

**Modelo de gestión para proyectos edificatorios de baja complejidad en Colombia, basado
en estudios de caso**

Martha Eugenia Rojas Castañeda

Asesor:

PhD. Diana Marcela Vásquez Bravo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Maestría en Gestión de Tecnología de Información

2022

Diana Marcela Vásquez
Directora Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Bogotá D.C. - 2022

Dedicatoria

A mi esposo César, por brindarme su amor y por dedicarme su tiempo para guiarme, dándome su apoyo incondicional.

A mi hijo Juan Sebastián, por brindarme su tiempo y comprensión.

A mis padres Ernesto Rojas y María Inés Castañeda, por enseñarme que con dedicación y esfuerzo se logran los triunfos.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial a la profesora Diana Marcela Vásquez Bravo, a quien tuve la buena fortuna de conocer, gracias por sus observaciones y correcciones, las cuales mejoraron la calidad de mis aportes y contar con ella como directora de mi proyecto.

Al ingeniero César Leonardo Ardila Pinilla por su asesoría y apoyó desde el principio, quien me instó a seguir siempre adelante, con su aporte, su conocimiento y experiencia, a él muchas gracias.

Al profesor Jheimer Julián Sepúlveda por sus aportes y correcciones, brindándome todo su apoyo para culminar este proceso.

Docentes y compañeros de la UNAD, por la colaboración y apoyo en mi formación.

Resumen

Este trabajo presenta un modelo de gestión de proyectos edificatorios dirigido al sector de la construcción en Colombia, particularmente, la gestión de proyectos edificatorios de baja complejidad en pequeñas y medianas empresas. La fundamentación teórica de esta propuesta está sustentada en la guía internacional Project Management Institute (Ed.). (2016). Construction extension to the PMBOK guide. Esta propuesta busca dar una alternativa de solución a la problemática encontrada en el sector edificatorio en las pequeñas y medianas empresas en Colombia, la cual se extrajo de las diferentes fuentes teóricas y prácticas del sector edificio, así como del análisis de un universo de 200 estudios de caso, de acuerdo al estudio se clasificaron por criterios de similitud en 6 casos representativos de la problemática, la cual se corresponde principalmente con la desarticulación de los procesos entre diferentes fases del proyecto: prefactibilidad, factibilidad, viabilidad, consultoría, y ejecución; donde la supervisión e interventoría son inherentes al ejercicio de control y seguimiento. El modelo de gestión articula cuatro (4) procesos principales establecidos por el Project Management Institute (PMI): gestión de integración, gestión del tiempo, gestión de comunicaciones y gestión de riesgo. Adicionalmente, en el marco de esta propuesta se diseña y construye una la matriz de riesgo, que permite la clasificación en los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, de los hallazgos encontrados, de acuerdo a los estudios de casos analizados.

Palabras Clave: Edificación, estudio de caso, modelo de gestión, matriz de riesgo, pymes, gestión de proyectos

Abstract

This paper presents a building project management model aimed at the construction sector in Colombia, particularly, in the management of low-complexity building projects in small and medium-sized companies. This proposal seeks to provide an alternative solution to the problems found in the building sector in small and medium-sized companies in Colombia, which was extracted from the different theoretical and practical sources of the building sector, as well as from the analysis of a universe of 200 case studies. According to the study, they were classified by criteria of similarity in 6 representative cases of the problem, which corresponds mainly to the disarticulation of the processes between different phases of the project: pre-feasibility, feasibility, viability, consulting, and execution where supervision and auditing are inherent to the exercise of control and follow-up. The management model articulates four (4) main processes established by the Project Management Institute (PMI): integration management, time management, communications, and risk management. Additionally, within the framework of this proposal, a risk matrix is designed and built, which allows the classification in the technical, financial, administrative, legal, environmental and social aspects of the findings found according to the analyzed case studies.

Keywords: Building, Case Study, Management Model, Risk Matrix, Smes, Project Management

Tabla de Contenido

Lista de Tablas	15
Lista de Figuras	17
Lista de Apéndices	19
Introducción	20
Planteamiento del Problema	23
Justificación	30
Objetivos	34
Objetivo General	34
Objetivos Específicos	34
Marco de Referencia	35
Teoría sobre Fases de los Proyectos	43
Etapa Precontractual	43
Etapa Consultoría	46
Etapa de Construcción	47
Etapa Supervisión del Contrato/Interventoría	53
Mantenimiento	55
Construction Extension to the PMBOK Guide	56
Gestión de Integración del Proyecto	58
Gestión del Alcance del Proyecto	59
Gestión del Cronograma del Proyecto	59
Gestión de Costos del Proyecto	60
Gestión de Calidad del Proyecto	60
Gestión de Recursos del Proyecto	61
Gestión de Comunicaciones del Proyecto	62
Gestión de Riesgos del Proyecto	62
Gestión de Adquisiciones del Proyecto	62
Gestión de las Partes Interesadas del Proyecto	63
Gestión de Salud, Seguridad, Protección y Medio Ambiente del Proyecto (HSSE)	63
Gestión de Financiera del Proyecto	64
Diseño Metodológico para el Análisis de Datos	65

Método Deductivo	66
Método Inductivo	67
Análisis de Datos	70
Proyecto Hidroeléctrico Ituango	72
Aspecto Administrativo	72
Aspecto Financiero	77
Aspecto Jurídico	78
Aspecto Técnico	79
Aspecto Ambiental	80
Aspecto Social	81
Proyecto Puente Chirajara	82
Aspecto Administrativo	82
Aspecto Financiero	84
Aspecto Jurídico	85
Aspecto Técnico	86
Aspecto Ambiental	87
Aspecto Social	90
Proyecto Túnel de la línea	91
Aspecto Administrativo	91
Aspecto Financiero	95
Aspecto Jurídico	96
Aspecto Técnico	96
Aspecto Ambiental	97
Aspecto Social	98
Proyecto Edificio Space	99
Aspecto Técnico	99
Aspecto Social	100
Proyecto Edificio Blas de Lezo	101
Aspecto Jurídico	101
Aspecto Social	102
Proyecto Edificio Residencial Arboleda Santa Teresita	102

Aspecto Social	102
Matriz de Riesgos	103
Análisis Cualitativo de Riesgo en el Aspecto Técnico	111
Descripción del Riesgo en Estudios y Diseños	111
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	112
Propuesta de mejora y controles claves a implementar	112
Descripción del Riesgo en Plan de Aceleración	114
Consecuencia del Riesgo.	114
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	115
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar	115
Descripción del Riesgo Desestabilidad del Suelo	116
Consecuencias del Riesgo.	116
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	116
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar	117
Análisis Cualitativo de Riesgo en el Aspecto Financiero	117
Descripción del Riesgo en Presupuesto	117
Consecuencias del Riesgo.	118
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	118
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar	119
Análisis Cualitativo de Riesgo en el Aspecto Administrativo	120
Descripción del Riesgo en Planeación	120
Consecuencias del Riesgo.	120
Análisis Cuantitativo del Riesgo	120
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	121
Descripción del Riesgo en Gestión de Comunicación	121
Consecuencias del Riesgo	122
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	122
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	123
Descripción del Riesgo en Control	123
Consecuencias del Riesgo.	123
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	124

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	125
Descripción del Riesgo en Patrimonio del Estado	125
Consecuencia del Riego.	125
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	125
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	126
Análisis Cualitativo de Riesgo en el Aspecto Jurídico	126
Descripción del Riesgo en Contratación	126
Consecuencias del Riesgo.	127
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	127
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	128
Descripción del Riesgo en Pagos	128
Consecuencias del Riesgo.	129
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	129
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	130
Descripción del Riesgo en Acción Popular	131
Consecuencias del Riesgo.	131
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	131
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	132
Descripción del riesgo en licencias de construcción	133
Consecuencias del Riesgo.	133
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	133
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	134
Análisis Cualitativo de Riesgo en el Aspecto Ambiental	135
Descripción del riesgo en calidad del aire	135
Consecuencias del Riesgo.	135
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	135
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	136
Descripción del Riesgo en Licencia Ambiental	136
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	137
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	138
Descripción del riesgo en tratamiento de aguas	139

Consecuencias del Riesgo.	139
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	139
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	140
Análisis Cualitativo de Riesgo en el Aspecto Social	141
Descripción del riesgo en vida y patrimonio de familias	141
Consecuencias del Riesgo.	141
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	141
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	142
Descripción del Riesgo en Alerta a las Comunidades	143
Consecuencias del Riesgo.	143
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	143
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	144
Descripción del Riesgo en Daños y Evacuación de Pobladores	144
Consecuencias del Riesgo.	145
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	145
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	146
Descripción del Riesgo en Abastecimiento de Agua	147
Consecuencias del Riesgo.	147
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	147
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	148
Descripción del Riesgo en Proyectos no Entregados	148
Consecuencias del Riesgo.	148
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	149
Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar.	149
Modelo de Gestión	151
Descripción del Modelo de Gestión – MG	151
Insumos para el Modelo de Gestión – MG	156
Mapeo de los Procesos de Dirección de Proyectos.	156
Diagnóstico de la Matriz de Riesgo.	156
Análisis Cualitativo de los Riesgos	157
Análisis Cuantitativo de los Riesgos	157

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar	157
Exposición al Riesgo	158
Servicios Tecnológicos.	158
Operación de Servicios Tecnológicos	158
Estrategia y Gobierno	158
Conectividad	159
Administración y Operación de Infraestructura Tecnológica.	159
Monitoreo	159
Almacenamiento	159
Copias de Seguridad	159
Seguridad Informática	160
Mantenimiento Preventivo y Correctivo	160
Administración de Aplicaciones	160
Gestión de Aplicaciones	160
Arquitectura de Aplicaciones.	160
Administración de Capa Media	161
Administración de Bases de Datos	161
Continuidad y Disponibilidad de Operación.	161
Áreas del Modelo de Gestión	162
Gestión de la Integración del Proyecto	163
Grupo de Procesos de Inicio.	163
Grupo de Procesos de Planificación.	164
Grupo de Procesos de Ejecución.	164
Grupo de Procesos de Monitoreo y Control.	164
Grupo de Procesos de Cierre.	164
Gestión del Tiempo del Proyecto	165
Grupo de Procesos de Inicio.	166
Grupo de Procesos de Planificación.	166
Grupo de Procesos de Ejecución.	166
Grupo de Procesos de Monitoreo y Control.	167
Grupo de Procesos de Cierre.	167

Gestión de las Comunicaciones del Proyecto	168
Grupo de Procesos de Inicio.	169
Grupo de Procesos de Planificación.	169
Grupo de Procesos de Ejecución.	169
Grupo de Procesos de Monitoreo y Control.	170
Grupo de Procesos de Cierre.	170
Gestión de Riesgos del Proyecto	172
Grupo de Procesos de Inicio.	172
Grupo de Procesos de Planificación.	173
Grupo de Procesos de Ejecución.	173
Grupo de Procesos de Monitoreo y Control.	174
Grupo de Procesos de Cierre.	174
Grupo de Procesos de Inicio.	175
Grupo de Procesos de Planificación.	176
Grupo de Procesos de Ejecución.	176
Grupo de Procesos de Monitoreo y Control.	176
Grupo de Procesos de Cierre.	176
Validación de la Matriz de Riesgo	178
Validación Aspecto Técnico	183
Validación Aspecto Financiero	188
Validación Aspecto Administrativo	191
Validación Aspecto Jurídico	193
Validación Aspecto Ambiental	194
Validación Aspecto Social	197
Conclusiones y Recomendaciones	200
Desde los objetivos planteados	200
Aspecto Técnico	202
Aspecto Financiero	204
Aspecto Administrativo	204
Aspecto Jurídico	205
Aspecto Ambiental	206

Aspecto Social	207
Lecciones Aprendidas	209
Trabajos Futuros	211
Referencias	213
Apéndices	218

Lista de Tablas

Tabla 1 Relación entre los problemas identificados y los objetivos, soluciones y actividades que se proponen en este proyecto	27
Tabla 2 Métodos de evaluación de la oferta económica	49
Tabla 3 Asignación de método de evaluación según TRM	50
Tabla 4 Identificación de Riesgos	52
Tabla 5 Nivel de supervisión	54
Tabla 6 Principales Contratos realizados por EPM para el proyecto	74
Tabla 7 Costo base de Remuneración Resumido y Acumulado	78
Tabla 8 Giros Equity	84
Tabla 9 Comparación giros acumulados contractuales vs giros realizados	85
Tabla 10 Pagos Panel de Amigables Componedores	86
Tabla 11 Expedientes procesos sancionatorios ambientales	88
Tabla 12 Incremento adicional tarifas peaje contrato 005 de 2015	91
Tabla 13 Composición del proyecto	92
Tabla 14 Resumen ejecución contractual “Proyecto cruce de la cordillera central”- Túnel de la Línea	94
Tabla 15 Ítems relacionados con la optimización de la STARI	95
Tabla 16 Niveles de impacto	104
Tabla 17 Niveles de probabilidad	105
Tabla 18 Niveles de severidad del riesgo	106
Tabla 19 Niveles de Periodicidad	107
Tabla 20 Niveles de Oportunidad	108
Tabla 21 Niveles de eficiencia	109
Tabla 22 Niveles exposición al riesgo	110
Tabla 23 Correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento	153
Tabla 24 Frecuencia de la información	183
Tabla 25 Inconsistencia en la información	184
Tabla 26 Propuesta de mejora	186
Tabla 27 Veracidad y cumplimiento	187
Tabla 28 Posibles riesgos	188

Tabla 29 Presupuesto	189
Tabla 30 Costos	190
Tabla 31 Pérdidas económicas	191
Tabla 32 Modificaciones contractuales	192
Tabla 33 Estado actual	193
Tabla 34 Procesos de contratación	194
Tabla 35 Protección medio ambiente	195
Tabla 36 Impedimentos potenciales	196
Tabla 37 Licencia ambiental	197
Tabla 38 Propuesta de mejora	198
Tabla 39 Afectaciones sociales	199

