la fase es asegurar la reacción a los riesgos pactados se realicen de manera aproximada a la planeación, buscando de forma única la idealización de riesgo en el proyecto, minimizando los riesgos particulares del proyecto y ampliar las necesidades. Una adecuada atención al proceso Implementar la Respuesta a los Riesgos garantizará que las respuestas acordadas a los riesgos se ejecuten realmente. Un problema común con la Gestión de los Riesgos del Proyecto es que los equipos de proyecto invierten esfuerzo en la identificación y análisis de riesgos y el desarrollo de respuestas a los riesgos, posteriormente, las respuestas a los riesgos son acordadas y documentadas en el registro de riesgos y el informe de riesgos, pero no se toman medidas para gestionar el riesgo<sup>30</sup>.

### 3.2.10. Monitorear la respuesta a los riesgos

La fase de monitorear las aplicaciones de los ideales pactados en la reacción de los riesgos establece las siguientes condiciones; 1) Realizar control de riesgos encontrado, 2) Encontrar y distinguir nuevos riesgos y 3) Valorar la calidad de la fase o dirección de los riesgos en el ciclo de vida del proyecto.

---

<sup>29</sup> Op. Cit., p. 66

<sup>30</sup> Ibid., p. 72

### 3.3. MARCO JURÍDICO

Proyectos enmarcados bajo la ley de contratación pública (80 de 1993) y (1150 de 2007). amparados bajo la normatividad constructiva de establecimientos educativos.

“Construyendo pedagogía”, estándares básicos para construcciones escolares, estudio elaborado por la SED en el año 2000.

Normas técnicas colombianas para el planeamiento, diseño y dotación de instalaciones y ambientes escolares, (NTC 4595 de 1999, NTC 4596 de 1999, NTC 4683-4641-4732-4733/99).

Ley 400 de 1997. Reglamento colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, NSR 10 y sus decretos reglamentarios, complementarios y cualquier otra norma vigente que regule el diseño y construcción sismo resistente en Colombia.

Ley 361 del 7 de febrero de 1997 Integración social de las personas con limitación de accesibilidad al medio físico y transporte. NTC. 4144, NTC. 4201, NTC. 4142, NTC. 4139, NTC. 4140, NTC. 4141, NTC. 4143, NTC. 4145, NTC. 4349, NTC. 4904, NTC. 4960.

Normas de accesibilidad (Ley 12 de 1987, Ley 361 de 1997, NTC 4140 de 1997, NTC 4143 de 1998, NTC 4145 de 1998), Ley 1618/13 – Disposiciones para Garantizar el Pleno Ejercicio de los Derechos de las Personas con Discapacidad.

Demás normas aplicables para los diferentes aspectos del Proyecto de acuerdo, con las particularidades del diseño y construcción de este, determinadas por factores del entorno, localización (urbanísticas, UPZ, normatividad y reglamentaciones municipales, etc.) y su regulación específica.

### 3.4. MARCO GEOGRÁFICO

En el contexto que se rigen los dos proyectos se analizarán las determinantes climáticas, sus factores ambientales enfocados en los riesgos que inciden

El primer proyecto de investigación se encuentra ubicado en el municipio de Funza Cundinamarca. en la institución educativa departamental bicentenario. carrera 19a # 16a-00. barrio Miraflores

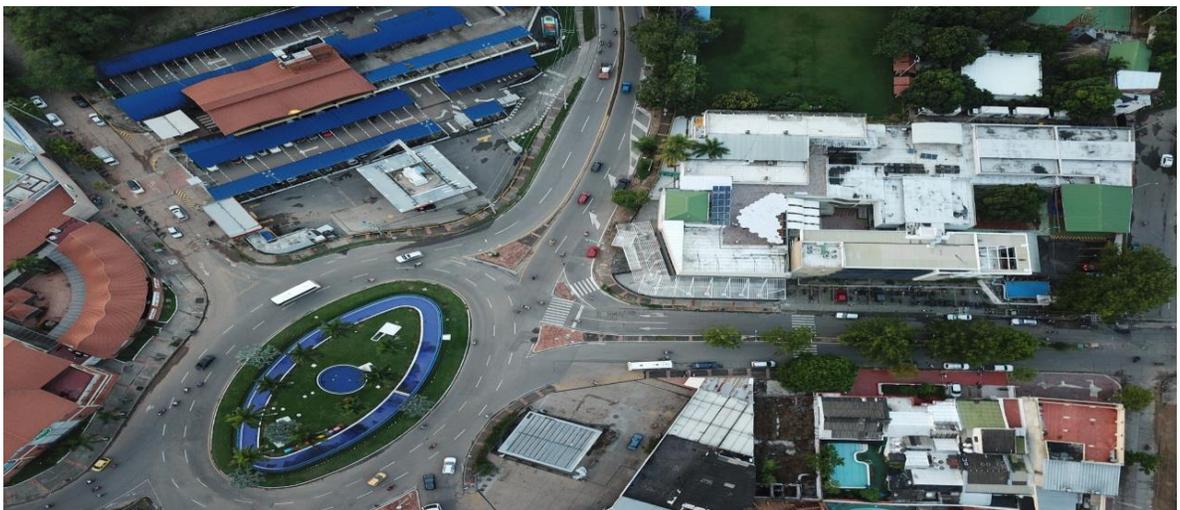
Figura 6. Foto satelital de la ubicación de la institución educativa Bicentenario



Fuente: Google Earth, 2019

El segundo proyecto de nuestra investigación se encuentra ubicado en la ciudad de Girardot-Cundinamarca. en el edificio del centro de la tecnología del diseño y la productividad empresarial (SENA). Grupo Administrativo del Centro 4 piso CRA 10 N.º 30 – 04 Girardot.

Figura 7. Foto satelital de la ubicación del SENA Girardot.

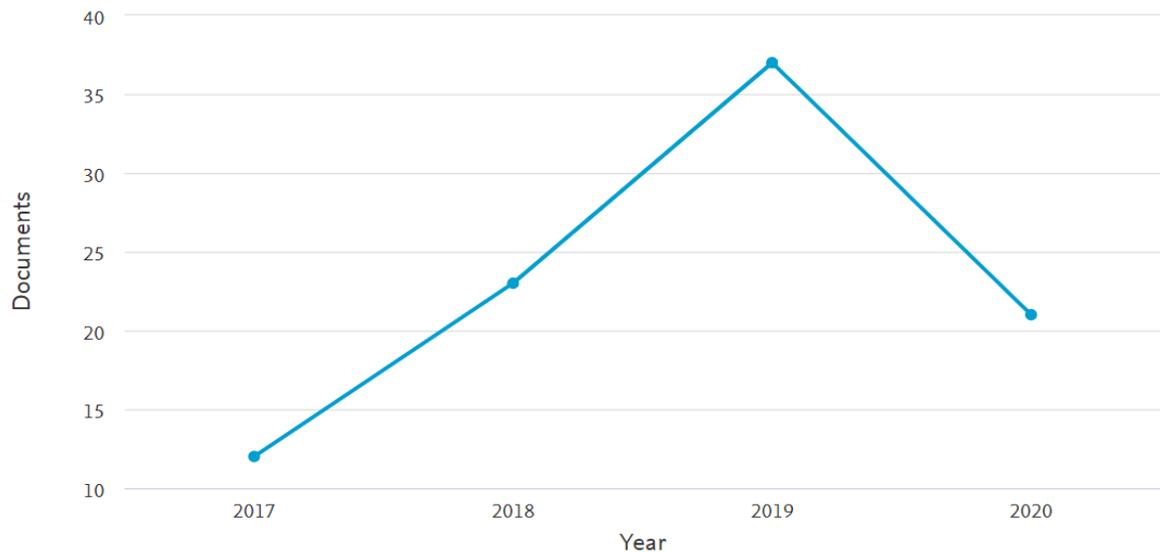


Fuente: Google Earth, 2019

### 3.5. ESTADO DEL ARTE

Realizando una búsqueda minuciosa frente a los principales antecedentes a nivel internacional, y como han afrontado los diferentes países la gestión de riesgos en proyectos, se eligió herramientas, la base de datos SCOPUS, enfatizando la búsqueda con palabras claves como; risk management, construction, qualitative analysis y building, y delimitado por área de ingeniería y construcción y por rango de años, del 2016 al 2020. Obteniendo los siguientes resultados para estructuración y desarrollo del estado del arte:

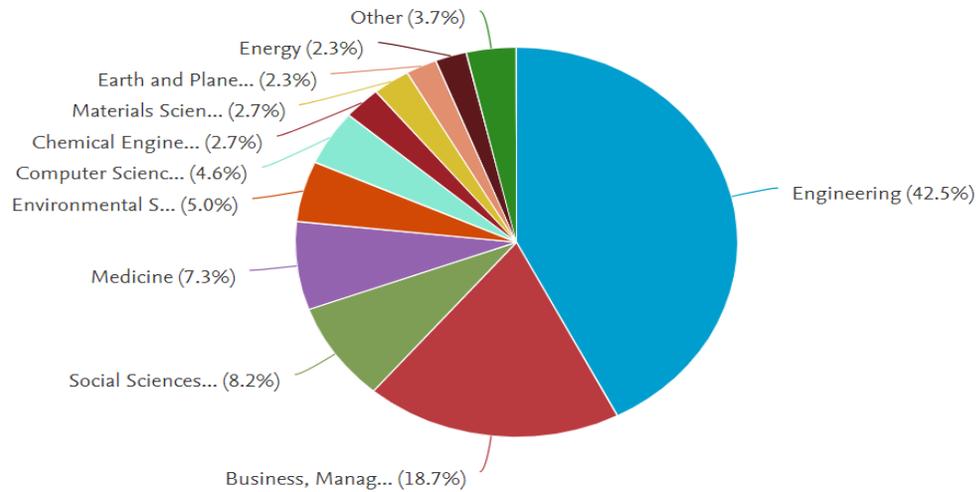
Figura 8. Documentos por años.



Fuente. Base de datos Scopus {en línea}. {2020}. Disponible en: <https://www-scopus-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/term/analyzer.uri?sid=4e0d57a46411e2780a6b70c73264489e&origin=resultslist&src=s&s=%28TITLE-ABS-KEY%28risk%29+AND+TITLE-ABS-KEY%28management%29AND+TITLE-ABS-KEY%28construction%29%29&sort=plf-f&sdt=cl&sot=b&sl=82&count=93&analyzeResults=Analyze+results&cluster=scopu byr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2bscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Risk+Management%22%2ct%2c%22Risk+Assessment%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Construction%22%2ct&txGid=33847b4bafaa5f89aa556adfa9f7914f>

Como información relevante de la figura anterior, se infiere que entre el año 2016 al 2020 se obtuvo un total de 93 documentos, estableciendo como relevante que el año 2019 se publicaron 38 (40%) documentos en relación con gestión del riesgo en construcciones.

Figura 9. Documentos por área de estudio

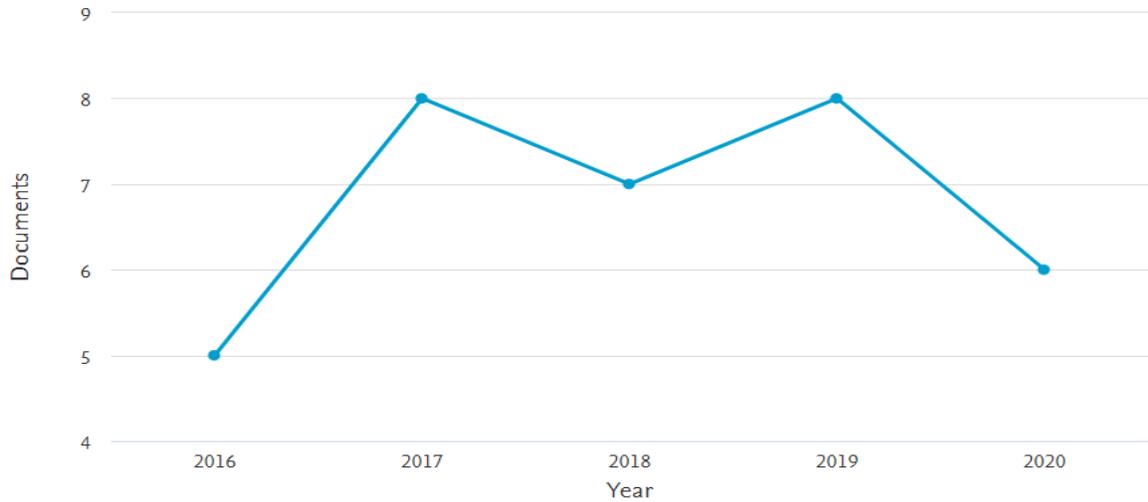


Fuente. Base de datos Scopus {en línea}. {2020}. Disponible en: <https://www-scopus-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/term/analyzer.uri?sid=4e0d57a46411e2780a6b70c73264489e&origin=resultslist&src=s&s=%28TITLE-ABS-KEY%28risk%29+AND+TITLE-ABS-KEY%28management%29AND+TITLE-ABS-KEY%28construction%29%29&sort=plf-f&sdt=cl&sot=b&sl=82&count=93&analyzeResults=Analyze+results&cluster=scopusbyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2b%2c%22ar%22%2ct%2b%2c%22ENGI%22%2ct%2b%2c%22Risk+Management%22%2ct%2c%22Risk+Assessment%22%2ct%2b%2c%22Construction%22%2ct&txGid=33847b4bafaa5f89aa556adfa9f7914f>

Se resalta de la anterior figura en la torta que el 42.5% de la búsqueda se relaciona con el área de la ingeniería.