Lista de Figuras

Figura 1 Método deductivo e inductivo	69
Figura 2 Severidad del riesgo 1	114
Figura 3 Severidad del riesgo 2	115
Figura 4 Severidad del riesgo 3	117
Figura 5 Severidad del riesgo 4	119
Figura 6 Severidad del riesgo 5	121
Figura 7 Severidad del riesgo 6	123
Figura 8 Severidad del riesgo 7	124
Figura 9 Severidad del riesgo 8	126
Figura 10 Severidad del riesgo 9	128
Figura 11 Severidad del riesgo 10	130
Figura 12 Severidad del riesgo 11	132
Figura 13 Severidad del riesgo 12	134
Figura 14 Severidad del riesgo 13	136
Figura 15 Severidad del riesgo 14	138
Figura 16 Severidad del riesgo 15	140
Figura 17 Severidad del riesgo 16	142
Figura 18 Severidad del riesgo 17	144
Figura 19 Severidad del riesgo 18	146
Figura 20 Severidad del riesgo 19	148
Figura 21 Severidad del riesgo 20	149
Figura 22 Gestión de dirección de proyectos	162
Figura 23 Grupos de procesos de la dirección de proyectos	163
Figura 24 Proceso gestión de integración	165
Figura 25 Proceso gestión del tiempo	168
Figura 26 Proceso gestión de comunicaciones	171
Figura 27 Proceso de gestión del riesgo	175
Figura 28 Modelo de gestión del proyecto constructivo	177
Figura 29 Clasificación de las profesiones de los participantes	181
Figura 30 Clasificación actividad comercial	182

Figura 31 Años de experiencia profesional	182
Figura B32 Puente Chirajara	222
Figura E33 (a) Foto rescate víctimas portafolio.co. (b) Foto valla informativa y cartel publicitario	224

Lista de Apéndices

Apéndice A. Proyecto Hidroeléctrico Ituango	218
Apéndice B. Proyecto Puente Chirajara	220
Apéndice C. Proyecto Túnel de la línea	222
Apéndice D. Edificio Space	223
Apéndice E. Edificio Blas de Leso	224
Apéndice F. Conjunto Residencial Arboleda Santa Teresita	225
Apéndice G. Colegio del Distrito	226
Apéndice H. Elefantes blancos en Colombia	227
Apéndice I. Título I, supervisión técnica de la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10	229
Apéndice J. Las áreas de conocimiento de Construction Extension to the PMBOK Guide	233
Apéndice K. Grupos de procesos PMBOK Guide	240
Apéndice L. Plantilla acta de constitución	243
Apéndice M. Matriz de riesgo	244
Apéndice N. Plantilla diagrama de gantt	245
Apéndice O. Encuesta juicio de expertos	246
Apéndice P. Plantilla minuta establecida	264
Apéndice Q. Plantilla de informe de avances y contingencias	265

Introducción

Este trabajo de grado dentro del marco de la Maestría en Gestión de Tecnología de Información, surge a partir de las situaciones de informalidad presentadas en diferentes proyectos constructivos, de baja complejidad en Colombia y el interés del autor sobre la aplicación de un modelo de gestión que permita la mitigación de los riesgos que se presentan en los diferentes proyectos constructivos, se tiene como sustento un universo de 200 estudios de caso.

En el entorno de la construcción de proyectos edificatorios, se evidenció de acuerdo a los resultados obtenidos de una revisión sistemática adelantada en el marco del desarrollo de esta propuesta, en la cual se tienen 200 estudios de caso al interior de obras de construcción públicas y privadas, se encuentran los siguientes hallazgos en obras ejecutadas en el período 2013-2017, de acuerdo (Córdoba, 2019a) se presentaron en un tiempo relativamente corto, fallos, prematuros, deterioros y patologías estructurales, suspensiones, incrementos en el valor del contrato, obras sin terminar, carencia de licencia de obra, permisos falsos, e incluso, las empresas constructoras se vieron en algunos casos en la necesidad de abrir nuevas licitaciones para lograr la culminación de las obras. Este análisis de la situación real de los estudios de caso, permitió reconocer los elementos citados basados en el análisis y simulación de riesgos en obras de construcción, que busca la corrección de errores y malas proyecciones.

Todas estas, situaciones enunciadas son un inconveniente que enfrentan la mayoría de entidades promotoras o constructoras, las cuales deben enfrentar y solucionar errores y descuidos que se producen antes, durante y después de la construcción. La metodología utilizada para (Vergara y Carmona, 2012) , es aplicada a empresas dedicadas a construir obras civiles, enmarcados en el PMBOK Guide, estrategias, modelos de gestión y de negocio que buscan apoyar los procesos asociados, el resultado esperado en cuanto al diagnóstico, antecedentes, clasificación, prefactibilidad, las características generales de los eventos de simulación de riesgos

en estudio de caso reales; hace que el modelo de gestión genere una estadística del riesgo específica ya sea cuantitativa o cualitativa, de situaciones que surgen en la cotidiana gestión de proyectos edilicios.

La metodología utilizada para empresas dedicadas a construir obras civiles enmarcado en el PMBOK es la gerencia de proyectos y de acuerdo (Vergara y Carmona, 2012) se emplea un modelo de gestión, tanto para la parte inicial y en la elaboración, que utiliza un enfoque analítico deductivo, con la visión de crear una alternativa para planear, ejecutar y controlar todos los elementos de un proyecto civil, mediante parámetros del PMI.

Es así como este proyecto, presenta un modelo de gestión para proyectos edilicios en Colombia, en el ámbito de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes), que toma como referencia el diagnóstico de seis (6) estudios de caso representativos por criterios de similitud, que apuntan directamente a la problemática, para delimitar el estudio, con el fin de enfrentar una de las principales problemáticas que se presentan al interior de las obras de construcción de edificaciones en Colombia, que es la informalidad, la información analizada se toma, con el fin de generar un indicio significativo desde el punto de vista estadístico.

El proyecto toma como marco de referencia, la teoría sobre las fases de los proyectos, diseño metodológico para el análisis de datos y sustentos teóricos y metodológicos de acuerdo (Project Management Institute, 2016) en Construction Extension to the PMBOK Guide, para proponer un modelo de gestión que permita mejorar el desempeño y conducir a mejores prácticas en la parte estratégica como operacional.

La investigación se desarrolla en definir las fases de los proyectos y sus diferentes etapas, y centrarse en los proyectos de baja complejidad en Colombia para luego abordar prácticas específicas que se encuentran en los proyectos de construcción. A través de Construction

Extension to the PMBOK Guide y PMBOK Guide. Como segunda medida se hace una revisión literaria sobre los procesos de gestión que intervienen en los proyectos constructivos y los métodos utilizados para el análisis de datos, con el fin de orientar al lector sobre un marco de referencia que facilite el posterior entendimiento del proceso de diseño del modelo de gestión. Luego se realiza la presentación esquemática y la descripción del modelo de gestión propuesto y finalmente se valida mediante la matriz de riesgo y su clasificación en los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales de los diferentes estudios de caso tomados y su respectiva aplicación en los procesos de gestión de integración, gestión del tiempo, gestión de comunicaciones y gestión de riesgos, que arroja una explicación dinámica y forma de adopción del modelo.

Planteamiento del Problema

La gestión de proyectos edilicios en el sector de la construcción de edificaciones MIPYME en Colombia, se ha visto afectada a lo largo de los años por razones relacionadas con la gestión deficiente en la planeación, interventoría y consultoría; situaciones que llevan a que los proyectos fracasen debido a su gestión y ejecución informal.

En los estratos bajos y muy bajos se evidencia una alta informalidad en su crecimiento, las ciudades latinoamericanas, realizan procesos informales en diferentes sectores económicos, tales como la construcción, los cuales se han intentado regular con el fin de formalizar dichas situaciones (Restrepo, 2014).

En el sector de la construcción la normativa usada por la mayoría de empresas del sector, está estipulada para aplicar al sector formal pero no para el sector informal, en cuanto a la aplicación de la norma ISO 45001:2018 Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. En su artículo (Guillén, 2018) se centra en la responsabilidad de las empresas de la SST de sus trabajadores y de la de otras personas que puedan verse afectadas por las actividades que se realizan en ella; dicha responsabilidad incluye la promoción y la protección de la salud, ya sea física o psíquica.

Al igual (Restrepo, 2014) afirma que las MiPymes enfrentan situaciones como el sistema normativo de los procesos de licenciamiento y construcción, de acuerdo al artículo 56 del decreto 1469 de 2010, regula el trámite de licencias de construcción, donde prohíbe que los curadores urbanos exijan el cumplimiento de cualquier tipo de norma expedidas por las alcaldías, debido a que esto corresponde exclusivamente a la comisión asesora, son inconvenientes que enfrentan la mayoría de entidades promotoras o constructoras, las cuales deben arreglar o solucionar errores y descuidos que se producen antes, durante y después de la

construcción. Es importante resaltar que a pesar de que existen varias metodologías y estrategias, así como modelos de gestión y de negocio, el resultado esperado en cuanto al diagnóstico, antecedentes, clasificación y prefactibilidad, siguen presentándose situaciones, cómo la no clasificación en cada uno de los aspectos y en las áreas que los afectan, debido a que se aplican los procesos de manera general.

Otro de los inconvenientes identificados debido a la informalidad en el desarrollo de proyectos edilicios, particularmente, en la materialización o construcción de edificios, donde ocurren diferentes deficiencias, que, en el mejor escenario, afectan sólo el plazo y la parte económica del proyecto, pero que pudieron ser prevenidas o corregidas en su momento (Ardila, 2020).

Algunas de estas deficiencias, al interior de las obras de construcción están relacionadas, entre otras cosas, con la deficiente gestión, que afecta el control de los materiales y de los diseños, todos estos son elementos que afectan al sector de la construcción, que determinan las fases del proyecto edilicio en cuanto a prefactibilidad, consultoría, interventoría de consultoría, construcción, interventoría de construcción, en cada uno de estas fases se definen las áreas mínimas, para tener en cuenta y realizar el respectivo control del proyecto edilicio, en la parte técnica, financiera, administrativa, jurídica, ambiental y social.

Las dificultades que pueden afrontar los proyectos de baja complejidad, pueden ser las deficiencias en la determinación de las principales responsabilidades y actividades a realizar o desarrollar en todas las fases de un proyecto edilicio, basado en los estudios y diseños de la consultoría, y criterios de la legislación y normativa colombiana. En las fases de consultoría de un proyecto edilicio, son perjudicados por situaciones ejecutadas en cuanto a estudios medioambientales, suelos, remoción en masa, diseño arquitectónico, estructural, presupuesto

programación, licencia de construcción y en la fase de interventoría, en cuanto a los resultados en el control, supervisión, seguimiento técnico, financiero, administrativo, jurídico, ambiental y social.

El propósito de este proyecto es proporcionar un marco de referencia para gestionar los riesgos, vigilancia y control que cumplan con la norma de acuerdo a la ley, que da oportunidad a toma de decisiones estratégicas y operacionales desde la integración de los diferentes procesos de dirección de proyecto como la gestión de integración del proyecto, gestión del tiempo del proyecto, gestión de las comunicaciones del proyecto y la gestión de los riesgos del proyecto. Así como a validación de la matriz de riesgos en los diferentes aspectos que afectan los proyectos constructivos.

El grado de madurez del modelo busca servir a la sociedad de una forma que aporte a la solución de la problemática, basado en el análisis de riesgos en estudios de caso y ser funcional para los diferentes segmentos de clientes. El proyecto es innovador ya que sería único en el mercado de la construcción, porque los modelos existentes no se basan en estudios de caso reales en cuanto a el diagnóstico, antecedentes, clasificación, prefactibilidad, las características generales de los eventos de simulación de riesgos.

Con base en la información anterior, surge la siguiente pregunta de investigación y a la que con el desarrollo del presente proyecto se pretende dar una respuesta adecuada:

¿Cómo se podría apoyar el sector de construcción de edificaciones en Colombia durante las fases de desarrollo de este tipo de proyectos, así como contribuir a la toma de mejores decisiones por parte de los profesionales del sector?

Para responder a estos interrogantes, la metodología se basa en el diagnóstico de seis (6) estudios de caso y la presentación de un modelo gestión, tal como se muestra en la estructura general del modelo de gestión, [\(ver figura 28\)](#)

Tabla 1

Relación entre los problemas identificados y los objetivos, soluciones y actividades que se proponen en este proyecto

Problema identificado	Objetivos Propuesto	Solución Propuesta	Actividades que lo soportan
<p>Informalidad en el desarrollo de proyectos edificatorios de baja complejidad en la fase de construcción.</p>	<p>Diseñar un modelo de gestión para proyectos edificatorios de baja complejidad, basado en el análisis de riesgos en estudios de caso en Colombia.</p>	<p>El modelo de gestión a través de Construction Extension to the PMBOK Guide y PMBOK Guide, toma los procesos de dirección de proyectos que intervienen en los proyectos constructivos y propone la clasificación en los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales de acuerdo con el diagnóstico aplicado a seis (6) estudios de caso, luego se diseña la matriz de riesgo que es validada a través del método Delphi, aplicado a un panel de expertos, y su validación es llevada a cabo el proceso de gestión del riesgo del proyecto, que corresponde a uno de los procesos de dirección de</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se realizó el levantamiento de la información dentro de los estudios de caso más relevantes para determinar aspectos de gestión de integración del proyecto en cuanto al tiempo y costos se mide también la complejidad del proyecto, los desafíos de las partes interesadas, procesos de adquisición, gestión del riesgo y las limitaciones que se presentan geográfica y culturalmente. - Se realiza la definición de las fases del proyecto y sus diferentes etapas, se toma las practicas específicas Construction Extension to the PMBOK Guide en cuanto a gestión de integración del proyecto, gestión del tiempo del proyecto, gestión de comunicaciones del proyecto y gestión del riesgo del proyecto y se explica el diseño metodológico usado para el análisis de datos. - Se clasifican los seis (6) proyectos analizados en los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales. - Representación esquemática y la descripción del modelo de gestión propuesto.

Problema identificado	Objetivos Propuesto	Solución Propuesta	Actividades que lo soportan
		proyectos aplicados en el modelo de gestión.	
	Realizar revisión bibliográfica relacionada con gestión de proyectos edificatorios e infraestructura, normativa y legislación vigente de contratación, así como, los informes de los diferentes entes de control en Colombia.	Aplicación de cuatro (4) de los principales procesos que maneja el Project Management Institute (PMI), y la construcción de la matriz de riesgo, donde se aplicó en el análisis de datos de acuerdo a los métodos elegidos y su respectiva clasificación.	Se determinaron los procesos de la dirección de proyectos versus las áreas de conocimiento para el desarrollo de proyectos edificatorios apoyado en la metodología de la guía (Project Management Institute, 2016) en Construction Extension to the PMBOK Guide
	Seleccionar, categorizar y caracterizar el universo de estudios de caso de obras de construcción en Colombia que sustentan el desarrollo de esta propuesta con el fin de determinar la metodología de tratamiento de datos más conveniente en este tipo de trabajos.	Se realiza la distribución de las situaciones más relevantes encontradas en el universo de 200 estudios de caso al interior de las obras de construcción. Se categorizan las situaciones en un subconjunto de estudios de caso que caracteriza de modo inclusivo cada uno de los riesgos y consecuencias del riesgo.	Análisis de los proyectos Hidroeléctrico Ituango, Puente Chirajara, Túnel de la Línea, Edificio Space, Edificio Blas de Leso, Conjunto Residencial Arbolead Santa Teresita.

Problema identificado	Objetivos Propuesto	Solución Propuesta	Actividades que lo soportan
El país sigue construyendo obras de interés nacional con una carencia de estudios en detalle, que permitan asegurar la eficacia de los recursos públicos comprometidos.	Analizar los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, de los estudios de caso seleccionados.	Se realiza un análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos y se procede a su clasificación por aspectos.	Estudios de caso clasificados y soportados en la matriz de riesgo, se realiza un análisis cualitativo del riesgo, donde se define le descripción del riesgo y consecuencias del riesgo. Luego se realiza un análisis cuantitativo de riegos, donde se aplica la fórmula de severidad, que es igual al impacto por la probabilidad. A partir de allí, se tiene la propuesta de mejora y controles claves a implementar, que genera el modelo de gestión a través de la aplicación de la matriz de riesgo y su respectiva clasificación de los aspectos.
	Configurar una matriz de riesgo basada en el análisis de datos, de los seis (6) estudios de caso seleccionados.	Se genera una matriz de riesgo donde se realiza el análisis de los grados de similitud y las reincidencias en cada proyecto.	Propuesta de mejora y controles clave para implementar por cada riesgo encontrado una acción preventiva de mejora y definición del control.
	Realizar el diagrama de procesos para la gestión de proyectos edificatorios de baja complejidad, en la fase de construcción basado en el análisis de riesgo de los aspectos.	Clasificación de las áreas de conocimiento para el desarrollo de la propuesta en la fase de construcción aplicado a los grupos de procesos de la dirección del proyecto en Construction Extension to the PMBOK Guide.	Diseño en Bizagi de los principales procesos de dirección de proyectos, como gestión de integración, gestión del tiempo, gestión de comunicaciones y gestión de del riesgo, versus los procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre de la dirección del proyecto.

Nota. Relaciones entre problema, objetivos, solución y actividades que lo soportan. Elaboración propia.

Justificación

La construcción de edificaciones en Colombia, se rige desde lo técnico, a partir del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, según la ley 400 de 1997 “Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes”, con el fin, de garantizar su estabilidad estructural, durabilidad y confort. Sin embargo, existe en la actualidad una problemática real, en donde las edificaciones en Colombia colapsan “solas” frecuentemente, es decir, por causa simplemente de las cargas de servicio, en donde estudios evidencian varias deficiencias, no sólo a nivel técnico, sino administrativo, financiero, jurídico, ambiental y social. Un indicio significativo desde el punto de vista referencial, son los estudios de caso revisados en este trabajo, en donde entidades promotoras, gastan importantes recursos en solucionar los desfases, errores y descuidos que se producen antes, durante y después de la construcción de estas edificaciones. A continuación, se presentan de manera general algunos de los acontecimientos ocurridos en años pasados recientes, en las ciudades de Cartagena, Medellín y Bogotá, que motivan la realización de este trabajo.

El 27 de abril de 2017, en la ciudad Cartagena de Indias Colombia colapsa súbitamente el edificio en construcción de seis pisos Portales de Blas de Lezo II, mueren 18 personas y rescatan a 23. Dentro de las irregularidades encontradas está que el proyecto contaba con licencia de construcción falsa. Por otro lado, el POT vigente establece que sólo se pueden construir edificios de cuatro pisos, y el Blas de Lezo II tenía construido un quinto con una azotea. El responsable del proyecto de construcción es una sociedad comercial que tiene como principal actividad registrada en la cámara de comercio la construcción de obras de ingeniería civil como persona natural.

El 12 de octubre de 2013, en la ciudad Medellín Colombia colapsa súbitamente la Etapa 6 del edificio Space, mueren 12 personas: en los análisis de las posibles causas realizados por la Universidad de Los Andes se establece que este colapso no estuvo asociado a la ocurrencia de un evento sísmico, o un movimiento del terreno que pudiese haber afectado la distribución de cargas internas en la estructura, tampoco explosiones o incendios internos que pudieran debilitar elementos estructurales importantes, ni sobrecargas extraordinarias en la edificación. Sin embargo, sí se presentan evidencias de patologías estructurales internas meses y días previos al colapso, como fisuras y separaciones en los muros divisorios internos, deflexiones verticales excesivas en las placas de entrepiso, fisuras y falla estructural por compresión en columnas. Posteriormente, se concluiría que la causa principal del colapso estuvo asociada a un inadecuado dimensionamiento y diseño de los elementos estructurales principales.

En la ciudad de Bogotá, las edificaciones con problemas estructurales son abundantes, según el director del Fondo de Prevención y Atención de Emergencia FOPAE, el actual Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático IDIGER, en su momento Javier Pava Sánchez, aseguró en octubre de 2013, que se habían identificado 14 proyectos urbanísticos condiciones especiales de riesgo que ameritaban medidas especiales por parte de los constructores, así como, seguimiento de los Alcaldes Locales, a partir de lo sucedido en la urbanización San Jerónimo del Yuste localidad de San Cristóbal en la que 28 familias fueron evacuadas. Se precisó que estos proyectos se encuentran ubicados en las localidades de Usaquén (6), Chapinero (4), Suba (1), San Cristóbal (1), Usme (1) y Engativá (1). Los 14 proyectos fueron identificados luego de visitas técnicas de simple inspección con el propósito de evaluar la situación y efectuar las recomendaciones correspondientes para reducir o controlar los factores generadores del riesgo, como la amenaza y la vulnerabilidad.

En su mayoría, las causas o consecuencias de estas deficiencias del proyecto edificatorio e infraestructura durante todas las etapas de la construcción son evidentes, aunque no todas fatídicas como en los casos de los edificios SPACE y Blas de Lezo, pero siempre afectan y repercuten en todos los ámbitos.

Como se mencionó al inicio, Colombia cuenta con legislación al respecto, códigos, normas y reglamentos, sin embargo, esto no es suficiente ni evita que las edificaciones se sigan construyendo deficientemente, sólo castiga en algunos casos a los supuestos responsables. Se deben tomar medidas de control, prevención y mitigación reales, acordes con el contexto social, económico, político y cultural de Colombia y sus regiones, pero no es sencillo, ya que primero se debe saber qué genera esa deficiente concepción y materialización de los proyectos edificatorios en el país, y es por esto precisamente, que se desarrolla el presente trabajo, como un aporte pequeño para la solución de esta problemática.

Desde el punto de vista social, se pretende que estudiantes y profesionales de la industria de la construcción, evidencien el “estado del arte” de los proyectos edificatorios e infraestructura en el país, así como, se comprenda la importancia de los elementos y procesos que los conforman en sus diferentes etapas, que se comprenda la pertinencia de las buenas prácticas y lecciones aprendidas, a través de la observación y su relación con las leyes nacionales e internacionales, reglamentos, códigos y normas relacionadas con la construcción de edificios e infraestructura, pero principalmente, se sensibilicen acerca de la problemática actual que atraviesa Colombia en algunos sectores de la industria de la construcción, tanto en el sector público como privado, y sea su deseo contribuir a mitigarla, prevenirla y solucionarla a través de su desarrollo y accionar profesional en el mediano plazo.

Por otro lado, se debe entender la importancia que significa incorporar a la industria nacional profesionales recién egresados que cuenten con herramientas conceptuales y metodológicas mínimas, con la capacidad para usarlas apropiadamente en un escenario determinado con la ayuda de la integración de tecnología de la información disponible, para afrontar los retos que conlleva la participación en el desarrollo de proyectos edificatorios en Colombia, y tener en cuenta las necesidades del contexto económico, político y social actual del país.

Así mismo, debe ser de gran interés, particularmente para las mismas compañías promotoras y sus profesionales, así como, para las instituciones de educación superior y sus docentes, que los estudiantes de programas profesionales y tecnológicos, en arquitectura, ingeniería civil, y construcción, sus carreras afines y auxiliares, cuenten con una propuesta metodológica para la gestión de proyectos de construcción, como se plantea en este trabajo, donde debe adaptarse a las necesidades específicas y particulares de cada proyecto, en pocas palabras concederá una pauta, para una formación y experiencia integral, sustentado en estudios de caso.

Finalmente, se espera que este trabajo contribuya a elevar el nivel de entendimiento de las necesidades de nuestro contexto regional y nacional; trabajo que se desarrolla desde diferentes frentes, como la misma Asociación Colombiana de Ingeniería Símica AIS, la Sociedad Colombiana de Arquitectos, la Sociedad Colombiana de Ingenieros, las Curadurías Urbanas, Secretarías de Planeación Distrital, Alcaldías, CAMACOL, algunas de las universidades más reconocidas y prestigiosas a nivel nacional, referenciadas en este trabajo.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un Modelo de Gestión para proyectos edilicios de baja complejidad, basado en el análisis de riesgos en estudios de caso en Colombia.

Objetivos Específicos

Realizar la revisión bibliográfica relacionada con gestión de proyectos edificatorios e infraestructura, normativa y legislación vigente de contratación, así como, los informes de los diferentes entes de control en Colombia.

Seleccionar, categorizar y caracterizar el universo de estudios de caso de obras de construcción en Colombia, que sustentan el desarrollo de esta propuesta con el fin de determinar la metodología de tratamiento de datos más conveniente en este tipo de trabajos.

Analizar los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, de los estudios de caso seleccionados.

Configurar una matriz de riesgo basada en el análisis de aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, de los estudios de caso seleccionados.

Realizar el diagrama de flujo de procesos para la gestión de proyectos edificatorios de baja complejidad, en la fase de construcción basado en el análisis de riesgo de los aspectos.

Marco de Referencia

Los proyectos edificatorios de baja complejidad en Colombia, comprende los proyectos asociados a pequeñas construcciones y viviendas sencillas de dos niveles, existen diferentes tipos de proyectos, como son de alta, mediana y baja complejidad, y están basados en la solidez de la documentación, el tiempo de programación y la parte económica. Otros autores afirman que para la evaluación de funciones se aplica el Factor Crawford-Ishikura, el cual permite clasificar los proyectos de acuerdo a la medición, evaluación y combinación de siete factores que afectan la dirección de proyectos, donde la complejidad es un indicador de las relaciones entrelazadas dentro de un proyecto que afecta la forma de gestionarlo y las habilidades necesarias para manejarlo. (Herrera-Reyes & Guillén-Torres, 2011). En resumen, para delimitar el tema de investigación, se eligió diferentes tipos de proyectos, que permitió la clasificación y análisis necesario en los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales y se direccionó para ser aplicado a proyectos de baja complejidad.

En los proyectos edificatorios de baja complejidad, se presentan situaciones de informalidad, las cuales conducen en la mayoría de los casos, a fallos de mediana y gran escala, que impactan de manera desigual la economía y las empresas, las ciudades latino americanas son sometidas a proceso de informalidad debido a que la mayoría de las normativas están diseñadas para aplicar en el sector formal, pero no al sector informal (Restrepo, 2014).

El Sistema de Gestión Seguridad y Salud en el trabajo SGSST, ISO 45001:2018 toma acciones coordinadas para dirigir y controlar los riesgos. Muchas organizaciones han adoptado el sistema de gestión como modelo de referencia, el cual depende de diferentes factores clave relacionados con el liderazgo del compromiso y de la participación desde todos los niveles y funciones de la empresa.

De acuerdo a (Norma Internacional, 2018) las organizaciones deben buscar asegurar, prevenir, establecer, diseñar y mantener procesos de mejora continua y proactiva de los peligros, se debe tener en cuenta en los procesos ejecutados, cómo se organiza el trabajo, los factores sociales, el liderazgo y la cultura de la organización.

La norma busca que las organizaciones mediante el sistema de gestión integren otros aspectos de seguridad y salud, como el bienestar de los trabajadores y comparte con otros sistemas de gestión estandarizados por el comité de normalización ISO y que han sido revisados recientemente, como ISO 31000 Sistema Gestión de Riesgos, ISO 9001 Sistema de Gestión de Calidad e ISO 14001 Gestión de los Riesgos Medioambientales, las cuales pueden ser aplicadas a cualquier tipo de organización.

Se deben coordinar y alinear las practicas aplicadas a cada empresa, para lograr la integración de los sistemas. Son muchos los factores que afectan las edificaciones y lo más relevante es la responsabilidad que tienen las empresas de organizar, liderar, planificar y realizar evaluaciones de desempeño constantes con el fin de obtener óptimos resultados y visualizar las amenazas que los pueden afectar en la ejecución de sus procesos.

El sector de la construcción también es afectado por los accidentes laborales y de acuerdo a las estadísticas el más alto porcentaje de ellos se debe a trabajos en alturas. De acuerdo a Ministerio de Trabajo, resolución 1409 (julio 23 de 2012), se establece el reglamento de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas, el objetivo básico del sistema general de riesgos laborales, es la promoción de la salud ocupacional y la prevención de los riesgos laborales, para evitar accidentes de trabajo y enfermedades laborales, estipulado en los artículos 348 del código sustantivo del trabajo, artículos 80, 81 y 84 de la Ley 9ª de 1979, artículo 21 del decreto-ley 1295 de 1994, artículo 26 de la ley 1562 de 2012, que modificó el

literal g) del artículo 21 del decreto-ley 1295 de 1994; y el 2° de la resolución 2400 de 1979 expedida por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, los empleadores son responsables de la seguridad y salud de sus trabajadores.