Para consolidar la información de antecedentes internacionales que se desea incluir en este estudio de caso, se realizó una segunda búsqueda enfatizando palabras claves y precisas como análisis cualitativo en la gestión de riesgos, construcciones y edificios. Para lo cual se establecen las siguientes estadísticas de búsqueda:

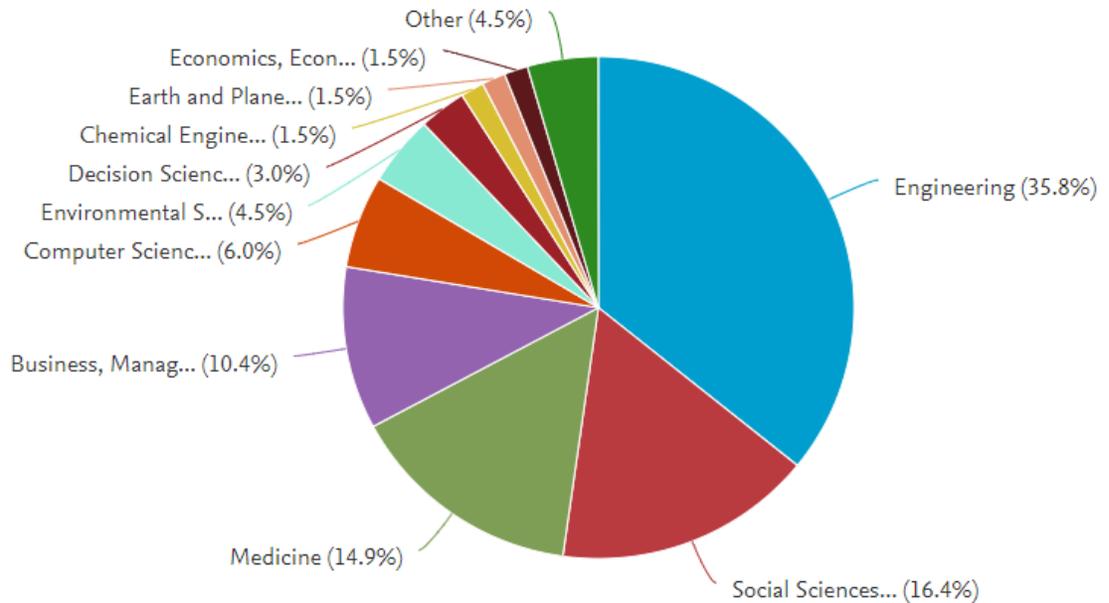
Figura 10. Documentos por año



Fuente. Base de datos Scopus {en línea}. {2020}. Disponible en: <https://www-scopus-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/term/analyzer.uri?sid=db2a6b4cd26a53e81c7eb2a69799f252&origin=resultslist&src=s&s=%28TITLE-ABS-KEY%28risk+management%29+AND+TITLE-ABS-KEY%28qualitative+analysis%29+AND+TITLE-ABS-KEY%28construction%29+AND+TITLE-ABS-KEY%28building+%29%29&sort=plf-f&sdt=cl&sot=b&sl=133&count=34&analyzeResults=Analyze+results&cluster=scopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct&txGid=af22591c9502bb748978ad0086cee b5e>

El filtrado de la base de datos se realizó para el rango de años desde el 2016 al 2020, obteniendo 34 documentos de investigación, resaltando los años 2017 con (23.5%) y el 2019 con (23.5%) del total de la búsqueda.

Figura 11. Documentos por área de estudio



Fuente. Base de datos Scopus {en línea}. {2020}. Disponible en: <https://www-scopus-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/term/analyzer.uri?sid=db2a6b4cd26a53e81c7eb2a69799f252&origin=resultslist&src=s&s=%28TITLE-ABS-KEY%28risk+management%29+AND+TITLE-ABS-KEY%28qualitative+analysis%29+AND+TITLE-ABS-KEY%28construction%29+AND+TITLE-ABS-KEY%28building+%29%29&sort=plf-f&sdt=cl&sot=b&sl=133&count=34&analyzeResults=Analyze+results&cluster=scopusbyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct&txGid=af22591c9502bb748978ad0086cee b5e>

Se resalta de la anterior figura en la torta que el 35.8% de la búsqueda se relaciona con el área de la ingeniería, la cual es importante para el estudio de caso a investigar y desarrollar.

Partiendo del punto de vista internacional, se evidencia claramente que, en países como India, Estados Unidos de Norteamérica, Jordania, China, España, entre otros. Establecen diversas alternativas en la gestión del riesgo en proyectos de construcción, buscando que al pasar del tiempo haya diversas alternativas para mitigar o reducir al máximo los escenarios de riesgos graves, con el fin de encontrar un punto de estabilidad al éxito de múltiples proyectos (grandes, medianos y pequeños).

La administración de los riesgos encaminada a la dirección y gerencia de proyectos tiene como fin buscar los recursos y herramientas necesarias para la mitigación de los escenarios de riesgo basados en la investigación de Jepson, Kirytopoulos y Londres<sup>31</sup> los métodos más comunes se encuentran dentro de las categorías búsqueda y apoyo, seguidos de la evaluación e identificación de escenarios. Los resultados que arrojó investigación (muestreo de 25 gerentes de construcciones australianas) fue que, a mayor experiencia de los gerentes, estos dependen menos de las herramientas de evaluación y finalmente concluye que deberían apreciar más las herramientas para el análisis de riesgos y establecer la importancia de transferir y difundir experiencias entre los gerentes y directores a su equipo de trabajo.

Como influencia en las medidas de mitigación de riesgos en los criterios de éxitos para proyectos en la india según los establecen Viswanathan, Tripathi, jha<sup>32</sup> el objetivo principal es probar la influencia de las medidas de mitigación de los riesgos y 3 criterios de éxito de un proyecto (costos, cronograma y desempeño de la empresa), mediante un cuestionario a 105 expertos, donde se realizaron mediciones probabilísticas, dan arrojando resultados; que entre los factores de mitigación de riesgos identificados, la participación local surge como el factor que más influye en los criterios de éxitos del proyecto, seguido de la selección del contrato y la planificación previa al proyecto. Siguiendo la idea de los anteriores autores sobre los criterios del éxito para este estudio de caso, se ve la necesidad de ahondar en factores relacionados, en como los contratistas de los proyectos de construcción asumen los riesgos en su participación fraccionada de un proyecto ya sea grande, mediano o pequeño.

Según Chandrashekhar, Ratnesh, Prakash<sup>33</sup> enfatiza que la capacidad del contratista y la gestión de riesgos son fundamentales para el éxito del proyecto y tienen correlación. Sin embargo, las observaciones precalificadas se desempeñan mal y esto provoca fallas en los proyectos. La capacidad del contratista evaluado durante la precalificación es un atributo de una organización y la capacidad requerida para mitigar los riesgos y ejecutar el proyecto es un atributo netamente del proyecto. Cuando los riesgos se materializan, la capacidad de un contratista puede reducirse y la capacidad requerida para mitigar los riesgos en un proyecto puede aumentar. Esto creará un déficit de los recursos que resultará en un desempeño deficiente por parte del contratista. Por lo tanto, los criterios para la precalificación deben decidirse considerando los escenarios de riesgo para los proyectos y seleccionar a los contratistas con calificaciones altas en capacidad

---

<sup>31</sup> JEPSON, J., KIRYTOPOULOS, K., LONDRES, K. resume. EN: Insights into the application of risk tools and techniques by construction project managers. 2018. p. 848

<sup>32</sup> RVISWANATHAN S., TRIPATHI K. Y JHA K, Influence of risk mitigation measures on international construction project success criteria – a survey of Indian experiences. EN: Construction Management and Economics. Volume 38. 2020 - Issue 4. p.207

<sup>33</sup> CHANDRASHEKHAR I., RATNESH K. Y PRAKASH S, Understanding the role of contractor capability in risk management: a comparative case study of two similar projects. EN: Construction Management and Economics. Volume 38. 2020 - Issue 3. 2020 P.223

organizacional y capacidad de gestión de mitigación de riesgos para aumentar las posibilidades de éxito del proyecto.

Uno de los factores importantes en la gestión de riesgo para tener en cuenta en la planeación y ejecución de proyectos es el Tiempo, como lo establece Abu Salem, Suleiman<sup>34</sup> uno de los mayores riesgos en la industria de la construcción en Jordania es el retraso en los tiempos de planeación y ejecución, por lo cual se considera inviable, por lo que la investigación que realizan tiene como objetivo principal identificar los factores de riesgo que causan retrasos en el tiempo. En el estudio se realizó una valoración de 38 factores de riesgo discriminados en 3 categorías (verde, naranja y rojo) según el grado de severidad sobre el tiempo de retraso; 12 factores se encontraron en zona verde, 22 factores en zona naranja y 4 factores de riesgos en zona crítica o roja con alto impacto y alta probabilidad de ocurrencia, donde se destacan en la anterior zona; mala adecuación del suelo, retrasos en los pagos a contratistas y proveedores, la falta de mano de obra calificada y condiciones financieras del propietario. Los hallazgos y sugerencias orientarán a los gerentes de proyecto a mejorar su desempeño, lo que tendrá un impacto significativo para el sector de la construcción.

Siguiendo con la secuencia lógica de los antecedentes a nivel internacional, otro de los aspectos relevantes a tener presente, es el manejo y la consecución de los insumos o materiales de construcción para la ejecución de un proyecto. Como lo describe Gurmu<sup>35</sup> los factores más relevantes en el manejo de insumos de construcción son; la planificación, el seguimiento y la evaluación de los materiales. La administración de dichas prácticas con la base para contribuir a la productividad de un proyecto. La metodología empleada se compone en dos fases; 1) Entrevistas a expertos donde se prioriza la identificación de prácticas de gestión en lo concerniente a los materiales de construcción y 2) Cuestionario a contratistas de las prácticas de gestión obtenidas en la primera fase. A partir del tratamiento y análisis de la información recopilada, se establecieron herramientas para medir y planificar las prácticas de gestión de materiales y modelos de regresión basados en probabilidades, identificando 3 escenarios de riesgo claves; planes de aprovisionamiento de materiales, la identificación de materiales a largo plazo y el cronograma.

Siguiendo con la evaluación de las prácticas de gestión de riesgo encaminados a la mitigación o reducción residual de los diferentes escenarios ya relacionados. Según Al Mhdawi, Motawa, Rasheed<sup>36</sup> adoptan análisis de tipo cualitativo y cuantitativo

---

<sup>34</sup> ABU SALEM Z., SULEIMAN A. Risk Factors Causing Time Delay in the Jordanian Construction Sector. EN: International Journal of Engineering Research and Technology. ISSN 0974-3154, Volume 13, Number 2. 2020 P.307

<sup>35</sup> GURMO, Argaw. Tools for Measuring Construction Materials Management Practices and Predicting Labor Productivity in Multistory Building Projects article 4018139. EN: Journal of Construction Engineering and Management/ Volume 145 Issue 2. 2019 p.1

<sup>36</sup> AL MHDAWI M., MOTAWA I., RASHEED A., Assessment of Risk Management Practices in

recopilando información para después analizar todos los datos primarios, por medio de encuestas y entrevistas a expertos en la construcción en Irak, evaluando los siguientes niveles: conocimiento y comprensión del equipo de gestión de proyectos y como realizan la implementación de herramientas y técnicas de gestión de riesgos, métodos utilizados para identificar riesgos, técnicas de clasificación, procedimientos de seguimiento y control. Concluyendo que la ausencia de un equipo de gestión de riesgos dentro de la cultura mencionada hace que desde la planeación de los proyectos sea latente el riesgo de fracaso de este.

La gestión de riesgos se debe apreciar su importancia en las etapas de un proyecto de construcción, que omitir o no completarlos de manera adecuada y precisa, podrá tener impactos y severidades graves en cada proyecto a planificar o ejecutar. “algunos estudios muestran que la mayoría de las organizaciones empresariales no realizan un análisis de riesgos y, por ejemplo, solo el 30% de las organizaciones realizan un análisis de riesgos en sus proyectos”<sup>37</sup>. Para establecer que cada proyecto tiene un principio y un final, como consecuencia a lo anterior KESHK, MAAROUF, ANNANY <sup>38</sup> establecen las siguientes características; los proyectos temporales se definen por un tiempo limitado, donde al final del proyecto es lograr las metas, producto, servicio o resultado único es decir, que cada proyecto tiene sus particularidades (diseño, contratista, dueño y ubicación) y de elaboración progresiva que son proyectos que se ejecutan de manera paulatina y sucesivos, donde se incrementa el valor de un trabajo realizado. Estos deben ser una decisión clara y ampliada del proyecto, y determinar el alcance del proyecto a detalle, fundamentado en las acciones más importantes se deberán tomar en la segmentación WBS (estructura desglosada del trabajo).

Entrando en el análisis que se enfatiza este estudio de caso la evaluación cualitativa es muy importante para determinar los riesgos y saber cuál necesita tratamiento antes que otros, esta evaluación depende de algunas herramientas computacionales y gráficas, una de estas herramientas son las matrices de ordenamiento de probabilidad y consecuencia, se llama, probabilidad impacto de matriz de calificación de riesgo, incluyendo la siguiente información:

**Probabilidad de riesgo.** Son cualidades estimadas de carácter específico, como, muy alto y otros caracteres, las posibilidades principales van de 0.05 a 1.00 para la evaluación de estos caracteres de cualidades, la evaluación común es: 0.1 significa muy bajo, 0.3 significa bajo, 0.5 significa moderado, 0.7 significa alto y 0.9 significa muy alto.

---

Construction Industry. EN: The 10th International Conference on Engineering, Project, and Production Management. 2020 P.421

<sup>37</sup> KESHK A., MAAROUF I., ANNANY Y. Special studies in management of construction project risks, risk concept, plan building, risk quantitative and qualitative analysis, risk response strategies, Citado por BACCARINI, David. Management of risks in information technology projects. 2004 p.4

<sup>38</sup> KESHK A., MAAROUF I., ANNANY Y. Special studies in management of construction project risks, risk concept, plan building, risk quantitative and qualitative analysis, risk response strategies. EN: Alexandria Engineering Journal Volume 57, Issue 4. 2018. p.3180

**Consecuencia del riesgo.** Se evalúa también por caracteres de cualidades, como bajo moderado y alto, usualmente sugiere la importancia relativa que refleja este impacto (probabilidad X consecuencia)<sup>39</sup>.

Terminando los antecedentes internacionales en investigaciones relacionadas con la gestión de riesgos, como último apartado de manera particular, de cómo se implementa el análisis de riesgo en proyectos de infraestructura educativa. Según como lo establece Rani <sup>40</sup> para la rehabilitación y ejecución de nuevos proyectos educativos en la región de Yakarta, para el diseño y la construcción relacionados en el estudio de investigación factores como; capacidad de los propietarios, proceso de adquisición, capacidad de diseño, capacidad de implementación, capacidad de gerente de proyecto, alcance del proyecto. Concluyendo que, el factor del proceso de adquisición es el más dominante y este podría afectar el éxito del proyecto.

Encaminando los antecedentes a nivel de Latinoamérica, un país pionero en el estudio e inclusión de la gestión de proyecto de construcción es Chile. Como fundamenta Huidobro, Heredia, Salmona, Alvarado<sup>41</sup> aspectos que regulan y norman la licitación ejecución de proyectos, pueden traer sorpresas y causar gran incertidumbre. Muchos mandantes promueven medidas que tienen muchas veces como consecuencia un agresivo cambio en la distribución del riesgo de los contratos, traspasando a los contratistas de obra, que, en gran parte, están asociados a factores que no son controlados oportunamente. Por tal razón una estrategia contundente el éxito de un proyecto de construcción es establecer alianzas claves entre el gerente de proyecto y el contratista de obra con el fin de encaminar esfuerzos a un mismo fin. Existen diferentes métodos para organizar la implementación de los procesos que deben llevarse a cabo para una gestión efectiva de los riesgos, antes de que estos lleguen a ser amenazas para el éxito del proyecto. La siguiente tabla muestra las diferentes metodologías de la gestión del riesgo.

---

<sup>39</sup> Ibid., p. 3183

<sup>40</sup> RANI, H.A., Design and build risk analysis to the project success. EN: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management -Volume 2018. 2018., p.1314

<sup>41</sup> HUDOBRO J., HEREDIA B., SALMONA M., ALVARADO L., Inclusión de la gestión de riesgos en el estudio de ofertas para licitaciones de proyectos de construcción. EN: Revista de la Construcción, vol. 8, núm. 2, 2009, pp. 27-37. Santiago de Chile. 2009 P.29

Tabla 3. Métodos de gestión de riesgos

Categorías	Euromethod	Safe	CRM SEI	IEEE	Riskit	PMI
Plan de gestión						✓
Identificación	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Estimación	✓		✓	✓	✓	✓
Evaluación	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Planificación	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tratamiento	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Seguimiento y control	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Comunicación			✓			

Fuente. Esteves, 2005. Citado por: HUDOBRO J., HEREDIA B., SALMONA M., 2009

Para el desarrollo metodológico del estudio de caso se establecerá la guía de PMBOK y el estándar de gestión de riesgos del PMI.

Para la administración de proyectos y análisis de riesgos a partir de la metodología PMI, Gómez<sup>42</sup> destaca que, la administración de proyectos tiene a cargo fases críticas para llegar al éxito, estableciendo una fase orientada a definir, describir y tener claridad en lo concerniente a los riesgos clasificados de un proyecto, de igual forma se debe contemplar la iniciación de medidas de disciplina y en otros temas fundamentales para cambiar aspectos negativos en positivos, con el fin último de llevar el proyecto al éxito. Es clave la conformación de un equipo técnico-administrativo que genere aspectos positivos en la gestión de la gerencia del proyecto.

Uno de los modelos implementados por el PMI, es usar los WBS (Estructura Desglosada del trabajo) Y RBS (Estructura desglosada de los Recursos), para medir los riesgos, Villar<sup>43</sup> enfatiza que dicho modelo establecerá impulsar el rendimiento de la gestión, desde la principal etapa, donde recopila los inicios de la instancia de las subetapas de riesgos, integrando las principales condiciones de alcance, calidad, tiempos y costos. Lo que definirá una mejoría en los roles del talento humano del proyecto, todo canalizado en la adaptación del RBS, definiendo con fin último los entregables y su calidad, con respecto a las actividades, recursos y costos.

Para el caso en particular las instituciones de carácter público en Colombia, según

<sup>42</sup> GOMEZ, Mauricio. Managing projects and analyzing risks. EN: Paper presented at PMI® Global Congress 2007—Latin America. Cancún. 2007., p.5

<sup>43</sup> VILLAR, Victor. Model for risk impact measurement based on the WBS and the RBS. EN: Paper presented at PMI® Global Congress. Buenos Aires. 2004., p.8

estable HAMBURGUER, PUERTA <sup>44</sup>, son instituciones que, por tener un riesgo muy alto en cuanto a su financiación, debido a que no se realiza un presupuesto detallado, el cual debería estar basado en un estudio de mercado, entre las cuales se destaca el valor real de los materiales, mano de obra y maquinaria requerida para el desarrollo del proyecto. Este tipo de proyecto es fundamental tener en cuenta el costo total basado en valores fijos por región o discriminación adecuada de los APUs y los tiempos de ejecución debido a que después de su finalización, es necesario entregarlo en óptimas condiciones para su uso inmediato por parte de los beneficiarios, en este caso los planteles educativos públicos.

---

<sup>44</sup> HAMBURGUER, Heybert, PUERTA Ian. Plan de gestión de riesgos constructivos en edificaciones institucionales bajo los lineamientos del PMI®. Colombia, 2014., p. 83

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. FASES DEL TRABAJO DE GRADO

El proyecto está orientado a analizar la gestión de riesgo cualitativamente, implementando los lineamientos del PMI, basados en la guía PMBOK sexta edición de 2017 y su apartado especializado para la gestión del riesgo (Standard for Risk Management in Portfolios, Programs, and Projects), bajo la línea de investigación aplicada, exploratoria y explicativa, enfocados en obras de infraestructura física de establecimientos educativos, por medio de un diagnóstico que nos arroje una información real, para comparar y dar conclusiones al análisis. A continuación, se establecen las fases para el desarrollo del trabajo investigativo de caso:

#### 4.1.1. Fase 1

Buscar y recopilar información relevante para la investigación de caso, donde se pueda evidenciar los avances y similitudes con el tema a trabajar. Seguido a lo anterior se seleccionan los artículos de impacto, libros o guías y con la elaboración de un cuadro de registro bibliográfico se deja en firme la documentación requerida para realizar el trabajo de grado en su estructura teórica (marco, antecedentes y estado del arte).

#### 4.1.2. Fase 2

Se analizará el material informativo y descriptivo de los informes de interventoría y contratistas, de los procesos que incidieron en los proyectos. donde la información está clasificada y organizada en los diferentes enfoques de la investigación. enfocados en los proyectos a intervenir. 1) Adecuación de la infraestructura física del edificio Centro de la tecnología del diseño y la productividad empresarial de Girardot y; 2) Construcción del bloque de las aulas en la institución educativa Departamental Bicentenario, en el Municipio de Funza Cundinamarca.

#### 4.1.3. Fase 3

Según la secuencia de la guía PMBOK y su apartado especializado; como entradas, herramientas y salidas para la estructuración y elaboración de análisis cualitativo se establecen los siguientes apartados:

Con la información histórica de los dos proyectos de caso, se tendrá en cuenta la siguiente información; 1) Estructura desagregada del trabajo EDT de los proyectos; 2) Identificación de categorías; 3) Identificación de escenarios de riesgo empleados en las etapas de planificación y ejecución; y 4) Matriz de riesgo de los proyectos.

Definición de la escala de riesgo (grave, intermedia o baja) teniendo en cuenta la aversión o prevención al riesgo del equipo de trabajo.

Elaboración de matriz de probabilidad e impacto.

Identificación de los nuevos escenarios de riesgos, según juicio de expertos del personal investigativo.

Desarrollar según la guía especializada en la gestión del riesgo el análisis cualitativo de los riesgos para los dos proyectos de infraestructura educativa en estudio.

#### 4.1.4. Fase final

Elaboración de cuadro resumen comparativo con en análisis cualitativo de los riesgos de cada uno de los proyectos de estudio, para realizar las respectivas conclusiones, recomendaciones y acciones de mejora, estableciendo así las lecciones aprendidas.

### 4.2. INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Las fuentes de datos institucionales para la recopilación e interpretación de la información obtenida por cada uno de los proyectos del estudio de caso, para el desarrollo metodológico y el fin último que es la elaboración del análisis cualitativo de los riesgos fue extraído de:

Base de datos Secop II

Fuentes de información propias del autor (actas de comité, reuniones de planeación, reuniones de avances y experiencias de contratistas según especialidad).

### 4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Se toman como referencia dos proyectos de construcción de infraestructura de establecimientos educativos, uno en la ciudad de Girardot (Sena) y el otro en el municipio de Funza (Colegio Bicentenario), en los dos proyectos se generaron obras de remodelación, ampliación, y obra nueva. proyectos donde se encontraron riesgos en todos sus procesos, y la cual buscamos una propuesta metodológica para la mitigación de focos de riesgos.

### 4.4. ALCANCES Y LIMITACIONES

#### 4.4.1. Alcance

Este estudio de casos solo se contempla hasta la etapa del análisis cualitativo de la gestión de riesgo de dos proyectos de infraestructura educativa ubicados en el

departamento de Cundinamarca-Colombia en su etapa de planeación y ejecución para buscar puntos de comparación y establecer conclusiones y recomendaciones para futuros proyecto con alto grado de similitud.

#### 4.4.2. Limitaciones

Se analizarán solo 2 proyectos de infraestructura educativa pública, gestionado por La Alcaldía de Funza y la Alcaldía de Girardot, que hacen parte del Departamento de Cundinamarca, enmarcando el análisis de caso, resultados y recomendaciones para futuros proyectos educativos a nivel regional y municipal, dejando en firme que el alcance de este proyecto de estudio de caso excluye a proyectos del sector privado.

## 5. PRODUCTOS PARA ENTREGAR

De acuerdo con el análisis cualitativo de la gestión de riesgos en dos proyectos de infraestructura educativa pública. Se realizará la entrega de los siguientes ítems:

Documento de evidencia y análisis de riesgos iniciales en etapa de planeación y ejecución de cada proyecto.

Cuadro resumen de escenarios de riesgos iniciales.

Hoja de cálculo de categorías y escenarios de riesgo iniciales y sugeridos a juicios de expertos.

Hoja de cálculo con matriz de riesgo y rango de severidad e impacto, teniendo en cuenta el porcentaje de aversión del equipo de trabajo.

Cuadro resumen y sintetizado con análisis cualitativo de los riesgos, siguiendo los lineamientos de la guía PMBOK y su estándar especializado en la gestión del riesgo.

Cuadro comparativo entre los dos proyectos de estudio, donde se evidencia el grado de similitud para establecer las respectivas recomendaciones y conclusiones.

Listado de lecciones aprendidas en relación con la similitud de los proyectos de estudio, dejando el soporte de evidencia para futuros proyecto de edificación educativa pública en la región de Cundinamarca.

## 6. ENTREGA DE RESULTADOS E IMPACTOS

### 6.1. DESCRIPCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO

Para manejos prácticos de secuencia, orden y seguimiento se nombran de la siguiente forma los proyectos de enfoque constructor, que corresponde a los casos de estudio para este trabajo de grado, para la elaboración del análisis cualitativo de los riesgos:

- Proyecto A: Adecuación de la infraestructura física del edificio Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial de Girardot.
- Proyecto B: Construcción del Bloque de la Aulas en la Institución Educativa Departamental Bicentenario, en el Municipio de Funza Cundinamarca.

#### 6.1.1. Proyecto A

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) se encarga de cumplir la función que le corresponde al Estado de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la Formación Profesional Integral gratuita, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país, en el cual, a través de la Paz, la Equidad.

Figura 12: Centro Tecnológico SENA. Girardot, Cundinamarca



Fuente. Propia. registro fotográfico, entrega final de proyecto A.

Partiendo de las generalidades del proyecto a se describe en la Tabla 4. Información contractual técnica y económica de proyecto A se tiene en cuenta las condiciones establecidas en ámbito contractual, acta de inicio, planeación y ejecución con el enfoque netamente hacia el constructor.

Tabla 4. Información contractual técnica y económica de proyecto A.

<b>Contratar la Obra de Adecuación de la Infraestructura Física del Edificio N°2 del Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial de Girardot, a Precios Unitarios incluida mano de obra y materiales</b>	
GENERALIDADES	
Contrato de obra publica	2255-2018
Valor contrato	\$ 1,599,276,977
Contratista	CONALCRETOS S.A.S.
Interventor	GRUPO ACERA
Entidad contratante	SENA
Descripción técnica	
M2 construidos	980
M2 urbanismo	495
Pisos	4
Aulas técnicas	13
Baterías de baños	2
Punto fijo mecánico	ASCENSOR DE 4 PARADAS
Acero de refuerzo	72800 KG
Concreto	470M3
mampostería	350M2
Cubierta	380M2
Ventanería en aluminio y divisiones	1890M2
Construcción liviana	525M2

Fuente. Condiciones generales del proyecto A, Secop.

La propuesta de intervención, se realizó con base en el análisis de la situación actual del Centro, el cual está sustentado en evaluaciones de estructura, norma, aspectos jurídicos, arquitectura y Aspectos técnicos; estudios que servirán de herramienta al Servicio Nacional del Aprendizaje en la toma de decisiones, por cuanto contempla la eficacia de invertir recursos de reforzamiento y/o adecuación en los diferentes bloques dependiendo de su situación actual, sin perjuicio de que dicha decisión de inversión, es netamente potestad de la entidad contratante.

La construcción existente del Centro fue construida mediante el sistema de PORTICOS que no garantiza un comportamiento adecuado, tanto individual como de conjunto, ante cargas verticales y horizontales, teniendo en cuenta los siguientes mecanismos a). El edificio está provisto de un conjunto de columnas y vigas amarradas entre sí, para garantizar la suficiente resistencia ante los efectos sísmicos horizontales en las dos direcciones. y b). Presenta un sistema de cimentación que transmite al suelo las cargas derivadas de la función estructural de cada muro. Se observa que se han presentado asentamientos a la estructura.

Posteriormente y en desarrollo de los planes operativos del centro de formación, se tuvo la necesidad de revisar nuevamente los diseños del edificio, teniendo en cuenta que el punto fijo actual (Escalera) no cumple con la normatividad legal vigente y por ende es necesario rediseñar y construir un punto fijo nuevo que cumpla con las condiciones actuales de acceso a espacios de edificaciones educativas.

También se hizo necesario replantear el acceso para personas en situación de discapacidad de este edificio, dado que inicialmente se tenía planteado tener acceso por el edificio nuevo que se construyó, pero revisados los diseños no es posible por temas de seguridad ya que son edificios que se encuentran en diferentes niveles de altitud lo cual conlleva a riesgos de desprendimiento de loza en los puntos de anclaje.

Adicionalmente y referente al tema de adecuación y modernización de ambientes para el desarrollo de proyectos de investigación, tecnología e innovación, se determinó por parte de los ingenieros que el mejor espacio físico para implementar este ambiente se podría tener en este edificio y esto conlleva a que el diseño inicial tuviera modificaciones sustanciales en su proyección.

Por lo anterior para la debida prestación de los servicios a cargo de este centro de formación y el debido cumplimiento de la misión de la entidad en condiciones eficientes, en un entorno adecuado libre de factores perjudiciales para quienes hacen parte tanto de la comunidad estudiantil y administrativa de estas instalaciones es necesario Contratar la obra de adecuación del edificio No. 2, que incluye plazoleta de acceso y el reforzamiento estructural del punto fijo de escaleras, del Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial de Girardot.