Así mismo el decreto 614 de 1984, estipula la obligación que tienen los empleadores de organizar y garantizar el funcionamiento de un programa de salud ocupacional denominado actualmente sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SG-SST), conforme a los artículos 48 inciso 5° de la constitución política; 9° de la ley 100 de 1993; 83 del decreto 1295 de 1994; los aportes al sistema general de riesgos laborales, tienen el carácter de dineros públicos, y el trabajo en alturas está considerado como de alto riesgo debido a que, en las estadísticas nacionales, es una de las primeras causas de accidentalidad y de muerte en el trabajo, todos estos aspectos reales que afectan la sociedad son estudiados por autores, quienes explican el problema de la informalidad y evidencian diferentes causas que recaen en la gestión de las organizaciones.

No obstante (Restrepo, 2014) considera que la vida debe ser protegida en su integridad, afirma que el patrimonio también y se debe proteger y garantizar el derecho a la vivienda, donde se confunde el concepto de control urbano y control de construcción, por lo tanto, al momento de un siniestro se reclame al estado y no a los propietarios de obra por falta de responsabilidad en el control de construcción, es importante destacar que algunos autores hablan del cumplimiento de la norma o ley pero debido a la informalidad no es tomada en cuenta.

Otro autor afirma que la economía informal es el conjunto de actividades económicas desarrolladas por los trabajadores y las unidades económicas que, tanto en la legislación como en la práctica, están insuficientemente contempladas por sistemas formales o no lo están en absoluto. Las actividades de las personas y empresas no están recogidas por la ley, lo que significa que se desempeñan al margen de ella; o no están contempladas en la

práctica, es decir que, si bien estas personas operan dentro del ámbito de la ley, ésta no se aplica o no se cumple; o la propia ley no fomenta su cumplimiento por ser inadecuada, engorrosa o imponer costos excesivos. (López, 2016, pág.2).

Al respecto (López, 2016) define el origen de los barrios informales, porque están más direccionados al dominio de los procesos culturales y los elementos del entorno, identidad, sectores de bajos recursos, ocupación del territorio, todas estas características que explican las formas de hacer ciudad y sociedad, características que generan condiciones de informalidad en el sector urbano, como la corresponsabilidad que se debe tener para lograr la participación del estado, afirma que debemos tener claro los factores como calidad del hábitat y de la vivienda, los cuales son elementos fundamentales para realizar los proyectos.

Los factores políticos, sociales, culturales y urbanos, afectan la situación de informalidad en la construcción de edificaciones en Colombia, es importante destacar que el gobierno hace énfasis en la norma (ISO45001), para el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores.

Además (Guerra et al., 2019) analizan que “El 91,66 % de los predios informales en Medellín, cuenta con los servicios públicos completos y de ello, el 91,62 % cuenta con servicios complementarios como telefonía y gas natural” (pág. 191). El problema planteado coincide que el manejo de estadística referencial, ser legal o ilegal como se decía al principio depende del contexto de donde se mire la ciudad formal, los ocupantes que no tienen derecho legal o que ocupan asentamientos informales; en áreas en las que se han construido grupos de viviendas, en un terreno en el cual los ocupantes no tienen derecho, se construiría sobre asentamiento legales, construir en forma ilegal estaría compuesta por construcciones que se encuentran al margen de la ley, quienes no apliquen la normatividad y leyes urbanísticas y jurídicas.

Al respecto (Echeverri y Orsini, 2011) concluyeron que el gobierno nacional debe cubrir la demanda de servicios públicos, vivienda e infraestructura, existe una recurrente incapacidad para cumplir en su totalidad estos proyectos de infraestructura y surgen formas alternativas de tipo informal de hacer ciudad, otros factores también son dignos de medir como el crecimiento de edificaciones informales, en estudios realizados por la organización para el desarrollo y la cooperación económica OECD, encuentran asentamientos informales, donde se construyen viviendas; en un área de terreno donde los ocupantes no tienen derecho legal y lo ocupan ilegalmente.

En las ciudades latinoamericanas otro factor importante en consecuencia para (Fernández, 2015) es el aumento de desempleo, los bajos ingresos, el choque cultural todos ellos fuente de construcciones informales. Los factores como, desorden en los procesos de licenciamiento, corrupción en trámites públicos, edificaciones con fallas, todas estas son necesidades que afectan al sector de la construcción.

De acuerdo a (Lombard, 2015) los factores más importantes que generan un incremento en los asentamientos informales, son por la tenencia irregular de la tierra, la autoconstrucción de vivienda, el bajo nivel de infraestructura y residentes con ingresos bajos, afirma que la pobreza humana iguala a la pobreza rural, quienes son afectados por factores sociales, espaciales, culturales y políticos.

También existen tecnologías constructivas, de acuerdo a (Brites, 2015) una de las preguntas más frecuentes en cuanto a la informalidad en las construcciones, es qué se debe hacer, quién debe hacerlo y cómo enfrentar el “problema” de los asentamientos informales, el análisis busca comprender mejor los puntos de vista de los residentes para construir, perspectiva

de los residentes marginados. Todos estos temas son tratados en discusiones, en debates académicos y políticos, con el fin de lograr enforzar experiencias, necesidades y conceptos.

Enfocados en procesos complejos y de cambio social, dándoles este sentido para que se vean de una manera más amplia, para que exista relaciones sociales y políticas, se pretende que estos aspectos se manejen estadísticamente a nivel espacial, técnico y legal.

Además (López y López, 2018) aportan sobre una matriz, donde se incluyan los aspectos más relevantes para análisis susceptibilidad y la exposición frente a niveles de incidencia de riesgo, lo cual arroja resultados de investigación, en cuanto adaptabilidad de edificaciones informales.

Es así como los aportes de los diferentes autores y en la aportación específica de (López y López, 2018), permitió en el marco de esta propuesta la construcción de una matriz de riesgo, que se actualizó a medida que se realizó el análisis de los estudios de caso. La primera idea definió la clasificación de los aspectos, para luego distribuir los riesgos, que arrojó un análisis cualitativo de los riesgos y se plasmó en la descripción del riesgo y consecuencia del riesgo.

Por otro lado, el análisis cuantitativo de riesgo y la aplicación de diferentes fórmulas, que permitió medir los niveles de impacto, probabilidad y severidad por cada uno de los riesgos. Después del análisis generó una propuesta de mejora y controles claves a implementar. En definitiva generó la acción preventiva, descripción del control, por otra parte se midió los niveles de periodicidad en la acción del control y oportunidad de acción del control, que arrojó la eficiencia y concluyó con la exposición del riesgo, donde se dividió la severidad en la eficiencia y midió el riesgo específico, por otra parte se calculó el promedio del riesgo específico por cada uno de los factores, que arrojó el riesgo por categoría, por último el promedio de la exposición del riesgo por categoría que midió el riesgo del proyecto.

El propósito de esta propuesta, es proporcionar un modelo de gestión para proyectos edilicios en Colombia, que permita a través de la matriz de riesgos, la clasificación de los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, que genere oportunidades con la aplicación de los procesos, en cuanto a gestión de integración, gestión de tiempos, gestión de comunicaciones y gestión de riesgos, con el fin de mejorar el desempeño, conducir a mejores oportunidades por las decisiones tomadas en la parte estratégica como operacional y permitir la evaluación continua en el seguimiento del desempeño de los proyectos constructivos.

En este sentido el modelo de gestión se enfoca en la caracterización de los estudios de caso, para contar con las medidas de todos los factores de riesgo, que intervienen en las obras de construcción, con el fin de evitar los reprocesos y aperturas de nuevas licitaciones por obras inconclusas.

El modelo de gestión planteado busca tomar decisiones estratégicas, de acuerdo a resultados obtenidos de la matriz de riesgos, que arroja cifras cuantitativas, que servirán de apoyo para corregir y encaminar los proyectos que se encuentren con resultados irregulares de calidad.

Adicionalmente se presentan en los documentos anexos, información relacionada con los marcos de referencia consultados, con las normas nacionales, que se aplican a los proyectos de construcción, así como los estudios de caso.

Los estudios de caso analizados son los proyectos constructivos ejecutados en Colombia como el proyecto Hidroeléctrico Ituango, este proyecto es considerado como la obra más grande de infraestructura que se realiza en Colombia en el año 2010, ([ver apéndice A](#)).

Proyecto Puente Chirajara, ubicado en Guayabetal – Colombia, departamento de Cundinamarca, el puente atirantado de 446 metros, fue parte de una ampliación de la ruta nacional 40 entre Bogotá y Villavicencio, ([ver apéndice B](#)).

Proyecto Túnel de la Línea, es una infraestructura que une los departamentos colombianos de Quindío y Tolima, forma parte de la vía, cruce de la cordillera central y con 8.6 km es el túnel vial más largo de América, pasa por 900 metros por debajo del “Alto de La Línea”, ([ver apéndice C](#)).

Edificio Space, El 12 de octubre de 2013 en la ciudad Medellín Colombia, colapsa súbitamente la etapa 6 del edificio Space, ([ver apéndice D](#)).

Edificio Blas de Lezo, El 27 de abril de 2017, en la ciudad Cartagena de Indias Colombia colapsa súbitamente el edificio en construcción de seis pisos Portales de Blas de Lezo II, ([ver apéndice E](#)).

Conjunto Residencial Arboleda Santa Teresita, ubicado en transversal 15 este 61 A 10 sur barrio Arboleda Santa Teresita, localidad San Cristóbal, UPZ 51 los libertadores, de 1.032 unidades, proyecto que no ha sido entregado, ([ver apéndice F](#)).

El Colegio Distrital La Concordia, ubicado en la Carrera 2 No. 14-90 la Candelaria, presento 7 suspensiones y 2 adiciones, ([ver apéndice G](#)).

Elefantes blancos en Colombia, existen muchos proyectos en el país, que llevan bastantes años, en medio del deterioro, la maleza, la soledad y un abandono no sólo físico, también de las instituciones que los debieron desarrollar o hacer seguimiento, ([ver apéndice H](#)).

La norma de acuerdo al título I, supervisión técnica del Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, ([ver apéndice I](#)).

Las áreas de conocimiento de Construction Extension to the PMBOK Guide, capítulo 3 gestión de proyectos en la industria de la construcción: visión ([ver apéndice J](#)).

Los grupos de procesos de la dirección de proyectos PMBOK Guide, ([ver apéndice K](#))

Teoría sobre Fases de los Proyectos

Es necesaria la organización y la planificación en las obras de construcción, por lo que es necesario; el cumplimiento en forma ordenada, de las etapas a que están obligadas todas las empresas en cuanto al diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones de la República de Colombia y cumplir con los criterios y requisitos mínimos que se establecen en la norma sismo resistente colombiana NSR-10, la cual comprende la ley 400 de 1997, la ley 1229 de 2008 y resoluciones expedidas por la “Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes” del gobierno nacional, adscrita al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y creada por el artículo 39 de la ley 400 de 1997.

A continuación, se presenta una revisión sintetizada de las fases definidas para los proyectos edilicios en Colombia.

Etapas Precontractual

Prefactibilidad. En este sentido el (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2011) define el concepto precontractual, como el análisis preliminar de una idea, con el fin de determinar si es factible para realizar el proyecto y cómo las entidades constructoras, deben tener organizados las etapas del proyecto antes de su ejecución, en el numeral 12 del artículo 25 de esta ley, la resolución de apertura debe contener el estudio realizado por la entidad respectiva y debe contener los diseños, planos y evaluaciones de prefactibilidad o factibilidad, tener toda la información posible y cubrir los diferentes aspectos como investigación del mercado, aspectos legales, financiero, administrativo, tecnológico, e impacto ambiental, todo esto con el fin de

poner en consideración la idea y permitir que esta sea viable, para contar con la materialización de un proyecto con un mínimo de riesgos.

Por lo tanto, el (Congreso de Colombia, 2012) en cuanto a estructuración de proyectos por agentes privados en la etapa de prefactibilidad, donde el originador de la propuesta debe señalar la descripción completa del proyecto incluyendo diseño de etapa de prefactibilidad, construcción, operación, mantenimiento, organización y explotación, alcance de los proyectos, estudios de demanda, especificaciones del proyecto, costo estimado y la fuente de financiación.

Factibilidad. Así mismo (Núñez, 1997) en el momento que una iniciativa de un proyecto sea aprobada, debe entregar el proyecto en etapa de factibilidad, en el plazo estipulado de acuerdo a comunicación, en esta etapa se analiza la información básica según prefactibilidad y se profundiza en los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, mediante investigaciones de campo y levantamiento de información.

Se debe cumplir con la siguiente información para poder presentar un proyecto y que se apruebe su etapa de factibilidad:

Capacidad financiera

Experiencia en estructuración de proyectos

Descripción detallada del proyecto y sus fases

Diagnóstico definitivo, explicar cómo se va a satisfacer la necesidad mediante la provisión del bien o servicio público.

Población afectada

Evaluación costo-beneficio en cuanto al impacto social, económico y ambiental con el fin de evaluar los beneficios.

Descripción del servicio

Todos los derechos que afecten disponibilidad del bien, cómo títulos, gravámenes, servidumbres

Riesgos del proyecto de acuerdo a lo establecido en la ley 80 de 1993, ley 448 de 1998, la ley 1150 de 2007, los documentos Conpes.

Identificar riesgos de desastre de acuerdo a análisis de amenazas y vulnerabilidad

Análisis financiero en cuanto a costos de operación y mantenimiento

Ingresos del proyecto y sus proyecciones

Solicitud de vigencias futuras

Estructura de financiamiento

Estados financieros

Valoración del proyecto

Identificación de autores financieros, operativos y administrativos involucrados.

Estudios y diseños arquitectónicos, actualizados en cuanto a factibilidad técnica, económica, ambiental, predial, financiera y jurídica del proyecto

Estudios de costos de acuerdo a la naturaleza del proyecto

Minuta del contrato

Declaración juramentada de la veracidad todos los documentos relacionados

Al respecto (Congreso de Colombia, 2012) en cuanto a estructuración de proyectos por agentes privados, en la etapa de factibilidad, debe contar con el valor del proyecto, que cuente con un modelo detallado y formulado, descripción de las fases, duración del proyecto, justificación del plazo del contrato, análisis de riesgos, estudios de impacto ambiental, económico y social, estudios de factibilidad técnica, económica, ambiental, predial, financiera y jurídica.