De igual manera el estudio realizado constituye la compilación de las diferentes conclusiones de los diagnósticos de norma urbana, estado estructural, condiciones arquitectónicas, redes eléctricas y redes hidráulicas, del Centro de formación, mostrando una mirada global de las condiciones de los predios basados en la normatividad vigente aplicable a cada uno de estos ámbitos, con el fin de realizar las adecuaciones de inversión para el edificio N° 2 que componen las edificaciones y para el centro como unidad.

Dentro del presupuesto, se encuentra la realización de las obras y adecuaciones

que requiere el edificio N° 2 del centro de formación para poder llegar a un estado funcional, en el cual, después de ejecutar dichas intervenciones, solo deberá requerir por parte de la entidad un mantenimiento periódico anual. La intervención requerida se fundamenta en el Estudio de Diseño y reforzamiento estructural realizado durante la vigencia 2017 por parte del contratista Firmamento e Imagen mediante contrato N° 2714 de 2017, en el cual se recolectaron datos por espacios referentes a cantidades y tipos de intervención necesarias, Diseños Arquitectónico, Eléctrico, Estructural, Estudio de Suelos, Presupuesto Programación y Renders.

Se destaca que la funcionalidad del centro de formación gracias a esta intervención garantiza el cumplimiento de la normatividad urbana del sector, estándares arquitectónicos, cumplimiento de norma NSR -10, cumplimiento de normatividad de redes hidrosanitarias y o eléctricas.

Para la ejecución del contrato se ha estimado un plazo de Tres (03) Meses contados a partir de la fecha de suscripción del Acta de inicio del contrato, la cual deberá suscribirse una vez cumplidos los requisitos de legalización del contrato y aprobación de la garantía única. A continuación, se presenta Tabla 6. Presupuesto

Concluyendo con la descripción general del proyecto A, se establecen dos apartados relevantes para la elaboración del análisis cualitativo de los riesgos en el proyecto; 1) EDT del proyecto A y 2) presupuesto general del proyecto A.

#### 6.1.1.1. EDT/WBS proyecto A

Según la estructura de desglose de trabajo se presenta en la Tabla 5. EDT/WBS proyecto A la cual establece las actividades relevantes en la planeación y ejecución del proyecto con el fin de establecer un orden y así tener precisión en las tareas o actividades a desarrollar durante su ejecución.

Tabla 5. EDT/WBS proyecto A

**CONTRATAR LA OBRA DE ADECUACION DELA INFRAESTRUCTURA FISICA DEL EDIFICIO N°2 DEL CENTRO DE LA  
TECNOLOGIA DEL DISEÑO Y LA PRODUCTIVIDAD EMPRESARIAL DE GIRARDOT A PRECIO UNITARIOS INCLUIDA MANO  
DE OBRA Y MATERIALES**



Fuente. Propia. A partir de información del presupuesto general del proyecto A.

### 6.1.1.2. Presupuesto general de obra proyecto A

Para la presentación de los capítulos que se tuvieron en cuenta en la realización del presupuesto general de obra, donde se discriminan los grandes apartados de la fase de ejecución con respecto EDT del proyecto A, obteniendo la Tabla 6. Presupuesto que será como base para la elaboración de la matriz de probabilidad e impacto, aclarando que son para fines de análisis cualitativos de riesgos.

Tabla 6. Presupuesto General proyecto A.

<b>PRESUPUESTO SENA GIRARDOT</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>VR. TOTAL</b>
1	PRELIMINARES		37.851.320
2	ESTRUCTURAS		330.280.979
3	MAMPOSTERIA		33.189.049
4	CUBIERTAS		205.343.087
5	CARPINTERÍA METÁLICA		3.249.830
6	CARPINTERÍA DE MADERA		5.378.128
7	VIDRIOS Y ACCESORIOS EN ACERO		283.621.034
8	ACABADOS DE PISO		224.178.247
9	PINTURA		18.193.593
10	INSTALACIONES ELECTRICAS		136.736.578
11	URBANISMO		116.232.999
12	ASEO Y LIMPIEZA		3.677.882
	<b>SUB-TOTAL</b>		<b>1.397.932.727</b>
	<b>ADMINISTRACION</b>	<b>10%</b>	<b>139.793.273</b>
	<b>IMPREVISTOS</b>	<b>0%</b>	<b>0</b>
	<b>UTILIDAD</b>	<b>3,7%</b>	<b>51.723.511</b>
	<b>IVA 19% SOBRE UTILIDAD</b>	<b>19%</b>	<b>9.827.467</b>
	<b>TOTAL</b>		<b>1.599.276.977</b>

Fuente. Elaboración propia a partir del presupuesto general proyecto A.

Nota: Para obtener más información del presupuesto general de obra del proyecto en mención se incluye el Anexo A. Presupuesto general proyecto A. el cual establece las condiciones desagregadas o las actividades definidas con el costo directo.

### 6.1.1.3. Cronograma general de obra proyecto A

Las actividades de obras, establecidas en el Anexo C. Cronograma general proyecto A. dan un mayor desglose de los tiempos o duración por tarea, de igual forma se refleja la ruta crítica para el proyecto A, al cual tuvo una duración total de 420 días calendario contando liquidación y posventa.

### 6.1.2. Proyecto B

Entre el Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca – ICCU y el Municipio de Funza se suscribió el 26 de diciembre de 2018 el **Convenio No 562 - 2018** cuyo objeto es: AUNAR ESFUERZOS TECNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL BLOQUE DE AULAS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEPARTAMENTAL BICENTENARIO EN EL MUNICIPIO DE FUNZA, CUNDINAMARCA.”, otorgando recursos tanto para la obra como para la interventoría del proyecto.

Figura 13. Fachada principal. Proyecto B.



Fuente. Propia. registro fotográfico entrega final proyecto B.

Teniendo en cuenta que durante el año 2017 se realizaron las acciones pertinentes radicando ante la Gobernación de Cundinamarca el proyecto de conversión de la media académica a media técnica, con el fin de ofrecer una formación integral a los estudiantes. Como resultado de dicha gestión el 3 de octubre de 2017, la Secretaría de Educación Departamental mediante resolución 005504, autorizó para la prestación del servicio educativo de media técnica industrial y de servicios a la Institución Educativa Departamental Bicentenario. Dado lo anterior, la Alcaldía Municipal de Funza Cundinamarca definió la necesidad y justificación del proyecto de construcción de un nuevo bloque de aulas para la Institución Educativa Departamental Bicentenario, con espacios adecuados para llevar a cabo este

esquema de formación.

El proyecto se desarrolló a partir de la construcción de un bloque de recintos especializados conformado por aulas en dos niveles; en el primer nivel se plantea un taller de procesos de producción de aproximadamente 187m<sup>2</sup>, y un taller de electrónica y mecatrónica de 123m<sup>2</sup>, espacios amplios que buscan lograr la interacción de los estudiantes en lo teórico-práctico, al interior de dichos espacios se plantea el funcionamiento de máquinas como torno, fresadora, taladros, prensa, entre otras herramientas para interactuar”<sup>45</sup>.

Partiendo de las generalidades del proyecto a se describe en la Tabla 7. Información contractual, técnica y económica proyecto B. se tiene en cuenta las condiciones establecidas en ámbito contractual, acta de inicio, planeación y ejecución con el enfoque netamente hacia el constructor.

Tabla 7. Información contractual, técnica y económica proyecto B.

<b>Objeto: construcción del bloque de aulas en la institución educativa departamental bicentenario en el municipio de Funza, Cundinamarca, en cumplimiento al plan de desarrollo "de frente con la gente juntos avanzamos 2016 - 2019"</b>	
Generalidades	
Contrato de obra publica	488-2019
Valor contrato	\$ 3,380,032,860
Contratista	Consortio Funza Bicentenario
Interventor	Consortio Interventoría Bicentenario
Entidad contratante	Municipio De Funza
Descripción técnica	
M2 construidos	1400
M2 urbanismo	896
Pisos	2
Aulas técnicas	6
Baterías de baños	4
Punto fijo mecánico	ASCENSOR DE 2 PARADAS
Volumen acero de refuerzo	52500 KG
Volumen de concreto	780M3
Volumen mampostería	950M2
Cubierta	720M2
Ventanería en aluminio	1100M2
Sistema contra incendios	4 PUNTOS
Subestación eléctrica	15KVA

Fuente. Propia. A partir de información de especificaciones generales proyecto B.

<sup>45</sup> SECOP. Portal de Contratación Pública. Proceso LP 009 – 2019. Estudios Previos.

El nuevo bloque de aulas construido a partir del contrato 488 de 2019 incluye seis (6) salones destinados para uso especializado con condiciones técnicas específicas; incluye baterías de baños, algunas con características dirigidas a personas con movilidad reducida; el edificio también cuenta con zonas de manejo y clasificación de residuos sólidos; cuenta con tanque de almacenamiento de agua, sistema de red contra incendios, ascensor y zonas comunes. Para garantizar su funcionalidad fue necesaria la implementación de un proyecto Serie 3 que consiste en la adecuación de la subestación con un aumento de carga para una entrega final de 112.5 KVA, por lo tanto se realizó el suministro e instalación de equipos técnicos como Tablero General de distribución, Tablero de medida, transferencia automática para el funcionamiento de una planta eléctrica de 30KVA como sistema de respaldo, transferencia automática para el sistema de emergencia de red contraincendios; igualmente para los equipos de cómputo se realizó la implementación de un diseño de cableado estructurado con Rack y para el funcionamiento de sus equipos una UPS de 20KVA con autonomía de 10 minutos en caso de emergencia. En cumplimiento del contrato el Consorcio Funza Bicentenario 2019 tuvo un alcance técnico, ambiental, de seguridad y salud en el trabajo, calidad, jurídico, financiero, social y de gerencia, alcance que describe el proyecto en cada una de sus especialidades para llevar un control total del mismo.

Figura 14. Facha principal de aulas proyecto B.



Fuente. Propia. A partir de información de registro fotográfico proyecto B.

Concluyendo con la descripción general del proyecto B, se establecen dos apartados relevantes para la elaboración del análisis cualitativo de los riesgos en el proyecto; 1) EDT del proyecto A y 2) presupuesto general del proyecto A.

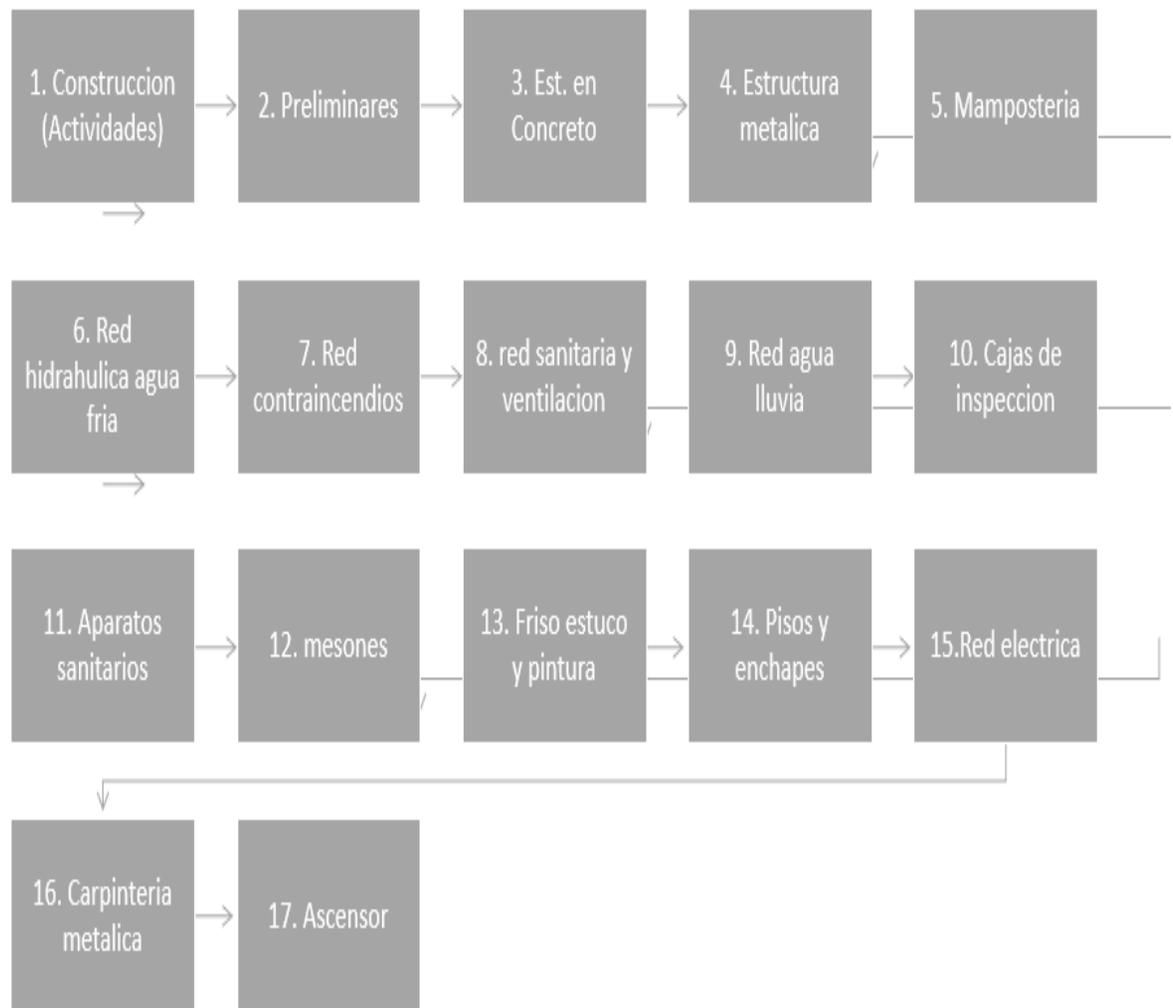
#### 6.1.2.1. EDT/WBS proyecto B

Según la estructura de desglose de trabajo se presenta en la Tabla 8. ETD/WBS proyecto B. la cual establece las actividades relevantes en la planeación y ejecución del proyecto con el fin de establecer un orden y así tener precisión en la tareas o

actividades a desarrollar durante su ejecución.

Tabla 8. ETD/WBS proyecto B.

**CONSTRUCCION AMPLIACION DEL BLOQUE DE AULAS EN LA INSTITUCION EDUCATIVA DEPARTAMENTAL  
BICENTENARIO EN EL MUNICIPIO DE FUNZA. CUNDINAMARCA**



Fuente. Propia. a partir de capítulos según presupuesto proyecto B.

**6.1.2.2. Presupuesto general de obra proyecto B**

Para la presentación de los capítulos que se tuvieron en cuenta en la realización del

presupuesto general de obra, donde se discriminan los grandes apartados de la fase de ejecución con respecto EDT del proyecto B, obteniendo la Tabla 9. Presupuesto general. que será como base para la elaboración de la matriz de probabilidad e impacto, aclarando que son para fines de análisis cualitativos de riesgos.

Tabla 9. Presupuesto general. Proyecto B

<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VR. PARCIAL</b>
1	<b>PRELIMINARES</b>			<b>\$ 192.456.320,00</b>
2	<b>ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>			<b>\$ 575.602.432,11</b>
3	<b>ESTRUCTURA METÁLICA Y CUBIERTAS</b>			<b>\$ 389.564.230,00</b>
4	<b>MAMPOSTERÍA</b>			<b>\$ 197.568.321,00</b>
5	<b>RED HIDRÁULICA AGUA FRÍA</b>			<b>\$ 15.896.322,00</b>
6	<b>RED HIDRÁULICA CONTRA INCENDIO</b>			<b>\$ 178.965.412,00</b>
7	<b>RED SANITARIA Y VENTILACIÓN</b>			<b>\$ 13.536.397,69</b>
8	<b>RED AGUA LLUVIA</b>			<b>\$ 10.575.560,41</b>
9	<b>CAJAS DE INSPECCIÓN</b>			<b>\$ 4.235.654,00</b>
10	<b>APARATOS HIDROSANITARIOS</b>			<b>\$ 10.912.902,00</b>
11	<b>MESONES</b>			<b>\$ 3.045.288,80</b>
12	<b>FRISO ESTUCO Y PINTURA</b>			<b>\$ 63.802.002,77</b>
13	<b>PISOS Y ENCHAPES</b>			<b>\$ 17.568.966,00</b>
14	<b>RED ELÉCTRICA</b>			<b>\$ 559.985.062,02</b>
15	<b>CARPINTERÍA METÁLICA</b>			<b>\$ 188.654.123,00</b>
16	<b>JARDINES Y ZONAS VERDES</b>			<b>\$ 5.123.654,00</b>
17	<b>ASCENSOR</b>			<b>\$ 172.532.633,00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 2.600.025.281,00</b>
<b>TOTAL COSTO AIU</b>				<b>\$ 780.007.584,30</b>
<b>COSTO TOTAL OBRA</b>				<b>\$ 3.380.032.865,30</b>
<b>COSTO TOTAL OBRA AJUSTADO AL PESO</b>				<b>\$ 3.380.032.865,00</b>

Fuente. Propia. A partir de presupuesto proyecto B.

Nota: Para obtener más información del presupuesto general de obra del proyecto en mención se incluye el Anexo B. Presupuesto general proyecto B. el cual establece las condiciones desagregadas o las actividades definidas con el costo directo.

### 6.1.2.3. Cronograma general proyecto B

Las actividades de obras, establecidas en el Anexo D. Cronograma general proyecto B. dan un mayor desglose se los tiempos o duración por tarea, de igual forma se refleja la ruta crítica para el proyecto A, al cual tuvo una duración total de 510 días calendario contando liquidación y posventa del proyecto.

## 6.2. ANÁLISIS SOBRE EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS

### 6.2.1. Proyecto A

Basados en la planificación y ejecución del proyecto A, se deberá incluir para el proceso de análisis y control de la gestión de los riesgos las diferentes herramientas que sirven para consolidar de manera más clara y detallada el análisis cualitativo de los riesgos como se describe a continuación.

#### 6.2.1.1. Roles y responsabilidades para la gestión de los riesgos.

Direcciona las funciones de los profesionales del equipo de gestión de riesgos, para cada tipo de responsabilidad según Tabla 10. Roles y responsabilidades de riesgo proyecto A. incluida en el plan de gestión de riesgos.

Tabla 10. Roles y responsabilidades de riesgo proyecto A.

PROYECTO A		
ROLES Y RESPONSABILIDADES		
CARGO	PROFESIONAL	CATEGORIAS
Director de Obra	Ingeniero civil	Compras y contratación, ejecución y montaje, puesta en marcha y funcionamiento, gerencia de proyecto
Residente de Obra	Arquitecto	Compras y contratación, ejecución y montaje, puesta en marcha y funcionamiento, logística y transporte gerencia de proyecto
Residente de Obra 1	Ingeniero civil	logística y transporte, puesta en marcha y funcionamiento
Especialista en Estructuras	Ingeniero civil	Estudios e ingeniería
Profesional en Seguridad y Salud en el Trabajo	Ingeniero ambiental	HSE y seguridad física, riesgos relativos
Especialista en Geotecnia	Ingeniero civil	Estudios e ingeniería
Especialista en Ambiental	Ingeniera ambiental	HSE y seguridad, riesgos relativos
Especialista administrativa	Administradora de empresas	Legislativo, normativo, contable y tributario

Fuente. Propia. A partir de funciones administrativas del contratista proyecto A.

### 6.2.1.2. Calendario de gestión de riesgos para cada categoría

Señala cuándo y con qué constancia se llevará a cabo los procedimientos de gestión de riesgos del proyecto, contenido en la Tabla 11. Calendario de riesgos proyecto A. a lo largo de su vida del proyecto y define las tareas de gestión de riesgos de la programación del proyecto.

Tabla 11. Calendario de riesgos proyecto A.

CALENDARIO DE RIESGOS PROYECTO A						
ITEM	CATEGORÍAS	SIGLAS	DURACION (MES)	FRECUENCIA (CADA DIAS)	FECHA INICIAL	FECHA FINAL
1	Compras y Contratación	CC	14	15	12/06/2018	15/09/2019
2	Técnicos (Estudios e ingenierías)	EI	2	8	1/06/2018	10/08/2018
3	Ejecución y Montaje	EM	14	8	12/06/2018	15/09/2019
4	Puesta en marcha y entrega.	PME	3	8	15/09/2019	15/12/2019
5	Logística y Transporte	LT	14	3	12/06/2018	15/09/2019
6	HSE y Seguridad Física.	HSF	17	1	12/06/2018	15/12/2019
7	Legislativo, normativo, contable y tributario.	LNCT	17	30	12/06/2018	15/12/2019
8	Gerenciamiento del Proyecto.	GP	17	15	12/06/2018	15/12/2019
9	Riesgos relativos	RR	17	1	12/06/2018	15/12/2019
10	Otros.	OT	17	1	12/06/2018	15/12/2019

Fuente. Propia. A partir de la guía PMBOK 6ª edición pg. 405.

### 6.2.1.3. RBS (estructura desglose de los riesgos)

La Tabla 12. RBS proyecto A y B. identifica el canal para unir los riesgos propios o autónomos de cada proyecto, que se generan por medio de una estructura de desglose de los riesgos (RBS) siendo una acción para priorizar los eventuales riesgos.

Tabla 12. RBS proyecto A y B.

RBS PROYECTO A y B		
NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2
<b>O. Proyecto A</b>	<b>1. Riesgos de planeación</b>	1.1. Compras y contratación
		1.2. Estudios e ingeniería
		1.3. Legislativo, normativo, contable y tributario
		1.4. Gerenciamiento de proyecto
		1.5. Riesgos relativos
	<b>2. Riesgos de ejecución</b>	2.1. Construcción y montaje
		2.2. Logística y transporte
		2.3. HSE y seguridad física
		2.4. Gerenciamiento de proyecto

Fuente. Propia. A partir de guía PMBOK 6ª edición pg. 406.

#### 6.2.1.4. Definición de la probabilidad e impacto

El proyecto genera las definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos que son claves al proyecto en general, el número de categorías muestra el grado de detalle cómo se evidencia en la Tabla 13. Definición de impacto y probabilidad proyecto A. exigido para el proceso gestión de los riesgos del proyecto.

Tabla 13. Definición de impacto y probabilidad proyecto A.

Proyecto A							
CD + CI (\$pesos COP)		\$	Tipo Del Proyecto		C	construcción	
		1.599.276.977,00	Duración		420	Días Calendario	
CONSECUENCIAS							
Escala	Probabilidad	Costo - Programación				Calidad	
		Presupuesto Contractual		Programación			
		Desde	Hasta	Desde	Hasta		
5	Muy Alto	Mayor a 60%	> 10,00%		>25% Programa Ejecución		Impacto muy significativo sobre la funcionalidad general
			159.927.698	1.599.276.977	105,0	420,0	
4	Alto	Entre 41%-60%	> 5,00%		>15% Programa Ejecución		Impacto significativo sobre la funcionalidad general
			79.963.849	159.927.698	63,0	105,0	
3	Medio	Entre 21%-40%	> 2,50%		>10% Programa Ejecución		algún impacto sobre áreas funcionales clave
			39.981.924	79.963.849	42,0	63,0	
2	Bajo	Entre 11%-20%	> 1,00%		>5% Programa Ejecución		Impacto menor sobre la funcionalidad general
			15.992.770	39.981.924	21,0	42,0	
1	Insignificante	Entre 1%-10%	> 0,50%		>1% Programa Ejecución		Impacto menor sobre las funciones secundarias
			7.996.385	15.992.770	4,2	21,0	
0	Nulo	Mejor 1%	= 0,00%		0% Programa Ejecución		ningún cambio en la funcionalidad
			0	0	0	0,0	

Fuente. Propia. A partir guía PMBOK 6ª edición pg. 407.

### 6.2.1.5. Matriz de probabilidad e impacto

Para establecer condiciones específicas en cuanto a la elaboración de la matriz probabilidad e impacto del proyecto A y B se tiene en cuenta un porcentaje de aversión (que tanto rechazo o propenso es al riesgo el equipo de trabajo), siguiendo la anterior idea se estableció por juicio de expertos y en conjunto con el equipo de trabajo un porcentaje de aversión del 60% como lo evidencia la Tabla 14. Aversión para proyecto A y B. después de tener el porcentaje de aversión del proyecto de define la matriz de probabilidad como muestra la Tabla 15. Matriz de probabilidad e impacto proyecto A y B.

Tabla 14. Aversión para proyecto A y B.

%Aversión	60%
<b>Severidad</b>	
<b>Grave</b>	<b>1.0 &gt; S &gt; 0.5</b>
<b>Intermedia</b>	<b>0.5 &gt; S &gt; 0.3</b>
<b>Bajo</b>	<b>0.3 &gt; S &gt; 0</b>

Fuente. Propia. criterio de evaluación para caso de estudio.

Tabla 15. Matriz de probabilidad e impacto proyecto A y B.

<b>MATRIZ DE PROBABILIDAD</b>										
<b>Probabilidad</b>	<b>Severidad</b>									
<b>1</b>	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
<b>0,9</b>	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,9
<b>0,8</b>	0,08	0,16	0,24	0,32	0,4	0,48	0,56	0,64	0,72	0,8
<b>0,7</b>	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,7
<b>0,6</b>	0,06	0,12	0,18	0,24	0,3	0,36	0,42	0,48	0,54	0,6
<b>0,5</b>	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
<b>0,4</b>	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32	0,36	0,4
<b>0,3</b>	0,03	0,06	0,09	0,12	0,02	0,18	0,21	0,24	0,27	0,3
<b>0,2</b>	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,2
<b>0,1</b>	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
<b>Impacto</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>

Fuente. Propia. A partir de guía PMBOK 6ª edición pg. 408.

### 6.2.2. Proyecto B

#### 6.2.2.1. Roles y responsabilidades para la gestión de los riesgos.

Direcciona las funciones de los profesionales del equipo de gestión de riesgos, para cada tipo de responsabilidad según Tabla 16. Roles y responsabilidades de riesgos proyecto B Tabla 10. Roles y responsabilidades de riesgo proyecto A. incluida en el plan de gestión de riesgos.

Tabla 16. Roles y responsabilidades de riesgos proyecto B

Proyecto B		
Roles Y Responsabilidades		
Cargo	Nombre del Profesional	Categorías
Director de Obra	Ingeniero civil	Compras y contratación, ejecución y montaje, puesta en marcha y funcionamiento, gerencia de proyecto
Residente de Obra	Arquitecto	Compras y contratación, ejecución y montaje, puesta en marcha y funcionamiento, logística y transporte gerencia de proyecto
Residente de Obra	Ingeniero civil	logística y transporte, puesta en marcha y funcionamiento
Especialista en Estructuras	Ingeniero civil	Estudios e ingeniería
Profesional en Seguridad y Salud en el Trabajo	Ingeniero ambiental	HSE y seguridad física, riesgos relativos
Especialista en Geotecnia	Ingeniero civil	Estudios e ingeniería
Especialista en Ambiental	Ingeniero ambiental	HSE y seguridad, riesgos relativos
Especialista administrativa	Administradora de empresas	Legislativo, normativo, contable y tributario

Fuente. Propia. A partir de funciones administrativas del contratista proyecto B.

#### 6.2.2.2. Calendario de gestión de riesgos para cada categoría

Señala cuándo y con qué constancia se llevará a cabo los procedimientos de gestión de riesgos del proyecto, contenido en la Tabla 17. Calendario de riesgos proyecto B a lo largo de su vida del proyecto y define las tareas de gestión de riesgos de la programación del proyecto.

Tabla 17. Calendario de riesgos proyecto B.

CALENDARIO DE RIESGOS PROYECTO B						
ITEM	CATEGORÍAS	SIGLAS	DURACION (MES)	FRECUENCIA (CADA DIAS)	FECHA INICIAL	FECHA FINAL
1	Compras y Contratación	CC	17	8	13/09/2019	15/02/2021
2	Técnicos (Estudios e ingenierías)	EI	4	8	1/09/2019	3/01/2020
3	Ejecución y Montaje	EM	17	15	13/09/2019	15/02/2021
4	Puesta en marcha y entrega.	PME	3	3	15/02/2021	15/05/2021
5	Logística y Transporte	LT	17	3	13/09/2019	15/02/2021
6	HSE y Seguridad Física.	HSF	20	1	13/09/2019	15/05/2021
7	Legislativo, normativo, contable y tributario.	LNCT	20	30	13/09/2019	15/05/2021
8	Gerenciamiento del Proyecto.	GP	20	15	13/09/2019	15/05/2021
9	Riesgos relativos	RR	20	1	13/09/2019	15/05/2021
100	Otros.	OT	20	1	13/09/2019	15/05/2021

Fuente. Propia. A partir de la guía PMBOK 6ª edición pg. 405.

### 6.2.2.3. RBS (estructura desglose de los riesgos)

La Tabla 12. RBS proyecto A y B. identifica el canal para unir los riesgos propios o autónomos de cada proyecto, que se generan por medio de una estructura de desglose de los riesgos (RBS) siendo una acción para priorizar los eventuales riesgos.