Etapa Consultoría

Además (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2011) para esta etapa debe existir un contrato de consultoría, que está reglamentado por el decreto nacional 2326 de 1995, los cuales son celebrados por entidades estatales, con el fin de ejecutar estudios necesarios para la ejecución de proyectos de inversión, estudios de diagnóstico, prefactibilidad, factibilidad para un proyecto específico, también se deben evaluar las asesorías técnicas de coordinación, control y supervisión. Esta etapa tiene como objeto la interventoría, asesoría, gerencia de proyectos, dirección, programación, ejecución de diseños, planos, anteproyectos y proyectos, es importante que el interventor de una obra de sus órdenes o sugerencias por escrito, enmarcadas en la calidad del contrato.

Los consultores, interventores y asesores internos responderán civil, fiscal, penal y disciplinariamente por el cumplimiento de las obligaciones, de acuerdo al contrato de consultoría, interventoría o asesoría. Todas las personas naturales o jurídicas que aspiren a realizar contratos de consultoría con entidades estatales, deben estar inscritas en la Cámara de Comercio, clasificadas y calificadas de acuerdo a los requisitos exigidos por la ley.

En este sentido (Congreso de la República de Colombia, 2007) es importante la selección de consultores, se debe realizar un concurso de méritos en el cual se certifique la experiencia, capacidad intelectual y organización, donde genera una lista de precalificados; que se realiza mediante convocatoria pública.

Etapa de Construcción

Convocatoria limitada a MiPymes

De acuerdo (Presidencia de la República, 2013), en los artículos 152 y 153 la convocatoria se limita a participación de MiPymes nacionales que tengan como mínimo un año de existencia y recibir solicitudes al menos de tres (3) empresas, en cuanto a al valor del proceso de contratación y de acuerdo con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo debe ser menor a ciento veinticinco mil dólares de los Estados Unidos de América (US\$125.000) liquidados con la tasa de cambio vigente.

En el numeral III al respecto (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2011) en esta etapa se habla del contrato estatal, donde debe existir una contrato de obra, el cual se celebre con las entidades estatales para la construcción, especificar el material sobre bienes inmuebles y ser elegidos a través de un proceso de licitación o concurso público; es importante destacar que la persona contrada para realizar la interventoría será independiente de la entidad contratante y del contratista.

Requisitos Habilitantes

Además (Colombia Compra Eficiente, 2014) son requisitos habilitantes en procesos de contratación para participar en un contrato de construcción obra pública, según con la verificación en el Registro Único de Proponentes y de acuerdo al artículo 9 y 10, por tanto (Presidencia de la República, 2013). y el Manual expedido por Colombia Compra Eficiente.

Artículo 9. Contar con la información para inscripción, renovación o actualización, donde el interesado presenta la solicitud de registro ante la Cámara de Comercio del país, con la siguiente información:

1. Persona Natural

Bienes, obras y servicios identificados con el clasificador de bienes y servicios en el tercer nivel.

Certificados de experiencia en la provisión de los bienes, obras y servicios, identificados con el clasificador de bienes y servicios de tercer nivel.

Si la persona es obligada a llevar contabilidad, de acuerdo a las normas tributarias información contable del último año.

Certificado sobre el tamaño empresarial expedido por un contador y de acuerdo a las normas tributarias.

2. Persona Jurídica

Bienes, obras y servicios identificados con el clasificador de bienes y servicios en el tercer nivel.

Certificado donde conste que el interesado no es parte de un grupo empresarial, no ejerce control sobre otras sociedades y no hay situación de control expedido por el representante legal y revisor fiscal, de acuerdo a lo estipulado en el código de comercio.

Estados financieros de la sociedad y consolidados del grupo empresarial, expedidos por el representante legal y el revisor fiscal si está obligado a tenerlo.

Certificados de experiencia en la provisión de los bienes, obras y servicios, identificados con el clasificador de bienes y servicios de tercer nivel.

De acuerdo a la definición legal y complementarias certificado del tamaño empresarial expedido por el representante legal y el revisor fiscal.

Artículo 10. Requisitos habilitantes contenidos en el RUP, en el cual se verifican y certifican los requisitos habilitantes:

Experiencia, contratos celebrados de Bienes, obras y servicios identificados con el clasificador de bienes y servicios en el tercer nivel.

Capacidad Jurídica del proponente para prestar los servicios de bienes obras, o servicios ante Entidades Estatales en relación con el monto y obligaciones.

Capacidad Financiera debe contar con los siguientes indicadores índice de liquidez, índice de endeudamiento, razón de cobertura de intereses, capacidad organizacional, rentabilidad del patrimonio, rentabilidad del activo.

Evaluación de la Oferta

Se evalúa las ofertas de los proponentes que hayan entregado los requisitos habilitantes, donde se realiza la ponderación del factor económico y el técnico. La oferta se debe presentar con el compromiso anticorrupción, formato de presentación de las ofertas, formato de certificado para acreditar factores de calidad y/o técnicos, formato de oferta económica y el formato de capacidad residual. Para puntaje de desempate se debe tomar los criterios establecidos en artículo 33, al respecto (Presidencia de la República, 2013).

Factor Económico: De acuerdo al valor de la oferta económica se asigna puntos acumulables en forma aleatoria de acuerdo al método escogido, [\(ver tabla 2\)](#).

Tabla 2

Métodos de evaluación de la oferta económica

Método
Media aritmética
Media aritmética alta
Media geométrica con presupuesto oficial
Menor valor

Nota. Esta tabla muestra los métodos de evaluación. Tomado Colombia Compra Eficiente. (2014). Pliego de Condiciones Tipo para Contratos de Obra Pública.

Con el fin de determinar el método, se toman los primeros dos dígitos decimales de la TRM que rija el día hábil anterior de acuerdo a la fecha de publicación y se escoge el método de acuerdo a la siguiente información ([ver tabla 3](#)).

Tabla 3

Asignación de método de evaluación según TRM

Rango (inclusive)	Número	Método
De 00 a 24	1	Media aritmética
De 25 a 49	2	Media aritmética alta
De 50 a 74	3	Media geométrica con presupuesto oficial
De 75 a 99	4	Menor valor

Nota. Esta tabla muestra la asignación de métodos de evaluación. Tomado Colombia Compra Eficiente. (2014). Pliego de Condiciones Tipo para Contratos de Obra Pública.

Factor técnico: se debe establecer un puntaje para el factor técnico.

Puntaje para estimar la industria nacional: Se debe establecer un puntaje con el fin de apoyar la industria nacional según el sistema de compras y contratación pública cuyos proponentes ofrezcan estos productos nacionales.

Oferta

Presentación

Las ofertas deben ser presentadas por escrito con sus anexos respectivos y la garantía de seriedad de la oferta de acuerdo al pliego de condiciones.

Acreditación de requisitos habilitantes:

Capacidad Jurídica: Contiene el certificado de existencia y representación legal, certificado del RUP, copia de conformación de consorcio, unión temporal o promesa de sociedad futura, fotocopia de documento de identidad, y si existen limitaciones estatutarias.

Experiencia: Certificado del RUP del proponente singular o de cada uno de los miembros de acuerdo al tipo de sociedad.

Capacidad Financiera y Capacidad Organizacional: Certificado del RUP del proponente singular o de cada uno de los miembros de acuerdo al tipo de sociedad.

Capacidad residual

Oferta económica

Oferta técnica

Ofertas alternativas

Se pueden presentar excepciones técnicas y económicas sin que haya condicionamientos en la adjudicación, donde se evidencie la descripción del procedimiento de construcción, características de los materiales y equipos, y análisis de costos.

Apoyo a la industrial nacional, se recibirá un puntaje por ofertas de bienes y servicios nacionales y por ofertas de bienes y servicios extranjeros.

Revisión de los requisitos habilitantes

Evaluación de las ofertas

Declaratoria de desierta

Retiro de la oferta

Devolución de las ofertas

Rechazo

Acuerdo Comerciales

La cobertura al que está sujeto el proceso de contratación se refiere a los acuerdos vigentes que tiene Colombia con otros países sobre ofertas de bienes y servicios.

Orden de Elegibilidad y Adjudicación

Si se cumple con todos los requisitos estipulados en el pliego de condiciones, el ordenador del gasto adjudicará el proceso al proponente ubicado en primer puesto, en orden de elegibilidad, y de acuerdo a acto administrativo. En caso de no presentarse ningún proponente se declarará desierta.

Riesgos

De acuerdo a la establecido por metodología usada por Colombia Compra Eficiente, los riesgos que se deben tener en cuenta en un proyecto constructivo desde su planeación hasta su liquidación de acuerdo a matriz [\(ver tabla 4\)](#).

Tabla 4

Identificación de Riesgos

No.	Clase	Fuente	Etapas	Tipo	Descripción (Qué puede pasar y, cómo puede ocurrir)	Consecuencia de la ocurrencia del evento	Probabilidad	Impacto	Valoración del riesgo	Categoría	¿A quién se le asigna?	Tratamiento / Controles a ser implementados	Impacto después del tratamiento	Probabilidad	Impacto	Valoración del riesgo	Categoría	¿Afecta la ejecución del contrato?	Persona responsable por implementar el tratamiento	Fecha estimada en que se inicia el tratamiento	Fecha estimada en que se completa el tratamiento	¿Cómo se realiza el monitoreo?	Monitoreo y revisión	Periodicidad ¿Cuándo?
-----	-------	--------	--------	------	---	--	--------------	---------	-----------------------	-----------	------------------------	---	---------------------------------	--------------	---------	-----------------------	-----------	------------------------------------	--	--	--	--------------------------------	----------------------	-----------------------

1

Nota. Esta tabla muestra la identificación de los riesgos. Tomado Colombia Compra Eficiente. (2014). Pliego de Condiciones Tipo para Contratos de Obra Pública.

Garantías

Garantía de seriedad de la oferta

Responsabilidad civil extracontractual

Garantía de cumplimiento

Interventoría y/o supervisión

El interventor ejerce un control integral sobre el proyecto en la parte técnica, administrativa, financiera, contable o jurídico, toma medidas para mantener el desarrollo y ejecución del contrato.

El supervisor realiza el seguimiento técnico, administrativo, contable y jurídico para cumplir con el objeto del contrato.

Cronograma de procesos de contratación

Donde se especifican las actividades, fechas y lugar donde se debe radicar el proyecto edificatorio, donde las fechas y plazos pueden variar de acuerdo a la ley.

Etapa Supervisión del Contrato/Interventoría

Así mismo (Colombia Compra Eficiente, s. f.-a) la supervisión es el seguimiento técnico, administrativo, contable y jurídico sobre el cumplimiento objeto del contrato, debe existir supervisión de los contratos para el proyecto edificatorio en cuanto a la parte contractual como es la ejecución de la obra de construcción a través de la interventoría y debe existir supervisión de la consultoría de estudios y diseños a través de la interventoría, el nivel de la supervisión se refleja [\(ver tabla 5\)](#).

Tabla 5*Nivel de supervisión*

Proyecto Edificatorio		
Precontractual	Contractual	Poscontractual
Prefactibilidad	Factibilidad	Liquidación del contrato.
	1.Consultoría Estudios y Diseños.	
	2.Interventoría.	
	3.Obras de construcción.	
	4. Interventoría.	

SUPERVISIÓN DE LOS CONTRATOS

Nota. Nivel de supervisión en las fases del proyecto edificatorio. Elaboración propia.

Las ordenes que se han dadas por interventor y/o supervisor el contratista debe responder a las solicitudes que le impartan por escrito, y con copia a la Entidad, si no está de acuerdo también debe dar su pronunciamiento por escrito. Si el contratista descuida o rechaza cumplir cualquier orden escrita el interventor y/o supervisor deberán dejar evidencia por escrito del incumplimiento de dicha orden, debe señalar las omisiones o infracciones y exigir cumplimiento, sino existe ningún pronunciamiento dentro de un plazo estipulado en días hábiles, el interventor y/o supervisor comunicará la situación para tomar mediadas directamente por la entidad estatal.

El interventor y/o supervisor debe tener debidamente documentado las causas o motivos o incumplimientos que generen el desarrollo normal de las actividades en cuanto a factores de atención de emergencias, derrumbes, hundimientos de bancas, interrupción de tránsito.

Mantenimiento

En tanto (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2011) son contratos de mantenimiento los que celebren las entidades estatales sobre bienes inmuebles, los cuales ya han sido el resultado de un proceso de licitación o concurso público. Según (Presidencia de la República, 2013), es responsabilidad de la Entidad Estatal desde la planeación hasta el vencimiento de las garantías de calidad estabilidad y mantenimiento o todas las condiciones que ocurran al final de la obra, en el artículo 37. se refiere a las obligaciones posteriores a la liquidación se debe dejar constancia del cierre del expediente del proceso de contratación en cuanto a los términos de vencimientos de garantías de calidad, estabilidad y mantenimiento. Para la conservación, administración y vigilancia, impuestos, gravámenes, seguros y gastos de bodegaje se deben tener en cuenta cuando se establece el valor comercial, la Entidad Estatal debe descontar el valor estimado de los gastos de mantenimiento y uso del bien en un término de (1) año.

En este sentido (Colombia Compra Eficiente, s. f.-a) en la parte de la planeación es necesario que las entidades estatales identifiquen las necesidades y las incluyan en el plan anual de adquisiciones, dentro de los estudios técnicos que permiten ver la viabilidad del proyecto, si a lo largo del estudio del proyecto se han aplicado los siguientes análisis:

Descripción general del proyecto.

Anexo técnico.

Población beneficiada.

Estudios geológicos y geotécnicos cuando apliquen.

Estudios hidrológicos, hidráulicos y de drenaje cuando apliquen.

Estudio de la situación actual y proyección de uso futuro de la obra para la previsión del mantenimiento.

Diseño.

Estructuración de la distribución predial con base en información catastral.

Análisis ambiental.

Identificación de factores sociales, ambientales, prediales o ecológicos que afectan la normal ejecución del proyecto y propuesta de mitigación de la afectación.

Costo estimado, plan de manejo económico, financiero y tener en consideración el origen de los recursos.