### 6.2.2.4. Definición de la probabilidad e impacto

El proyecto genera las definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos que son claves al proyecto en general, el número de categorías muestra el grado de detalle cómo se evidencia en la Tabla 18. Definición de impacto y probabilidad proyecto B. exigido para el proceso gestión de los riesgos del proyecto.

Tabla 18. Definición de impacto y probabilidad proyecto B.

Proyecto B							
CD + CI (\$pesos COP)		\$	3.380.032.865,00		TIPO DEL PROYECTO	C	construcción
					DURACIÓN	510	Días Calendario
Consecuencias							
escala	Probabilidad	Costo - Programación				Calidad	
		Presupuesto Contractual		Programación			
		Desde	Hasta	Desde	Hasta		
5	Muy Alto	Mayor a 60%	> 10,00%		>25% Programa Ejecución		Impacto muy significativo sobre la funcionalidad general
			338.003.287	3.380.032.865	127,5	420,0	
4	Alto	Entre 41%- 60%	> 5,00%		>15% Programa Ejecución		Impacto significativo sobre la funcionalidad general
			169.001.643	338.003.287	76,5	127,5	
3	Medio	Entre 21%- 40%	> 2,50%		>10% Programa Ejecución		Algún impacto sobre áreas funcionales clave
			84.500.822	169.001.643	51,0	76,5	
2	Bajo	Entre 11%- 20%	> 1,00%		>5% Programa Ejecución		Impacto menor sobre la funcionalidad general
			33.800.329	84.500.822	25,5	51,0	
1	Insignificante	Entre 1%- 10%	> 0,50%		>1% Programa Ejecución		Impacto menor sobre las funciones secundarias
			16.900.164	33.800.329	5,1	25,5	
0	Nulo	Mejor 1%	= 0,00%		0% Programa Ejecución		Ningún cambio en la funcionalidad
			0	0	0	0,0	

Fuente. Propia. A partir guía PMBOK 6ª edición pg. 407.

#### 6.2.2.5. Matriz de probabilidad e impacto

Para establecer condiciones específicas en cuanto a la elaboración de la matriz probabilidad e impacto del proyecto A y B se tiene en cuenta un porcentaje de aversión (que tanto rechazo o propenso es al riesgo el equipo de trabajo), siguiendo la anterior idea se estableció por juicio de expertos y en conjunto con el equipo de

trabajo un porcentaje de aversión del 60% como lo evidencia la Tabla 14. Aversión para proyecto A y B. después de tener el porcentaje de aversión del proyecto de define la matriz de probabilidad como muestra la Tabla 15. Matriz de probabilidad e impacto proyecto A y B.

### 6.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

#### 6.3.1. Proyecto A

##### 6.3.1.1. Lista de riesgos identificados

A cada riesgo propio del proyecto se le genera un identificador exclusivo en el registro de riesgos, los riesgos identificados se señalan con el máximo detalle para garantizar una tipificación inequívoca. A continuación, como se evidencia en la Tabla 19. Listado de riesgos materializados proyecto A y B para su respectivo análisis y evaluación teniendo en cuenta que ya se materializaron:

Tabla 19. Listado de riesgos materializados proyecto A y B

No.	Riesgos ocasionados en los proyectos A y B
1	La consultoría no realizó los estudios y diseños de forma completa, lo cual en el proceso constructivo requirió de ajustes y modificaciones, generando adicionales de obra y cambios sustanciales en el informe de novedades de diseños.
2	Las especificaciones técnicas realizadas por la consultoría se ejecutaron de acuerdo con los estudios y diseños, presentando deficiencias en el proceso constructivo, generando ítems adicionales.
3	Los análisis de precios unitarios no estaban actualizados en el momento del acta de inicio, generando un incremento en el presupuesto contractual.
4	La interventoría no presentó El proyecto, socializado ante los posibles contratistas de manera jurídica, administrativa, financiera, técnica y constructiva, generando atrasos y reprocesos constructivos.
5	La consultoría presentó El presupuesto incompleto en el proceso de planeación, lo que generó inclusión de adiciones al presupuesto.
6	La entidad contratante no realizo a tiempo Los permisos y licencias ante las oficinas de planeación o curadurías urbanas, la cuales avalan mediante resolución, lo que ocasionaron retrasos en el inicio del proyecto.

<b>7</b>	La oficina de contratación de la entidad contratante no actuó con celeridad y transparencia en el proceso de adjudicación, presentando errores en la evaluación de las propuestas, generando una inapropiada selección del contratista.
<b>8</b>	La entidad contratante no avalo la asignación presupuestal completa, teniendo en cuenta posibles adicionales o imprevistos del proyecto lo que ocasionó modificaciones en el valor final del contrato.
<b>9</b>	El contratista seleccionado no estudio previamente el proyecto, analizando técnica y constructivamente de acuerdo con los estudios y diseños realizados por la consultoría, lo que generó falencias e inconsistencias en el proceso constructivo.
<b>10</b>	El contratista no presentó el plan de contingencia y flujo de fondos con su respectivo cronograma, ocasionando incertidumbre en la inversión inicial, afectando los procesos constructivos y tiempos del proyecto.
<b>11</b>	La entidad contratante y la supervisión no facilitaron el inicio del proyecto debido a falta de interacción con la interventoría y contratista seleccionado, ocasionando retrasos en la fecha de inicio del proyecto.
<b>12</b>	El contratista no inicio de acuerdo con el cronograma entregado por la entidad contratante, debido a que no estaba preparado administrativa y técnicamente frente al proyecto, lo que ocasionó el proceso de aplicación de pólizas contractuales.
<b>13</b>	El contratista no realizo estudio de mercadeo de proveedores y contratistas cercanos, generando un desbalance en sus finanzas y así mismo se evidencio en el proyecto, generando retrasos en el suministro de materiales.
<b>14</b>	El contratista no se percató de solicitar las provisionales de obra antes del acta de inicio, la cual llevaron a retrasos en los procesos constructivos, causando afectación al cronograma.
<b>15</b>	El contratista no se preparó junto con su personal técnico, administrativo, logístico y equipos para el inicio del proyecto, conllevando a un descontrol interno por parte del contratista, afectando la dirección y rumbo del proyecto.
<b>16</b>	El personal de mano de obra no conto con una supervisión y verificación por parte del contratista, para avalar su capacidad y conocimiento, originando deficiente calidad en los procesos constructivos.
<b>17</b>	El contratista no cumplió con Los procesos constructivos que generó la consultoría de acuerdo con las especificaciones técnicas, causando errores de acabados y materialidades con respecto al alcance del proyecto

<b>18</b>	La entidad contratante presento demoras y retrasos en la revisión de los informes y actas, y no actuó con celeridad a los cortes presentados por el contratista, ocasionando retrasos en la compra de materiales y pagos de mano de obra.
<b>19</b>	Las incidencias climáticas como lluvias y fuertes vientos afectaron el curso del proyecto, generando retrasos y daños en los procesos constructivos.
<b>20</b>	El cronograma presento inconsistencias y no estaba acorde con los tiempos del proceso constructivo, lo que generó adicionales contractuales en tiempo. del proyecto.
<b>21</b>	Se presentaron incidentes y accidente de personal, durante los procesos constructivos, por falta de pericia, desconocimiento, o seguimiento de los estándares de seguridad que no se tuvieron en cuenta. Generando incertidumbre y pericia frente al personal contratado.
<b>22</b>	Se presentaron suspensiones de obra por efectos externos (p.ej. la pandemia del covid 19). La cual no se estima el tiempo de suspensión y adicionalmente se generó la implementación de protocolos de bioseguridad, con su respectiva aprobación por la entidad contratante. ocasionando retrasos en el cronograma de obra.
<b>23</b>	La interventoría hizo la solicitud de cambios y modificaciones dentro del proceso constructivo, que afectaron los costos y el cronograma del proyecto.
<b>24</b>	Demoras en los pagos por parte del contratista a los subcontratistas y proveedores, generando retrasos el proyecto e impactando la ruta crítica.
<b>25</b>	No se cumplieron con los estándares de calidad al momento de la compra de insumos y materiales, ocasionando una percepción negativa a los interesados.
<b>26</b>	Los subcontratistas no cumplieron con sus labores técnicas en la calidad de la obra, generando inestabilidad en el proyecto.
<b>27</b>	Los subcontratistas no siguen las recomendaciones en cuanto a la utilización de los implementos de seguridad y dotación en el trabajo, ocasionando accidentes de trabajo dentro del proyecto.
<b>28</b>	Los subcontratistas deberían aportar toda la documentación certificada de los diferentes residuos generados en obra, evidenciando el bajo impacto ambiental ante las entidades competentes.
<b>29</b>	El contratista no influyo con liderazgo y celeridad en los imprevistos y problemas presentados, durante el proceso constructivo desde el punto de vista técnico, administrativo y operativo de acuerdo con el alcance, lo cual ocasionó una afectación directa al alcance del proyecto.

<b>30</b>	El contratista no corroboró la calidad de los materiales en laboratorios, ni solicitó certificación de los proveedores de materiales, generando mala calidad en cada uno de los procesos constructivos.
<b>31</b>	La supervisión debe actuar con celeridad en la toma de decisiones y soluciones frente al proyecto, para darle la mejor opción en pro de ayudar a mejorar las condiciones y el alcance del proyecto, ocasionando alternativas para no afectar el cronograma de obra y el presupuesto.
<b>32</b>	El contratista no cumplió con todos sus parámetros legales, jurídicos, y de seguridad frente al proyecto, afectando el alcance del proyecto.
<b>33</b>	El manejo del anticipo y pagos parciales fue bastante deficiente por parte del contratista, generando inconvenientes administrativos, técnicos y constructivos del proyecto, afectando el cronograma.
<b>34</b>	Los diseños finales o planos récord cambiaron drásticamente frente a los iniciales, debido al proceso constructivo, generando imprevistos y adicionales por las condiciones físicas de la obra.
<b>35</b>	El contratista de acuerdo con el alcance del proyecto y las especificaciones técnicas, entregó el proyecto con una excelente calidad de obra, generando una percepción positiva frente a los interesados.
<b>36</b>	Las expectativas respecto al alcance del proyecto y la entrega final del producto que generó el contratista fueron recibidas a cabalidad por parte de la entidad interesada, cumpliendo con las expectativas marcadas,
<b>37</b>	Los resultados esperados no estuvieron acordes con lo contratado por cambios y modificaciones en los estudios y diseños o en su defecto por el recorte del presupuesto, generando inestabilidad en el proyecto.
<b>38</b>	Demoras en el proceso de nacionalización (aduana), de los componentes electrónicos de los ascensores, adicionalmente el cierre de puertos por la pandemia covid 19, generando un retraso del proyecto de 6 meses.
<b>39</b>	Daños en los equipos durante el proceso de importación o instalación, por malos procedimientos en el manejo de cargas por parte del proveedor, generando atraso en el proyecto.
<b>40</b>	Cambio en las variables macroeconómicas (por ejemplo, TRM), causando desviaciones o aumentos en costos del proyecto.
<b>41</b>	Que el proceso de compras resulte desierto, por falta de claridad de requisitos mínimos y desviación en presupuesto, ocasionando atrasos en la contratación y cronograma.
<b>42</b>	Demoras en la instalación de los elementos especiales, en razón que no se consideraron los requerimientos o manuales de instalación y no

	contemplaron todos los aspectos normativos aplicables al proyecto, (directrices HSE, salariales, etc.), generando desviaciones en tiempo del proyecto.
<b>43</b>	Abandono de los procesos por parte del subcontratista, en el cual se evidencia una mala selección por parte del contratista, ocasionando incertidumbre en la estabilidad técnica y financiera del proyecto.
<b>44</b>	No aceptación de los trabajos por parte del cliente debido a deficiencias en las especificaciones e incumplimientos en la ejecución y gestión documental, produciendo retrasos en los pagos parciales pendientes.
<b>45</b>	Variación de salarios de los especialistas, cuando el proyecto requiere mayor permanencia y dedicación al no atender los requerimientos técnicos y constructivos por parte de obra, por falta de presupuesto, generando inestabilidad del proyecto

Fuente. Propia. A partir de información de personal contratista que trabajaron en los diferentes campos de acción de cada una de las obras Entrevistas al personal de obra proyectos A y B.

#### 6.3.1.2. Dueños de los riesgos y respuesta potenciales de los riesgos proyecto A

Se identifica el dueño del riesgo potencial en el proceso de registro de riesgos, el dueño del riesgo es registrado en el registro o listado de riesgos so así se establece una respuesta a un riesgo potencial durante el proceso identificar los riesgos, es incluida en el registro de riesgos. La Tabla 20. Dueños de riesgos y su respuesta potencial. Que se representa solo con los ítems de la Tabla 19. Listado de riesgos materializados proyecto A y B para claridad y dinámica de la información presentada.

Tabla 20. Dueños de riesgos y su respuesta potencial.

<b>No</b>	<b>Respuesta potencial de los escenarios de riesgos</b>	<b>Responsable</b>
<b>1</b>	Definición y verificación del alcance del proyecto.	Consultoría y entidad contratante
<b>2</b>	Desarrollo de las especificaciones de acuerdo con los procesos constructivos, implantados en obra.	Consultoría y entidad contratante
<b>3</b>	Actualización de los APU's Por parte de la interventoría antes del acta de inicio.	Interventoría
<b>4</b>	Exponer el alcance del proyecto con claridad ante el contratista.	Interventoría
<b>5</b>	Manejo de mayores y menores por parte de la interventoría para nivelar el presupuesto.	Supervisión e interventoría

<b>6</b>	Los permisos y licencias deben de estar aprobados antes del acta de inicio.	Entidad contratante
<b>7</b>	Todos los procesos deben de estar aparados por la ley 80, y la entidad contratante se encargó de actuar bajo el marco de la ley.	Entidad contratante
<b>8</b>	Este alcance lo da la consultaría que se desarrollaron los diseños y estudios de acuerdo con el proyecto y su alcance.	Entidad contratante
<b>9</b>	El contratista delegó a su director de obra, sus residentes, y equipo de apoyo profesional el estudio riguroso del proyecto.	Contratistas
<b>10</b>	El contratista contó con solidez económica verificable para el inicio del proyecto a través de certificaciones bancarias que avalen base económica.	Contratistas
<b>11</b>	Los interesados aportaron en el proceso de inicio del proyecto, entregando los componentes necesarios para un avance.	Entidad contratante
<b>12</b>	El contratista actuó de acuerdo con el cronograma llevando control semanalmente.	Contratistas
<b>13</b>	El estudio de mercadeo lo realizó el contratista antes de firmar el acta de inicio, con previa presentación a la interventoría.	Contratistas
<b>14</b>	El contratista se preparó tanto administrativamente como técnicamente antes del inicio del proyecto, con aprobación por parte de la interventoría.	Contratistas
<b>15</b>	La interventoría verificó al contratista en su acción técnico y administrativa para darle el aval de iniciación.	Contratistas
<b>16</b>	El contratista seleccionó el personal y la interventoría dará su aval.	Contratistas
<b>17</b>	El contratista llevara seguimiento real de las especificaciones técnicas, revisadas y avaladas por la interventoría y la supervisión.	Contratistas
<b>18</b>	El contratista presento informe de las consecuencias que conllevan el retraso en los pagos por parte de la entidad contratante, ante la interventoría.	Entidad contratante
<b>19</b>	Si el clima afectó el proyecto, el contratista presentó informe de mitigación, y reprogramación de	Contratistas

	actividades internas que no incidan en el cronograma.	
<b>20</b>	Si se evidencian falencias en el cronograma, el contratista junto con la interventoría debió tomar las medidas de actualización y modificación, presentando acción inmediata en el proyecto para así evitar altos retrasos y mayores costos del alcance del proyecto.	Contratistas
<b>21</b>	Los accidentes cuando ocurren, el personal siso debe de generar las alertas a la entidad aseguradora con copia a la interventoría, y generar el informe del accidente de su modo de ocurrencia. Y presentar mitigación y correcciones para evitar futuras accidentes.	Contratistas
<b>22</b>	Presentándose este incidente, hay que volver a reprogramar el cronograma, actualización de precios, actas de suspensión y acción de respuesta frente al inicio del proceso implementando los protocolos de bioseguridad con el personal general de obra.	Entidad contratante, interventoría, contratista
<b>23</b>	Estos cambios son positivos teniendo en cuenta que son relevantes y beneficiosos para el proyecto, claro está que son aprobados por la interventoría por medio de actas y notificaciones al contratista para tomar las acciones constructivas, técnicas y administrativas frente al proyecto.	Interventoría
<b>24</b>	El contratista debe de tener un respaldo económico certificado o verificado para cumplir con los pagos de nómina tanto del personal administrativo como técnico.	Contratistas
<b>25</b>	Todos los materiales deben ser aprobados por la interventoría por medio de actas para su respectiva instalación o utilización por parte del contratista.	Contratistas
<b>26</b>	Los contratistas deben de hacer seguimiento diario de las labores de los subcontratistas, verificando calidad y rendimientos de obra, así mismo presentar informe de avance a la interventoría, para ser aprobados	Contratistas

27	La siso por parte de la interventoría verificó todos los procesos que implique riesgos y aprobar los procedimientos para trabajos que pongan en riesgo la integridad física de los trabajadores, así mismo presentara los informes y solicitudes a los contratistas.	Siso
28	Por medio de actas y certificaciones los contratistas y subcontratista implementaron la buena disposición de los residuos generales de obra, presentados a los entes del control ambiental de la interventoría.	Contratistas
29	El contratista debió de estar en la capacidad para enfrentar cualquier inconveniente durante el proceso constructivo, y actuar diligente y rápidamente solucionando el tipo de imprevisto y dejar constancia escrita del riesgo y su acción de respuesta.	Contratistas
30	Los contratistas estuvieron en la obligación de que todo material que adquieran para el proyecto debe estar avalado y certificado, así mismo presentado a la interventoría por medio de un oficio y aprobado por la misma para su respectiva implementación en obra.	Contratistas
31	La supervisión solicitó mediante informe, los cambios positivos en función del proyecto, a través de acta a la interventoría, con copia al contratista para implementarlo al proceso.	La supervisión
32	Todos los movimientos jurídicos, legales y de seguridad, quedaron registrados por medio de informes o actas y con aprobación por la interventoría y la entidad contratante.	Contratistas

33	El contratista presentó ante la interventoría su flujo de fondos mensual, de manejo del anticipo he inversiones futuras, para no afectar el cronograma, ni los procesos constructivos, el proyecto contara con un avance constante sin interrupciones, en caso de fuerza mayor, pero es responsabilidad del contratista.	Contratistas e interventoría
34	Todos los planos o diseños que conllevaron cambios y modificaciones serán aprobados por la interventoría y avalados por la entidad contratante dejando copia magnética y física de los planos finales.	Contratistas e interventoría
35	El contratista cumplió con el objeto del contrato, teniendo en cuenta que a la entidad contratante lo amparan unas pólizas de garantía y cumplimiento, entonces entrego una calidad de obra alta, avalada y recibida por la interventoría.	Contratistas e interventoría
36	El contratista cumplió con las expectativas del proyecto, esto debe de ser una supervisión y control constante por parte de la interventoría, para así llegar a cumplir los objetivos	Contratistas
37	El contratista cumplió con un alto grado de calidad la entrega del proyecto, para su liquidación final, debe de ser aceptado a conformidad por parte de la interventoría y la entidad contratante	Contratistas
38	Los subcontratistas presentaron plan de contingencia o temporalidad de suministro de partes para contrarrestar las demoras de importaciones, y también el contratista se blindó con las pólizas de garantía y cumplimiento.	Subcontratistas
39	Los daños de los equipos como motores o bombas o partes electrónicas en el proceso de instalación debieron de ser asumidas en su cambio o reparación en el menor tiempo posible por parte de los subcontratistas, todo esto amparando al contratista con las pólizas pertinentes.	Subcontratistas

<b>40</b>	Se generó sobrecostos en las TRM, la interventoría realizó el ajuste en los precios y las modificaciones contractual.	Interventoría
<b>41</b>	De acuerdo con las ofertas de los proponentes en este caso cotizaciones, tuvo que hacer con anterioridad de que inicie con el desarrollo del ítem, que estuvo vigilado y aprobado por la interventoría.	Contratista
<b>42</b>	Todos los procesos especiales para no generar retrasos tuvieron de empezar con tres meses de anterioridad, avalados por el contratista, vigilados y aprobados por la interventoría.	Contratistas
<b>43</b>	Los abandonos por parte del contratista o subcontratistas. Se realizó mediante un proceso de suspensión del contrato y automáticamente generar la selección del nuevo contratista.	Contratistas y subcontratistas
<b>44</b>	La interventoría determino la aceptación de los trabajos y este mismo genera las observación y correcciones pertinentes sin afectar el cronograma y el presupuesto.	Contratista
<b>45</b>	El contratista procedió a reconocer los incrementos que se generan por parte del especialista, con el fin de respaldar los procesos desde el punto de vista profesional con aras a un excelente proceso constructivo.	Contratista

Fuente . Elaboración propia A partir de encuesta levantada en cada uno de los proyectos.

Nota: con el estudio e identificación del listado de riesgos se encontró que varios riesgos tenían grandes similitudes de concepto por lo que se omiten en el estudio y análisis cualitativo de los riesgos.

### 6.3.2. Proyecto B

#### 6.3.2.1. Lista de riesgos identificados

A cada riesgo propio del proyecto se le genera un identificador exclusivo en el registro de riesgos, los riesgos identificados se señalan con el máximo detalle para garantizar una tipificación inequívoca como se evidencia en la Tabla 19. Listado de riesgos materializados proyecto A y B para su respectivo análisis y evaluación.

#### 6.3.2.2. Dueños de los riesgos y respuesta potenciales de los riesgos proyecto

## B

Se identifica el dueño del riesgo potencial en el proceso de registro de riesgos, el dueño del riesgo es registrado en el registro o listado de riesgos so así se establece una respuesta a un riesgo potencial durante el proceso identificar los riesgos, es incluida en el registro de riesgos. La Tabla 20. Dueños de riesgos y su respuesta potencial. que se representa solo con los ítems de la Tabla 19. Listado de riesgos materializados proyecto A y B para claridad y dinámica de la información presentada.

### 6.4. ANÁLISIS CUALITATIVO DE LOS RIESGOS

#### 6.4.1. Proyecto A y B

##### 6.4.1.1. Definición de plan de respuesta, estado del riesgo y estado de la acción de tratamiento

Teniendo claro la concepción y el esquema metodológico para obtener los conceptos calificativos del análisis cualitativo de los riesgos y partiendo de la base de cómo podemos asumir, transferir, mitigar, evitar y explotar cada uno de los escenarios de riesgos contenidos en la Tabla 19. Listado de riesgos materializados proyecto A y B. se obtiene la definición de cada respuesta en la Tabla 21. Plan de respuesta de proyectos A y B.

Tabla 21. Plan de respuesta de proyectos A y B.

PLAN DE RESPUESTA	
Aceptar / Asumir	Esta opción deberá ser seleccionada cuando se toma la decisión (y esta es informada) de aceptar los riesgos cuyo impacto es limitado y donde el tratamiento de este es más costoso que los beneficios o retornos potenciales. Esta opción de tratamiento aplica únicamente a los riesgos que han sido valorados como Bajos (L) o Nulos (N). En caso de decidir asumir o aceptar un riesgo con valoración Medio (M), Alto (H) o Muy Alto (VH), la decisión puede ser tomada únicamente por el Tomador de decisión final y ser validado en el Comité de Proyectos.
Transferir	Esta opción podrá ser seleccionada cuando la responsabilidad por el manejo y/o por las consecuencias de la causa identificada, en caso de su ocurrencia, pueda ser trasladada, EN SU TOTALIDAD, a un tercero. Existen diversas alternativas para la transferencia de los riesgos de una organización, la más tradicional es la que realiza a través de la suscripción de pólizas o garantías de seguros. Se determinará la retención o transferencia de los riesgos con la asesoría y el soporte de la Unidad de Gestión de Riesgos. Al realizar transferencias parciales del riesgo se deben generar las acciones de tratamiento para los riesgos secundarios y residuales.

Mitigar / Reducir	Esta opción deberá ser seleccionada cuando existen actividades y controles tendientes a reducir la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y/o minimizar la severidad de su consecuencia (impacto) en caso de suceder. Todos los riesgos producto del ejercicio corporativo de gestión de riesgos de la compañía, con valoración de Medio (M), Alto (H) o Muy Alto (VH), deben contar con acciones que aseguren la eficiencia, eficacia, efectividad, conveniencia y adecuación de estas.
Eliminar / Evitar	Esta opción deberá ser seleccionada cuando las acciones para su tratamiento no son efectivas en costo y el retorno no es atractivo en relación con el riesgo involucrado.
Explotar	Eliminar la incertidumbre asociada con un riesgo del lado positivo, con el fin de asegurarse que la oportunidad se haga realidad.

Fuente. Elaboración propia A partir de encuesta levantada en cada uno de los proyectos Entrevistas al personal de obra proyectos A y B.

Siguiendo con las calificaciones, que según el juicio de expertos brinda un factor importante como se evidencia en la Tabla 22. Estado del riesgo proyecto A y B que busca resumir conceptualizar el estado del riesgo según su complejidad y como este se presenta a lo largo de la planeación y ejecución de los proyectos con enfoque constructor basados en la Tabla 19. Listado de riesgos materializados proyecto A y B que se evidenciaron en el ciclo de vida del proyecto.

Tabla 22. Estado del riesgo proyecto A y B

ESTADO DEL RIESGO	
Materializado	Se determina este estado cuando el evento de riesgo se ha presentado.
Cerrado sin Mitigación	Se determina este estado cuando la probabilidad de ocurrencia o el impacto esperado cambian o bajan, sin que se hubiera implementado ninguna acción de mitigación.
Aceptado	Se determina cuando el tomador de decisión y el comité de proyectos aprovechan esta estrategia para los riesgos VH, H o M.
Mitigado	Se determina este estado cuando se ha implementado exitosamente alguna de las acciones de mitigación.
Mejorado	Se determina este estado cuando se ha implementado exitosamente alguna de las acciones de mejoramiento.
Latente	Se determina este estado cuando la probabilidad de ocurrencia está activa.

Fuente. Propia. Elaboración propia A partir de encuesta levantada en cada uno de los proyectos Entrevistas al personal de obra proyectos A y B.

Partiendo de las definiciones del plan de respuesta y el estado de los riesgos, se concluye con la acción del tratamiento contenida en la Tabla 23. Estado de la acción de tratamiento proyecto A y B que busca en el ciclo de vida de cada uno de los proyectos con del enfoque constructor, la manera más fácil y ágil de realizar un seguimiento oportuno a cada uno de los escenarios de los riegos, dichos escenarios tienen un estado dinámico hasta la finalización de cada proyecto, es decir que puede cambiar en el tiempo por las seis variables establecidas (retraso, vencida, cerrada/sin ejecución, abierta, en ejecución y cerrada/favorable).

Tabla 23. Estado de la acción de tratamiento proyecto A y B

ESTADO DE LA ACCIÓN DE TRATAMIENTO	
En Retraso	Cuando la fecha de inicio definida ya ocurrió, pero no se tiene el avance requerido en la acción específica.
Vencida	Cuando la fecha de finalización ya ocurrió y no se ha desarrollado la acción específica. ( % de avance <100%).
Cerrada / Sin Ejecución	Cuando NO se desarrolló o se desarrolló parcialmente la acción específica, bien sea por que el riesgo se materializó o ya no aplica.
Abierta	Cuando la fecha de inicio definida todavía no ha llegado, es decir, según la programación no se ha empezado a realizar ninguna tarea específica de esta actividad.
En ejecución	Se determina cuando las acciones ya han iniciado su implementación y se encuentran dentro de las fechas planeadas.
Cerrada	Cuando se ha desarrollado en su totalidad la acción específica. (% de avance = 100%)

Fuente. Propia. Elaboración propia A partir de encuesta levantada en cada uno de los proyectos Anexo G. Entrevistas al personal de obra proyectos A y B.

#### 6.4.1.2. Análisis y evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos en la etapa de planeación y ejecución

Para el análisis y evaluación del proceso cualitativo de los riesgos de cada uno de los proyectos contenidos en el caso de estudio (proyecto A y proyecto B), se fijaron ítems o parámetros en el proceso de herramientas de la gestión del riesgo, pasos establecidos en el PMBOK edición 2016 como se evidencia en las figuras Figura 2. Descripción general de la gestión de los riesgos del proyecto. Metodología PMI. Y la Figura 5. Matriz de probabilidad e impacto con esquema de puntuación. Siguiendo con el proceso metodológico se fija el porcentaje de aversión Tabla 14. Aversión para proyecto A y B. al riesgo y por último se procede con la definición de Tabla 21. Plan de respuesta de proyectos A y B., Tabla 22. Estado del riesgo proyecto A y B y Tabla 23. Estado de la acción de tratamiento proyecto A y B. obtenido así un análisis cualitativo de los riesgos para cada uno de los proyectos de caso de estudio

como se evidencia en los anexos; Anexo E. Matriz de análisis cualitativo proyecto A. y Anexo F. Matriz de análisis cualitativo proyecto B.