Los Costos de operación y mantenimiento mayores a los proyectados o falta de disponibilidad de la obra para efectos de mantenimiento hace un factor de riesgos en el proceso de contratación.

Construction Extension to the PMBOK Guide

De acuerdo a la guía (Project Management Institute, 2016), Construction Extension to the PMBOK Guide, donde se ven reflejados los principios aceptados para proyectos de construcción, que son comunes a todos los tipos de proyectos generales del esquema de organización general sigue áreas del conocimiento del PMBOK Guide, en Construction Extension to the PMBOK Guide, aborda prácticas específicas que se encuentran en los proyectos de construcción.

Construction Extension to the PMBOK Guide, se refleja la estructura general del PMBOK Guide, las secciones y marcos de las áreas de conocimiento, son similares y permite hacer referencia cruzada entre las dos publicaciones, incluyendo el entorno de proyecto de construcción, en esta sección analiza la influencia relativa de las partes interesadas, gobernanza en el proyecto, describe los enfoques estratégicos del ciclo de vida del proyecto de construcción

y los métodos de entrega más comunes y cómo afectan a otros aspectos del proyecto. En los proyectos de construcción se incluye el entorno geográfico donde se instalará y cubre el área del conocimiento de gestión de salud, seguridad, protección y medio ambiente (HSSE), cultura y estructura organizacional, la política y los recursos disponibles que afectan el proyecto y sus resultados en cuanto la gestión ambiental que afecta el impacto del proyecto. Esto con el fin de detallar los procesos y grupos de procesos de acuerdo al PMBOK Guide, lo cual permite ampliar la descripción de los procesos definidos en esta propuesta en base a los procesos que propone Construction Extension to the PMBOK.

En Construction Extension to the PMBOK Guide solo describe el área del conocimiento primaria y su alineación con los grupos de procesos, mientras que PMBOK Guide describe las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de cada proceso de gestión de proyectos. Viéndose reflejado en la sección de gestión de proyectos en la industria de la construcción.

Influencias organizativas en la gestión de proyectos de construcción

El ciclo de vida del proyecto de construcción varía de acuerdo a diferentes factores como el tipo de instalación que se esté construyendo, el método de entrega del proyecto y el tipo de contrato entre el propietario (comprador) y el contratista (vendedor), para realizarlo se debe basar en el equilibrio entre la estrategia, el valor y el riesgo del proyecto. Tomar como elecciones correctas la solidez de la gestión, la distribución de riesgos requerida, la capacidad financiera y la necesidad de entregables. Las siguientes consideraciones como el alcance y fases del proyecto, número de partes interesadas, riesgo general, rangos de tiempo y costo de implementación, alternativas de financiamiento, estrategia de contratación y requisitos normativos afectan el proyecto.

Tipos de proyectos de construcción

Los proyectos de construcción se clasifican, con la utilización de diferentes enfoques, por tipo de instalación (edificios, infraestructura, proyectos industriales) y por especialidad (petróleo y gas, bienes raíces).

Métodos de entrega del proyecto

Depende del entorno del proyecto y está influenciada en el tipo y tamaño de la instalación que se va a construir, mandatos estatales, el negocio del propietario, el nivel de conocimiento de la construcción y el tiempo de dedicación al proyecto.

Los métodos más comunes: diseño-licitación-construcción, diseño de construcción, EPC (ingeniería, procura y construcción), autoevaluación, IPD (entrega integrada de proyectos), PPP (asociación público-privada).

Estructuras organizativas

Las organizaciones de propietarios como las de contratistas pueden tener oficinas de gestión de proyectos (PMO).

Gestión de Integración del Proyecto

Construction Extension to the PMBOK Guide, toma proyectos de ritmo rápido, en cuanto al tiempo y costos, se mide también la complejidad del proyecto, los desafíos de las partes interesadas, procesos de adquisición, gestión del riesgo y las limitaciones que se presentan geográfica y culturalmente. Lo que se pretende es evitar desacuerdos entre las disciplinas técnicas y de soporte. La integración comienza en la parte frontal del proyecto donde se debe planificar, desarrollar, diseñar y construir el proyecto.

Se debe tener un enfoque de control de cambio debido a que en este nivel surgen disputas contractuales generadas por una gestión inadecuada de las actividades de planificación, ejecución, financiamiento de proyectos y con los procesos de todas las áreas del conocimiento.

Gestión del Alcance del Proyecto

De acuerdo a las partes interesadas del proyecto, las prioridades varían y comienza en el ciclo de vida del proyecto y escalona durante las primeras etapas. Allí intervienen el grupo de procesos de planificación, donde se miden los costos y es una etapa decisiva y la primera en el proyecto, se define el alcance y es fundamental para el inicio. Se deben revisar los requisitos de las partes interesadas, el contrato, los dibujos y las especificaciones con fin de conocer y administrar los cambios en el proyecto constructivo. También el grupo de procesos de seguimiento y control es importante, debido a los cambios que genera un proyecto de construcción y si esto sucede puede generar retrasos en el cronograma o sobrecostos.

Gestión del Cronograma del Proyecto

En los proyectos de construcción surgen gran número de contratos individuales y se debe medir el factor más importante que es el tiempo, debido a que depende las restricciones durante el ciclo de vida del proyecto, es importante contar con la gestión del cronograma para que un proyecto sea exitoso. En esta gestión se asigna responsabilidad ya que se identifican los retrasos y la evaluación del origen del retraso, factores que en un futuro afectan la finalización oportuna del proyecto y genera adiciones al contrato. En esta gestión se deben aplicar procesos necesarios para llegar a la oportuna entrega del proyecto, para lo cual se debe ejecutar la planificación, en el grupo de procesos de planificación, se definen a nivel de detalle las actividades, donde se debe establecer una secuencia, estimar la duración, los recursos y dar el peso de cada actividad. En

ocasiones muchos proyectos no tienen control en el desarrollo del cronograma y corren el riesgo de no cumplir con tiempos estipulados.

También interviene el grupo de procesos de seguimiento y control, establece mecanismos de registros, para encontrar las desviaciones de la línea de base, con el fin de tomar acciones correctivas o preventivas para ir al día en la programación.

Gestión de Costos del Proyecto

Existen multitud de partes interesadas en los costos del proyecto debido a que afecta la rentabilidad de la empresa, se debe tener control sobre los costos diarios del proyecto, el grupo de procesos de planificación realiza la estimación y el presupuesto donde las estimaciones varían de acuerdo al tamaño de los proyectos de construcción y se debe tener un análisis de riesgos para combatir las contingencias y evitar que la construcción sufra un impacto económico.

El grupo de procesos de monitoreo y control, maneja el control de los costos, donde se proyecta la contención de los costos en un plan de gestión de cambios integrado con el fin de tener un factor crítico de éxito (CSF). Estos costos varían de acuerdo a la complejidad del proyecto, al tipo de contratación.

Gestión de Calidad del Proyecto

En las especificaciones y requisitos del contrato se establecen las necesidades del propietario que hay que satisfacer en esta gestión también se debe tener la parte integral de gestión de riesgos, seguridad y medio ambiente. Se debe contar con la gestión de la calidad del proyecto Project Quality Management, para gestionar el proceso como el producto a lo largo del proyecto.

El grupo de procesos de planificación, revisa los contratos, los documentos de construcción y las especificaciones donde se encuentra plasmados los estándares de calidad con el fin de que el proyecto sea exitoso.

El grupo de procesos de ejecución, con el fin de cumplir con los requisitos y objetivos del proyecto el grupo analiza las auditorías de cumplimiento de calidad y las auditorías técnicas que deben estar a cargo de profesionales con licencia o certificados en este campo.

Gestión de Recursos del Proyecto

Es importante revisar factores de ubicación, tipo y tamaño del sitio del proyecto en el momento de movilizar, utilizar y desmovilizar recursos en cuanto a recursos humanos, maquinaria, herramientas, equipos y material. Entre otros factores se deben tener en cuenta aspectos de validez como la adquisición, manipulación, almacenamiento, en la parte de aspectos personales en cuanto a la dotación de personal, la formación de equipos de trabajo, habilidades interpersonales.

También los recursos humanos se planifican, supervisan y controlan, activamente deben manejar factores de manipulación, en cuanto al volumen de recursos y el tiempo necesario, con el fin de cumplir con los objetivos de tiempo y costo, para medir las tasas de productividad y tasas de consumos de los recursos.

Se debe tener en cuenta la finalización del proyecto debido a que los recursos de personas, equipos y materiales se deben desmovilizar, lo cual genera tiempo y costos, debe estar planificada en la primera etapa para la obtención de buenos resultados en la actividad comercial del proyecto.

Gestión de Comunicaciones del Proyecto

Para que exista una comunicación efectiva y eficiente las actividades del grupo de procesos de ejecución y monitoreo y control, deben generar y distribuir la información, a través de la ejecución de la planeación en las primeras fases del proyecto, se debe tener claros los diferentes tipos de canales de comunicación, redes, medios, manejo las solicitudes de información (RFI) y definir los medios y la manera transmitir la información.

Gestión de Riesgos del Proyecto

En el diseño y construcción del proyecto surgen situaciones que impactan el proyecto positiva o negativamente, las organizaciones, los individuos, las partes interesadas, deben contar con los seguros a través de pólizas que es el principal instrumento para combatir el riesgo en el manejo de los pasivos. De acuerdo a situaciones únicas en relación con las partes interesadas o debido a tipo de asociación, que pueden ser proyectos desarrollados; bajo acuerdos de proyectos de construcción colaborativos, asociaciones público-privadas o proyectos de construcción internacionales. En esta parte del proceso es más complejo, porque debe cubrir todos los subcontratistas. El grupo de procesos de monitores y control, debe desarrollar el monitoreo y control de riesgos de manera continua a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Gestión de Adquisiciones del Proyecto

Se basa en la planificación y ejecución de los acuerdos contractuales que existen entre vendedores y compradores, incluyendo adquisición de capital y materiales del proyecto, en proyectos grandes se pueden generar miles de contratos, los cuales se deben tener bien definidos para trabajos bien específicos durante el ciclo de vida del proyecto. También es necesario que el material y equipos se deben tener a tiempo. La planificación y ejecución de adquisiciones en

cuanto a servicios de diseño y trabajos de construcción esta superpuesta con los procesos del inicio del proyecto con el fin de cumplir con el alcance preliminar y las actividades de desarrollo.

Se debe medir factores de control en relación con la gran cantidad de contratistas para realizar el trabajo, la experiencia para la administración y gestión de contratos. Al finalizar la construcción el grupo de procesos de cierre, se debe validar los entregables de todos los contratos, solucionar las solicitudes de cambio pendientes, los pagos de avance y posibles conflictos con el fin del que el proyecto sea exitoso.

Gestión de las Partes Interesadas del Proyecto

De acuerdo a los documentos formales, ejecuciones contractuales, el grupo de procesos de planificación, analiza las relaciones entre las partes interesadas y mide el impacto en las comunicaciones; de acuerdo a la gestión del plan de comunicaciones del proyecto de construcción.

El grupo de procesos de ejecución mide factores de las relaciones entre las partes interesadas y la importancia de las habilidades interpersonales de los miembros del equipo de trabajo.

El grupo de procesos de monitoreo y control, en esta parte se monitorea el proceso para realizar un reemplazo si se requiere y mide la naturaleza de acuerdo a los contratos de las partes interesadas.

Gestión de Salud, Seguridad, Protección y Medio Ambiente del Proyecto (HSSE)

Es importante contar con la tecnología virtual y las licencias ambientales, debido a que se debe tener presente la seguridad del sitio y el acceso controlado para los sitios de construcción, también es importante la salud y bienestar de los empleados; del personal de construcción, ya que afecta directamente el riesgo y la seguridad del proyecto de construcción.

De acuerdo a que (HSSE) se debe intensificar en la toma de medidas adicionales, el grupo de procesos de planificación, debe tener un plan integral, que cubra todas las partes interesadas; dar una visión activa de la salud, seguridad y la política ambiental, es importante contar con los requisitos de documentación en cuanto a informes, almacenamiento, y registros y contar con la capacitación y los requisitos gubernamentales adicionales.

El grupo de procesos de ejecución, debe aplicar los planes de salud, seguridad, protección y medio ambiente y el grupo de seguimiento y control, realiza las auditorías, análisis y mediciones necesarias, para determinar si los planes establecidos cumplen con la efectividad y pertinencia del proyecto.

Gestión de Financiera del Proyecto

Se miden aspectos de los sistemas financieros y contables del proyecto, con el fin de registrar y resumir las transacciones financieras del proyecto, analizar, verificar e informar resultados, por lo tanto, el gerente de proyectos debe tener conocimiento básico, en estos aspectos para poder dar pronósticos financieros. El grupo de procesos de planificación debe medir pautas, con el fin de identificar requisitos financieros, de contrato, asignación de riesgos y planificación fiscal.

El grupo de procesos de monitoreo y control, garantiza la alineación de todos los factores que intervienen en el presupuesto como los informes financieros, las auditorías internas y externas, y los sistemas de contabilidad, al ejecutarlos y realizarlos bajo una supervisión y control financiero eficaces, logra que los informes de progreso del proyecto se realicen con regularidad.

De acuerdo a Construction Extension to the PMBOK Guide a lo largo del capítulo se enuncia lo más relevante en relación con la gestión de dirección de proyectos.

Diseño Metodológico para el Análisis de Datos

La metodología de gerencia de proyectos del PMI (Project Management Institute) es un conjunto de estándares que se refiere a los cinco pasos plasmados en el modelo de gestión para realizar un proyecto, la finalidad y audiencia de la metodología de la guía (Project Management Institute, 2016) en Construction Extension to the PMBOK Guide, aplica a aspectos únicos o indefinidos del entorno y la complejidad del proyecto, donde el equipo de gestión del proyecto, debe conocer para gestionar el proyecto de una manera eficaz y eficiente, como practicas comunes para mejorar, en cuanto al análisis de las partes interesadas, registro de riesgos, estructuras estándar, costos para presupuesto y conocimiento específico para que el director del proyecto, tenga éxito en la ejecución del proyecto.

A través del uso del modelo de gestión, con la ejecución de cinco pasos, primero inicio donde se desarrolla el acta de constitución del proyecto y se identifican los interesados, como segunda medida en la planificación, se desarrolló el plan para la dirección del proyecto, donde se ejecutó la planificación del cronograma, planificación de la gestión de comunicaciones y planificación de gestión de riesgos, después la ejecución donde se dirigió y gestiono el trabajo del proyecto. Luego el monitoreo y control del proyecto controlando el cronograma, comunicaciones y riesgos En último lugar, en el grupo de procesos de cierre, se actualizó los documentos del proyecto, en todos los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, con la validación de la matriz de riesgos a través de juicio de expertos.

A continuación, se exponen los métodos deductivo e inductivo, los cuales fueron aplicados para el análisis de datos utilizados en esta propuesta. Para ello se hace una conceptualización de cada método, inductivo y deductivo, y se concluye este capítulo, con la explicación de la aplicación práctica de dichos métodos en el contexto del proyecto: modelo de

gestión para proyectos edificatorios de baja complejidad en Colombia, basado en estudios de caso.

Método Deductivo

Así mismo (Dávila, 2006) en el método deductivo se revisa que las premisas apoyan la conclusión, allí se define si la calidad del argumento es deductivamente válido o inductivamente fuerte.

Al generar un argumento deductivo se debe garantizar que proporcione la verdad de la conclusión, y es sólido cuando tiene premisas verdaderas, se basan en definiciones y reglas con conectores lógicos y matemáticos.

Además (Dávila, 2006) la deducción establece una unión entre la teoría y la observación, y deduce de acuerdo a la teoría los fenómenos que han sido objeto de observación.

Al unificar las ideas se tiene el concepto de veracidad, es un proceso del pensamiento y a través de una serie de afirmaciones generales, se llega a afirmaciones específicas; donde se aplica las reglas de la lógica. Las conclusiones deductivas son inferencias hechas a partir de un conocimiento que ya existía, es difícil establecer la verdad universal, si solo se toma el razonamiento deductivo para realizar la indagación científica, es decir se puede organizar lo que ya se conoce y pasar de lo general a lo específico, sin pretender que se han verdades nuevas.

Existen tres momentos de la deducción:

Axiomatización: primer principio se parte de axiomas, verdades que no requieren demostración.

Postulación: se refiere a los postulados, dotrinas asimiladas o creadas.

Demostración: acto científico propio de los matemáticos, lógicos, filósofos.

Además (Calduch, s. f.) “este método es de utilidad para la investigación, consiste en la determinación de las características o enunciados de la realidad particular que se investiga por derivación o consecuencia de las características o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas previamente”. Así mismo reúne la teoría y la observación para la investigación científica, el método deductivo es aplicable una vez se comprueba que el fenómeno o suceso que se investiga pertenece a la categoría de fenómenos o sucesos contemplados por la ley científica general.

Método Inductivo

En consecuencia (Calduch, s. f.) “consiste en observar, estudiar y conocer las características generales o regulares que se aprecian en una diversidad de hechos o realidades para formular, a partir de ellas, una proposición o ley científica de carácter general.

En la inducción el razonamiento es, lógicamente, ascendente desde lo particular o singular a lo general, donde la inducción una consecuencia lógica y metodológica de la utilización del método comparativo, es decir es el procedimiento diferencia las causas originarias de las causas intervinientes, a partir de la comparación entre la diversidad de realidades, para poder inferir la formulación de una ley o proposición científica. La verdad de las premisas apoya la conclusión, debido a que el contenido de la información contenida en las premisas permite generar nuevo contenido.

Presentan un grado de validez, son probables o poco probables, no poseen una base lógica, la validez de las premisas no garantizan la conclusión. Son útiles en la ciencia y para formular nuevas hipótesis a través de datos empíricos.

Según (Dávila, 2006) las conclusiones serán verdaderas, si las premisas en las que se basan son verdaderas, el investigador a través de la observación directa, establece conclusiones basándose en hechos recopilados. El principio fundamental de todas las ciencias es encontrar la verdad en busca de los hechos, en vez de basarse en la autoridad.

El método inductivo se conoce como experimental sus pasos son:

Observación

Formulación de hipótesis

Verificación

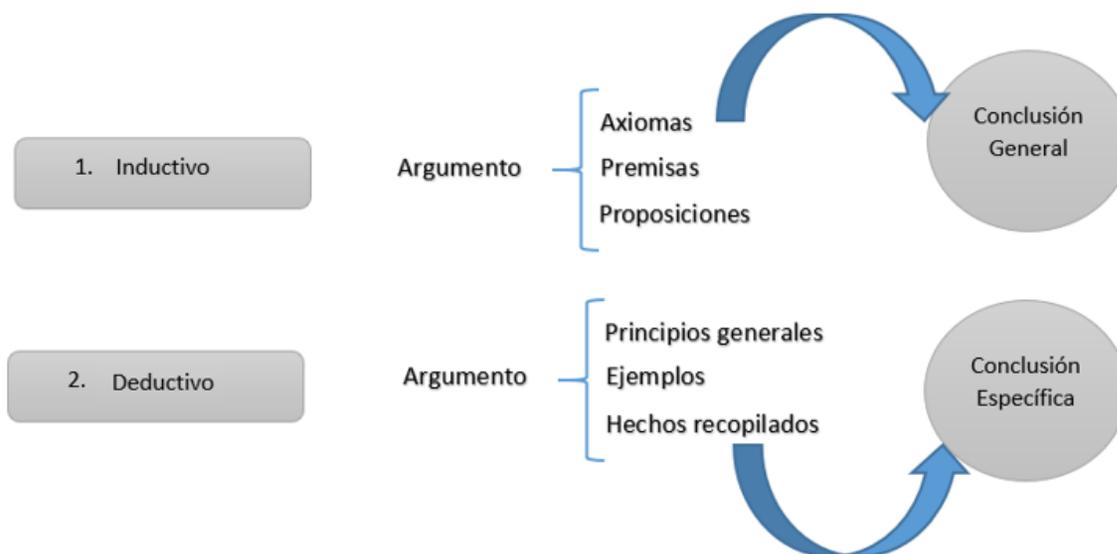
Tesis

Ley

Teoría

A partir del hecho de contar con varios fenómenos similares, lo que consigue el método es discernir, por comparación analógica, una regularidad o repetición en las relaciones de casualidad existentes, en numerosos fenómenos similares, pero distintos entre sí y establecer por cualquiera de los métodos, la formulación de la proposición general o ley científica.

Ambos métodos son estrategias de razonamiento lógico ([ver figura 1](#)), donde el inductivo utiliza premisas particulares para llegar a una conclusión general y el deductivo usa principios generales para llegar a una conclusión específica. En el razonamiento deductivo, primero deben conocerse las premisas, para que pueda llegarse a una conclusión, en el inductivo la conclusión se alcanza a través de observar ejemplos y generaliza de ellos en la clase completa.

Figura 1*Método deductivo e inductivo*

Nota. Descripción de los métodos aplicados. Elaboración propia.

El método deductivo, se utilizó en el análisis cualitativo de la matriz de riesgos, se evidenciaron una serie de afirmaciones generales, las cuales fueron clasificadas en los diferentes aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, de los seis (6) estudios de casos analizados y la medición de los diferentes eventos y reincidencias del riesgo, para llegar a afirmaciones específicas por cada aspecto.

De acuerdo a la revisión bibliográfica de gestión de proyectos edificatorios e infraestructura e informes de los diferentes entes de control, se realizan conclusiones deductivas a través de la teoría y la observación, describe los riesgos y debido a los hechos o parámetros que suceden previamente se generan las consecuencias.

El método inductivo se utilizó en el análisis cuantitativo de la matriz de riesgos, de acuerdo a los hechos o realidades encontradas se observó y estudió las características generales

de riesgo con el fin de realizar los diferentes cálculos y llegar a lo particular, donde se calculó la severidad que es igual al impacto por la probabilidad, se analizó el impacto en tres factores como es el tiempo, alcance y costo. Se realizó la sumatoria y se divide en los tres (3) factores, luego se calculó la probabilidad que es igual a las reincidencias en los proyectos, por el más alto factor que midió el impacto, dividido en los estudios de caso evaluados, que para la muestra son seis (6).

Este método permitió concluir la propuesta de mejora y controles claves a implementar, a través de la inducción se infirió la acción preventiva, de acuerdo a la verdad de las premisas, se describió el control que se debe tener en cada riesgo.

Se midió la eficiencia que es el producto de periodicidad en la acción del control por la oportunidad de acción del control, que puede tener los siguientes niveles insignificante, si está en la escala de menor o igual a 3,5, si es menor o igual a 8,5 es moderado, si es menor o igual a 11,5 es fuerte, y si es mayor es significativo.

Al contar con estos cálculos se midió la exposición al riesgo en tres niveles, por riesgo específico, por categoría y riesgo del proyecto. El riesgo específico es el nivel calculado de la severidad dividido en la eficiencia. La exposición al riesgo por categoría es el promedio de acuerdo a los factores técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, la exposición del riesgo del proyecto es el promedio de todos los factores.

Análisis de Datos

Después de realizado el estado del arte se procede a establecer una demostración científica donde se hizo el tratamiento de los datos de la problemática, donde se argumentó a partir de los hallazgos encontrados en las diferentes obras de construcción, se estableció una

serie de premisas, que generó una conclusión específica o general, la cual pudo ser válida o inválida y cubrió los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales.

Por tanto (Córdoba, 2019a) en el contexto de la construcción, presentó diferentes problemas que se asemejan a las problemáticas encontradas en los diferentes estudios de caso.

Esto permitió obtener las siguientes deducciones:

Se observó que, en la contratación pública para obras de construcción, donde debe existir pluralidad de oferentes se han presentado únicos proponentes e impacta el pliego de condiciones, que hace referencia el registro único de proponentes y de acuerdo al artículo 9 y 10 según (Presidencia de la República, 2013) y el manual expedido por Colombia Compra Eficiente.

Identificación de riesgos en cuanto un contratista o proponente haya sido sancionado, según (Colombia Compra Eficiente, s. f.-b) quienes han sido condenados por sentencia judicial a la pena accesoria de interdicción de derechos y funciones públicas y quienes hayan sido sancionados disciplinariamente con destitución. Esta inhabilidad se extenderá por el término de 5 años contados a partir de la ejecutoria de la sentencia que impuso la pena.

Riesgos en cuanto existan dos oferentes que se presentan a un mismo proceso y entre ellos exista un grado de conocimiento y cercanía, de acuerdo al capítulo C Inhabilidades e incompatibilidades del (Colombia Compra Eficiente, s. f.-b) las inhabilidades son una limitación a la capacidad de contratar con entidades estatales y están expresamente señaladas en la ley, establece que no son hábiles para participar en procesos de contratación, las personas que se encuentren en las siguientes situaciones: de acuerdo al literal g, quienes sean cónyuges o compañeros permanentes y quienes se encuentren dentro del segundo grado de consanguinidad o

segundo de afinidad, con cualquier otra persona que formalmente haya presentado propuesta para una misma licitación o concurso.

Presentar un modelo de precios artificialmente bajo, que más adelante puede conllevar a sobrecostos en el proceso, en este sentido (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2011) numeral 6o. “los contratistas responderán cuando formulen propuestas en las que se fijen condiciones económicas y de contratación artificialmente bajas con el propósito de obtener la adjudicación del contrato” (pág.14).

Proyecto Hidroeléctrico Ituango

A partir de los estudios de caso analizados, se procedió a la clasificación en los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, es importante destacar que no todos los proyectos constructivos son afectados en su totalidad de estos factores, sino que se hace referencia a los hallazgos más relevantes que cubren cada aspecto y que permitió la clasificación.

Aspecto Administrativo

En este sentido (Núñez, 1997) concluye que, en el desarrollo de un proyecto a lo largo de su ciclo de vida, se requiere la participación de equipos de trabajo multidisciplinarios y contar con sistemas de administración para ejecutar a cabalidad los recursos disponibles, debido a que cada fase, debe contar con personal profesional idóneo con habilidades y conocimientos para conformar el equipo de trabajo.

En la administración y funciones del proyecto de generación eléctrica de Ituango (en adelante proyecto o Hidroituango se establecen las metas para ejecutarlas de manera eficiente para el proyecto y se define la actuación de los equipos de trabajo mediante el contrato 069 de 24 de marzo de 1971.

La empresa de consultoría Integral S.A. elaboró estudios de hidrología, cartografía, suelos, energía, regulación de caudales, uso de la tierra, esquemas centrales, impacto ambiental, predimensionamiento de los equipos principales, infraestructura, líneas de transmisión y presupuestos para el estudio de factibilidad.

En consecuencia (Córdoba, 2019a) afirma que se firmaron contratos de interventoría y asesoría técnica, como son el contrato con el Consorcio Ingetec - Sedic con el objeto de prestar los servicios de interventoría y el contrato de asesoría técnica firmado con Consorcio Generación Ituango S.A. conformado por las firmas Integral y Solingral.

También se tiene una lista de contratos celebrados por EPM en representación de EPM Ituango en calidad de contratista, después de la cesión contractual del BOOMT¹ en 2013, ([ver tabla 6](#)) contratos realizados para la ejecución del proyecto.

¹ contrato BOOMT por sus siglas en inglés significa *build, operate, owned, maintenance and transfer*. En español, *construir, operar, poseer, mantener y devolver el proyecto*.