#### 6.5. CUADRO COMPARATIVO DEL ANÁLISIS CUALITATIVO DE LOS RIESGOS EN LOS CASOS DE ESTUDIO

Según lo establecido en el análisis cualitativo de los riesgos de cada uno de los proyectos evidenciados en los anexos; Anexo E. Matriz de análisis cualitativo proyecto A. y Anexo F. Matriz de análisis cualitativo proyecto B. se realiza la comparación de los mismos riesgos materializados pero con diferentes severidades, con el fin de establecer que riesgos fueron más relevantes de acuerdo con los porcentajes de probabilidad e impacto y por ultimo tomando de manera más detallada las observaciones de las severidades medias y altas, para así poder cerrar los proyectos casos de estudios con unas conclusiones y recomendaciones que sirvan para el lector como herramienta base en proyectos de infraestructura educativa públicas en el departamento de Cundinamarca de Colombia. Lo anterior muestra en el Anexo H. Cuadro comparativo del análisis cualitativo proyectos A y B. en anterior anexo se encuentran 22 riesgos materializados con severidad media y alta.

#### 6.6. APOORTE DE LOS RESULTADOS A LA GERENCIA DE OBRAS

La contribución de este estudio de investigación es generar la importancia de los riesgos en proyectos de construcción de infraestructura educativa, en dos proyectos: colegio Funza bicentenario y SENA Girardot. alcanzando todos los parámetros y objetivos de la gerencia de obras, donde encontramos el perfeccionamiento de utilizar los recursos administrativos, financieros, técnicos, constructivos y humanos. generando el resultado del éxito de los proyectos.

#### 6.7. CÓMO SE RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN CON LOS RESULTADOS

De acuerdo con los estudios se identificaron los riesgos en los proyectos de construcción de infraestructura de establecimientos educativos, por la experiencia en proyectos ejecutados y juicio de expertos, con los resultados obtenidos se generó los diferentes escenarios de riesgos y se analizaron cualitativamente a través de la matriz de impacto y probabilidad, y como acción, se dio respuesta para mitigar los riesgos. Todo lo anterior consolidado en una guía que sirva para contratistas que desean comprender los distintos escenarios que se excluyen al momento de la planeación y ejecución de obra de infraestructura pública en el departamento de Cundinamarca.

## 7. CONCLUSIONES

De acuerdo con los estudios de caso, enfocado en dos proyectos de infraestructura educativa, desde el punto de vista de la planeación y ejecución, presentamos a continuación las siguientes conclusiones, recomendaciones y lecciones aprendidas.

Resultado amparado en encuestas generadas a los involucrados en los proyectos en su etapa constructiva y a juicio de expertos.

Según la metodología propuesta y las fases del trabajo presentamos como resultado cuadro comparativo de riesgos de los dos proyectos, evidenciando la similitud de incidencias negativas.

Dentro de los dos proyectos (A y B), se identificaron 45 riesgos identificados en las etapas de la planeación y ejecución, la cual 25 riesgos (53%) son de impacto y probabilidad bajo (0 a .30), 16 riesgos (35.5%) son de impacto y probabilidad intermedio (.30 a .50). 5 riesgos (11.5%) son de impacto y probabilidad grave (.50 a 10)

Se identifican el impacto y la probabilidad de ocurrencia en la mayoría de los riesgos, siendo estos de tipo intermedio, la cual puede prevenirse, evitarse o mitigarse. Dependiendo de la organización empresarial de los interesados en el proyecto.

Según el análisis cualitativo y comparativo de los dos proyectos (A y B ) los riesgos afectaron puntualmente, el cronograma, el presupuesto, diseños, especificaciones técnicas, procesos constructivos, generando adicionales en tiempo y costos.

Evidenciamos que en los 45 riesgos identificados en ambos proyectos se presentan con mayor incidencia en unos que en otros dependiendo de factores involucrados en el proyecto, pero con diferentes funciones y diferentes características generales.

Se determina que en los proyectos de infraestructura educativa prevalecen las exigencias de la entidad contratante, generando cambios y modificaciones llevándonos a encontrar riesgos que el contratista tendrá que enfrentar con soluciones positivas.

Se recomienda como lección aprendida y desde el punto de vista de constructor y contratista, tener presente todos los riesgos evidenciados en estos dos proyectos, que se extienden a otros proyectos de construcciones futuras, para tener un enfoque comparativo y así generar los mínimos riesgos.

Como contratistas tenemos que estar preparados con planes de respuesta, cuando se presentan alguna eventualidad de un riesgo, y afrontándolos con una adecuada evaluación para gestionar el riesgo, y convertirlo en riesgo positivo con probabilidad de culminar con éxitos los proyectos constructivos.

Las soluciones tomadas frente a los riesgos presentados deben de estar acompañadas de su incidencia positiva y negativa en el proyecto, y así su respuesta por parte del contratista constructor debe ser tal que no afecte el cronograma ni el presupuesto.

Identificamos que muchos riesgos son repetitivos y frecuentes en los dos proyectos, pero en nuestra experiencia profesional en otros proyectos de carácter constructivo, pero con diferente objeto, se evidencia que hay una similitud de riesgos, lo cual conlleva a encontrar falencias en las etapas de iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y cierre de la mayoría de los proyectos.

Encontramos que la mayoría de los riesgos son generados en el proceso de estudios y diseños y se ven reflejados en el proceso constructivo.

A juicio de expertos todos los proyectos van a presentar riesgos, imprevistos, modificaciones, cambios, alteraciones, etc. Mientras no se presente o implemente una metodología robusta y completa para el manejo y administración de proyectos de construcción abarcando todas sus etapas y procesos constructivos paralelos.

Las buenas prácticas gerenciales, nos conducen a generar una buena administración de los proyectos, teniendo en cuenta las lecciones aprendidas, como juicio de expertos, la experiencia de las partes interesadas, la buena organización administrativa y técnica enfocada a emitir proyectos exitosos.

Se recomienda el manejo de formatos, actas, metodologías BIM, LEAN. Las cuales optimizan los proyectos, haciéndolos más efectivos reduciendo costos y tiempo.

Se sugiere tener presente este estudio como referencia para otros proyectos de infraestructura o de construcción convencional, (estructuras en concreto). Con el fin de manejar paralelismos de posibles riesgos eventuales en los proyectos nuevos o futuros, e implementar su gestión de mitigación o manejo del posible riesgo, tratando de reducir al máximo posible las probabilidades de ocurrencia.

Existe la posibilidad de que en los proyectos nuevos de infraestructura nos encontremos con nuevos riesgos, pero teniendo en cuenta este estudio y aplicándolo a estos nuevos proyectos, evitaremos los impactos de riesgos negativos durante el proceso.

En los proyectos nuevos, si realizamos una excelente administración de riesgos, el control y manejo de estos riesgos, generaran una reacción positiva o negativa, lo importante aquí es saber que estos eventos generan un impacto, y su plan de respuesta esté ligado al conocimiento o referencia de otros proyectos manejándolos a juicio de expertos, la matriz de riesgos soportados en este estudio.

Se recomienda la generación de un equipo de riesgos, en todos los proyectos de construcción, con el fin de canalizar y establecer todo lo referente con la gestión de

los riesgos, y así mismo darle la celeridad del manejo de los riesgos en todas sus fases o etapas. Implementándolo automáticamente en los proyectos antes de su etapa de iniciación y llevándolos hasta la etapa de cierre.

Los resultados obtenidos en análisis cuantitativo servirán como base para estructurar las condiciones de la gestión del riesgo en proyecto de infraestructura educativa pública en el departamento de Cundinamarca, de igual forma se puede evidenciar los que los escenarios de riesgos son particulares a los proyectos con las características mencionadas anteriormente, lo que se evidencia que dichos escenarios se podrán tener presentes en la estructuración, monitoreo y control de los proyectos y por último los parámetros para la conformación de un plan de gestión de riesgos como se confirman en las tablas base; Tabla 16. Roles y responsabilidades de riesgos proyecto B, Tabla 15. Matriz de probabilidad e impacto proyecto A y B., Tabla 19. Listado de riesgos materializados proyecto A y B, Tabla 21. Plan de respuesta de proyectos A y B., Tabla 22. Estado del riesgo proyecto A y B y Tabla 23. Estado de la acción de tratamiento proyecto A y B.

## 8. ANEXOS

Anexo A. Presupuesto general proyecto A.

Anexo B. Presupuesto general proyecto B.

Anexo C. Cronograma general proyecto A.

Anexo D. Cronograma general proyecto B.

Anexo E. Matriz de análisis cualitativo proyecto A.

Anexo F. Matriz de análisis cualitativo proyecto B.

Anexo G. Entrevistas al personal de obra proyectos A y B.

Anexo H. Cuadro comparativo del análisis cualitativo proyectos A y B.

Anexo I. Cronograma de actividades TG\_551540\_551498.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

ABU SALEM, Z., SULEIMAN, A. Risk Factors Causing Time Delay in the Jordanian Construction Sector. {En Línea}. 2020. {2020}. Disponible en: ([http://www.irphouse.com/ijert20/ijertv13n2\\_15.pdf](http://www.irphouse.com/ijert20/ijertv13n2_15.pdf))

ARAUZO, Sergio, FERRADA, Ximena, RUBIO, Larissa, SERPELL, Alfredo. Evaluating risk management practices in construction organizations. Países Bajos, 2014.

ARNI Holya, HARTONO Budi, WIJAYA, Deo F. The impact of Project risk management maturity on performance: Complexity as a moderating variable. International Journal of Engineering-Business management, 2019.

BRAVO, Oscar, SANCHEZ, Marleny. Gestión integral de riesgos: 2a. Ed. Bogotá: Bravo Sánchez, 2006.

BUCHTIK, Liliana. La gestión de riesgos en proyectos el enfoque más práctico para dirigir los riesgos. Uruguay. 2012.

CHANDRASHEKHAR, I., RATNESH, K., PRAKASH, S. Understanding the role of contractor capability in risk management: a comparative case study of two similar projects. {En Línea}. 2019. {2020}. Disponible en: (<https://doi.org/10.1080/01446193.2019.1590614>)

CAVIDES, Cristian, CAVIDES, Ingrid. Plan de gestión de riesgos de los proyectos EPC para la gerencia refinería de Barrancabermeja. Colombia, 2013.

FERNANDEZ, Gonzalo, RODRÍGUEZ, Fernando. A methodology to identify sustainability indicators in construction project management – Application to infrastructure projects in Spain. España, 2010.

GOBERNACION DE CUNDINAMARCA, secretaria de educación. informe No.6 avance Plan de Mejoramiento Semestre 2019. Cundinamarca. 2019.

GOBIERNO DE COLOMBIA. Departamento administrativo de la función pública. Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas. Colombia, 2018.

GOMEZ, Mauricio. Managing projects and analyzing risks. {En Línea}. 2007. {2020}. Disponible en: (<https://www.pmi.org/learning/library/managing-projects-analyzing-risks-7166>)

GURMO, Argaw. Tools for Measuring Construction Materials Management Practices and Predicting Labor Productivity in Multistory Building Projects. {En Línea}. 2018. {2020}. Disponible en: ([https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001611](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001611))

GUTIÉRRES, Carlos. Metodología De Gestión De Riesgos Con Herramientas Bim Integradas A Los Principios Lean Para La Administración De Proyectos En La Construcción Y Vida Útil De La Edificación. Barcelona, España. 2015.

GUTIERREZZ, Paul, LEÓN, Holman. Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos. Universidad EAN. Colombia, 2014.

HAMBURGUER, Heybert, PUERTA Ian. Plan de gestión de riesgos constructivos en edificaciones institucionales bajo los lineamientos del PMI®. Colombia, 2014.

HERRERA, Remy. Gestión de los riesgos en proyectos de construcción en el área de infraestructura vial en sitios remotos del Norte de Santander. 2019.

HUDOBRO, J., HEREDIA, B., SALMONA, M., ALVARADO L. Inclusión de la gestión de riesgos en el estudio de ofertas para licitaciones de proyectos de construcción. EN: Revista de la Construcción, vol. 8, núm. 2, 2009, pp. 27-37. Santiago de Chile. 2009.

JEPSON, J., KIRYTOPOULOS, K., LONDRES, K. Insights into the application of risk tools and techniques by construction project managers. {En Línea}. 2018. {2020}. Disponible en: (<https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1494673>)

JEREZ, Silvana. Desarrollo De Una Matriz De Riesgos Genérica Para Su Implementación En Proyectos De Construcción Bajo Metodología PMI: Un Estudio De Caso En Bogotá. Bogotá, 2019.

KESHK, A., MAAROOUF, I., ANNANY, Y. Special studies in management of construction project risks, risk concept, plan building, risk quantitative and qualitative analysis, risk response strategies. {En Línea}. 2017. {2020}. Disponible en: (<https://pdf.sciencedirectassets.com/270704/1-s2.0-S1110016818X00052/1-s2.0-S1110016818301133/main.pdf?X-Amz-Security>)

LLEDO, Pablo. Gestión de riesgos del proyecto. {En Línea}. 2015. {2020}. Disponible en: (<http://pablolledo.com/content/articulos/05-01-15-Gestion-de-Riesgo-Lledo.pdf>)

MARTÍNEZ, Germán, MORENO, Begoña, RUBIO, MARÍA. GESTIÓN DEL RIESGO EN PROYECTOS DE INGENIERÍA. EL CASO DEL CAMPUS UNIVERSITARIO PTS. UNIVERSIDAD DE GRANADA (ESPAÑA). {En Línea}. 2012.{2020} Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49623206002>

MCCANN, D. ¿How Well do you decide? In: CFO.com Magazine. 2010

Project Management Institute, Inc. La guía de los fundamentos para la dirección de proyector (Guía PMBOK). sexta edición., Pennsylvania: 2017.

Project Management Institute. The standard for risk management in portfolios, programs, and projects. Primera edición. Pennsylvania: Project Management Institute, 2019. 235.

RANI, H. Design and build risk analysis to the project success. {En Línea}. 2018. {2020}. Disponible en: <https://www-scopus-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85066953509&origin=resultlist&sort=plf>

RODRIGUE, F., HRUSKOVIC, P. GESTIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. 1er. Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Proyecto. Antofagasta. 2010

RVISWANATHAN, S., TRIPATHI, K., JHA K. Influence of risk mitigation measures on international construction project success criteria – a survey of Indian experiences. {En Línea}. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01446193.2019.1577987>

VILLAR, Victor. Model for risk impact measurement based on the WBS and the RBS. EN: Paper presented at PMI® Global Congress. Buenos Aires. 2004