Tabla 6*Principales Contratos realizados por EPM para el proyecto*

Contrato	Contratista	Objeto
CT-2011-000014	Consorcio Ferrovial Agroman-Sainc	Construcción de los túneles de desviación, túnel de acceso y las galerías.
CT-2012-000036	Consorcio CCC Ituango	Construcción de la presa, central y obras asociadas del proyecto.
CT-2012-000039	Alstom Energías Renováveis Ltda.	Compraventa y Prestación de Servicios de Turbinas, Generadores y Equipos.
CT-I-2013-000001	Consorcio Mispé Ituango	Construcción de la vía entre Puerto Valdivia y el sitio de presa del Proyecto.
CT-2013-000338	Atb Riva Calzoni S.P.A.	Compraventa y prestación de servicios de compuertas para la desviación, aducción y túneles de aspiración.
CT-2013-001681	Siemens Transformer (Guanzhou) Co. Ltda.	Compraventa y Prestación de Servicios de 25 transformadores y equipos asociados.
CT-2013-002190	Consorcio CMI (Cedido por Grodco S.A.)	Mantenimiento y mejoramiento de las vías en la zona de influencia directa e indirecta del Proyecto.
CT-2014-000507	Atb Riva Calzoni S.P.A.	Compraventa y prestación de servicios de 8 conjuntos de blindajes de acero para los túneles inferiores del Proyecto Hidroeléctrico Ituango.
CT-2014-000508	Impsa	Compraventa y prestación de servicios de compuertas para el vertedero, la descarga intermedia y las puertas estancas del Proyecto Hidroeléctrico Ituango. (Terminado anticipadamente)
CT-2015-001738	Atb Riva Calzoni S.P.A.	Compraventa y prestación de servicios de Rejas coladeras para la captación y compuertas para la descarga de fondo.
CT-2015-002754	Atb Riva Calzoni S.P.A.	Compraventa y prestación de servicios de compuertas para el vertedero, la descarga intermedia y las puertas estancas del Proyecto Hidroeléctrico Ituango. (Equipos del CT-2014-000508 terminado)

Nota. Esta tabla muestra los contratos del proyecto. Tomado de Informe de actuación especial, control excepcional a los recursos del proyecto de generación eléctrica agosto, 2019.

Se realizó el respectivo estudio en el año 1971, bajo el compendio de un documento llamado “evaluación del potencial hidroeléctrico del Cauca Medio, las firmas Integral S.A. y Agra Monenco”, realizaron el estudio de factibilidad del proyecto hacia 1982, mediante el documento “estudios de actualización de la factibilidad, junio 1999” y mediante escritura pública 2.309 de la notaría 18 el 8 de junio 1998, se constituye la sociedad promotora de Hidroeléctrica Pescadero Ituango S.A., quien en su primera etapa actúa como promotora y actualización de los estudios realizados por ISAGEN, quienes realizan estudios complementarios de ingeniería, turísticos, recreativos y ambientales, para determinar la factibilidad final del proyecto.

La segunda etapa comprende la firma de todos los contratos y acuerdo para llevar a cabo la ingeniería complementaria, como trámites administrativos de licencias, permisos y cierre financiero para la construcción del proyecto, En la tercera etapa, la operación, mantenimiento y la comercialización de la energía generada.

El aspecto administrativo tiene el propósito de alcanzar las metas establecidas de una manera eficiente se debe revisar cuatro funciones:

Planeación

Se determinan los objetivos, la identificación de los factores que los afectan y la definición de las actividades necesarias para alcanzarlos, determinar los recursos necesarios para llevar a cabo cada actividad y establecer políticas de acuerdo a la normativa. Así mismo (Córdoba, 2019a) concluye en el informe de la Contraloría General de la República, se vio reflejado la existencia de modificaciones contractuales, dentro del contrato CT-2012-000036, el pago de ítems nuevos, definidos después de su ejecución; en cuanto a cantidad y precio, no cuentan con estudios de mercado, ni cumplen con el principio de planeación.

Organización

Se debe contar con un organigrama con el fin de mostrar la agrupación de las actividades, las relaciones de autoridad y los canales de comunicación entre los grupos. En cuanto al proyecto se presenta un débil control de la gestión contractual y presenta desfases en el cronograma desde el inicio de la etapa constructiva.

Ejecución y dirección

Con el fin de cumplir las metas trazadas se debe contar con la dirección, es decir guiar al personal dándole motivación con el fin de alcanzar metas individuales, que con llevan a las trazadas por la empresa logradas a través de una buena supervisión y liderazgo efectivo. Se evidencia que para la ejecución del contrato, se encuentran empresas que ejecutan recursos públicos, las cuales no adelantaron el proceso de contratación pública, de acuerdo a las leyes 80 de 1993, 1150 de 2007 sino se acogieron al contrato BOOMT, que se rige como uso común entre particulares, no se encuentra regulado dentro de la normativa de la contratación pública o privada, sino que existe relaciones jurídicas que rigen el desarrollo y ejecución del contrato. Para aclarar la naturaleza de las empresas que contemplan el contrato BOOMT está conformada por la contratante Hidroeléctrica Ituango S.A. ESP, que es una empresa anónima organizada como empresas de servicios públicos mixta, el contratista es EPM Ituango S.A. ESP de naturaleza de servicios públicos sociedad anónima y después de la cesión adquirió el papel de contratista Empresas Pública de Medellín ESP es una empresa industrial y comercial de orden municipal prestadora de servicios públicos.

Control

Se midió los resultados alcanzados y la comparación con los estándares establecidos y se determinó las acciones correctivas para reducir o eliminar riesgos. De acuerdo acta No. 184 con

el informe de la junta directiva de la sociedad, en reunión extraordinaria del 17 de mayo de 2018, se concluye por parte del señor gobernador de Antioquia, que la falta de control que tiene EPM frente a la situación crítica que presentó el proyecto y las acciones tomadas por EPM para superar dicha situación no se cumplieron, lo cual implica un riesgo para la población, para la sociedad y riesgo patrimonial.

Aspecto Financiero

Las cifras contempladas por la Sociedad Hidroituango en el presupuesto BOOMT calculado por la firma Integral S.A. en el año 2009, era de USD3.409 millones, sin contar con imprevistos, ni gastos financieros, diferentes a la deuda, luego se actualizo a precios corrientes y su costo a 31 de diciembre de 2018 era de \$9.6 billones lo cual no contemplaba costos de contingencia, ([ver tabla 7](#)).

El costo estimado por EPM antes de contingencia ascendía a \$11.49 billones, después de contingencia podría llegar a \$14.02 billones, lo que presentó incertidumbre es este valor, debido al no acceso a algunas zonas del proyecto.

Tabla 7*Costo base de Remuneración Resumido y Acumulado*

Costo Base De Remuneración – Resumido – Acumulado		
A Diciembre 31 De 2018		
Cifras Expresadas En Millones De Pesos Colombianos		
No.	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	Total pagos iniciales	362.949
2	Total inversiones costo base de remuneración	7.872.100
3	Costos y gastos pre operativos, base de remuneración	3.478
4	Gerenciamiento EPM	263.253
5	Diferencia en cambio	21.690
6	Gravamen movimiento financiero	35.205
7	Mercancía en tránsito	54.903
8	Costos y gastos no recurrentes	15.589
9	Total ingresos del proyecto base de remuneración	(27.373)
10	Atención contingencia	147.696
Total Inversiones Costos y Gastos Netas Base de Remuneración		8.749.492

Nota. Tomado de informe de actuación especial, control excepcional a los recursos del proyecto de generación eléctrica Hidroitungo, agosto 2019.

A junio de 2019, de acuerdo a información entregada por EPM, se generó mayores inversiones sin que el proyecto entre en operación, es decir ha generado destrucción de valor de \$2.971.40 de miles de millones con respecto a la línea base. El valor aumentó debido a que después de la contingencia, han surgido costos adicionales que no están incluidos en este valor.

Esta destrucción de valor se hace creciente, debido a que aún no hay Hidroeléctrica terminada y presentó una incapacidad de generar los kilovatios hora, que se habían planteado y que era la finalidad de las inversiones programadas de acuerdo a los cronogramas.

Aspecto Jurídico

Debido a que la empresa Hidroeléctrica Ituango S.A. E.S.P no contó con la licencia ambiental oportunamente, ni con la respectiva autorización o modificación para el desarrollo del proyecto, con fin de la ejecución de las obras asociadas a la rectificación de la vía San Andrés de Cuerquia-El Valle, la instalación de planta de trituración y una planta de concreto en cercanías

del corregimiento del Valle, la autoridad nacional de licencias ambientales (ANLA) impone una multa por un valor de \$2.419 millones.

Existen obras, compras, reposiciones, instalaciones, tratamientos y eventos como ahuecamientos, fracturación en la roca, blindajes de acero instalados, obras civiles en casa de máquinas, que están por hacerse y que a la fecha no sea determinado su valor, lo que significa que la “contingencia” permanece y no hay una fecha para su terminación y arranque el proyecto.

Aspecto Técnico

Se estableció (Córdoba, 2019a) un plan de aceleración con el fin de recuperar los atrasos, implementado por el constructor del proyecto, la junta de asesores concluyó, que los riesgos técnicos asociados con la aceleración, no alcanzaron los resultados esperados, por ser un proyecto de esta envergadura, también debido a la incertidumbre de cumplir con las múltiples tareas para lograr el desvío del río en el tiempo establecido para su ejecución. Con la generación de este plan de aceleración, se estableció una alternativa llamada GAD (Galería Auxiliar de Desviación) en cuanto al aspecto técnico. En reunión de junta de asesores, el 4 de septiembre de 2015, se concluyó que, para poder operar la GAD, la presa debe estar en la cota de 380 y no en la cota de 350 como aparece en los diseños y no se puede trabajar con una creciente de 25 años, en una presa de más de 150 metros.

Se evidenció que la construcción de la GAD no contó con los estudios de geología y geotecnia a nivel de detalle y no se encontraba contemplada inicialmente en los diseños y debido a la falta del informe de geotecnia, no se consideró para la construcción del modelo hidráulico.

Debido al derrumbe en el túnel de desviación ocurrido el pasado 28 de abril de 2018, presentó alerta roja para los municipios de Valdivia, Cáceres y Taraza, frente al riesgo de desbordamiento y con el fin de proteger las comunidades aguas debajo de la presa, se toma la

decisión, de dejar fluir el agua por la casa de máquinas, para proteger la presa y no superar la cota de 387 metros sobre el nivel de mar (msnm), de acuerdo al diseño inicial.

Lo anterior ocasionó daños en la infraestructura construida, maquinaria instalada, lleno prioritario de la presa y generó una serie de obras adicionales como los cierres de túneles de desviación, galería auxiliar de desviación, obras de descarga intermedia, pozo de compuestas, tratamiento en el túnel vía del km 12, túnel de acceso, túnel de ventilación, galería de acceso casa de máquinas, bombeo de agua casa de máquinas y túnel de descarga de la central.

Todo esto ocasionó un detrimento patrimonial debido al siniestro, porque se destinaron recursos con el fin de mitigar las consecuencias sociales y ambientales y afectó los rubros de logística, administrativa, gastos directos de la contingencia, afectación a terceros y baja de activos. También se generó otro contrato de obras principales por EPM en su calidad de contratista del BOOMT, en cuanto valores adicionales a subcontratistas de las obras de infraestructura y reconocimiento de obras extras.

Aspecto Ambiental

Para cumplir con el abastecimiento de energía eléctrica, se comprometió la entrada de generación termoeléctrica, con capacidad igual a la planta existente en el SIN (San Carlos con 1240MW), quien generó un nivel de emisión de CO₂ que puso en riesgo el cumplimiento del tope.

De acuerdo a informe de la CGR, se revisó el proceso de licenciamiento del proyecto Hidroeléctrico Ituango, se concluye la inexistencia de licencia ambiental para la GAD, cuando se empezó a construir la galería auxiliar de desviación, con fin de construir el tercer túnel de desviación, aún no se había iniciado el trámite para la licencia ambiente ante la autoridad nacional de licencias ambientales (ANLA), El contratista CCC Ituango, conformado por

Camargo Correa S.A., Construcciones y Comercio, Concreto S.A. y Coninsa Ramón H. S.A. (CCCI), inició obras de construcción del tercer túnel en julio de 2015 y fue otorgada la licencia hasta septiembre de 2016.

Aspecto Social

La creación del GAD no estaba contemplada en los diseños inicialmente realizados ya que ellos requerían ensayos sobre perforaciones, instrumentación y la falta de información geotécnica, todo esto no tenido en cuenta para la construcción del modelo hidráulico. Estos acontecimientos generaron la afectación de la estructura del proyecto y ocasionaron afectaciones en cuanto a la integridad, vida y patrimonio de las familias del área de influencia directa del río Cauca y los bienes ambientales.

Debido al derrumbe del pasado 28 de abril de 2018, que taponó la galería auxiliar; fue necesario alertar a las comunidades sobre anomalías en el caudal. El 30 de abril de 2018, se presentó el segundo taponamiento y apareció una chimenea en la superficie, se cerró el puente Pescadero como medida de prevención. De acuerdo al informe No.15 junta de asesores informe mensual HI 86 – EPM de mayo 2018, el 7 de mayo se presentó el taponamiento total de la GAD y el 9 de mayo en los túneles 1 y 4 aparece una chimenea, que ocasionó un flujo de agua por el túnel de desviación derecho, posiblemente por el colapso de una de las galerías.

Otra de las causas que puede generar una tragedia, debido a que el caudal del río Cauca se represa en el embalse y todos los túneles se encuentran cerrados, por donde se podría desviar el flujo de agua, hace que el nivel del agua aumente rápidamente y genere el riesgo que sobrepase la presa.

Con fin de solucionar esta situación el 10 de mayo de 2018, se procedió a desviar el caudal de ríos Cauca por casa de máquinas, a través de los túneles de captación 1, 2, 7 y 8, que

ocasionó daños en la infraestructura construida y maquinaria instalada. Lo que hace que el flujo del agua tome su rumbo por el túnel de desviación derecho, que permitió bajar el nivel del embalse.

El 12 de mayo de 2018 aumentó el flujo del agua, debido al des taponamiento natural del túnel de desviación derecho y generó un caudal en el río Cauca aguas abajo, superior a los 6.000 metros cúbicos por segundo (m³/s), lo cual causó daños graves a Puerto Valdivia, Puente Pescadero, y otras estructuras. Debido a lo anterior se procedió a la evacuación de los pobladores. Posterior a esta situación se presentó una liberación, que ocasionó un segundo deslizamiento que cierra el túnel de desviación derecho y sube los niveles del embalse.

Proyecto Puente Chirajara

Aspecto Administrativo

De acuerdo a los resultados de la auditoría de la Contraloría General de la República, se evidenció incertidumbre, en cuanto si la propuesta seleccionada en el proceso de contratación, fue la más óptima, debido a las deficiencias en el proceso de comparación entre la iniciativa pública y privada que permitieran cumplir con lo estipulado en el sector de infraestructura vial.

De acuerdo a oficio ANI 2013-200-006765-1 del 8 de mayo de 2013, según propuesta de asociación público privada – APP de iniciativa privada, presentada por el originador de la entidad, reflejado en el numeral 2 del oficio en cuanto a verificación de los requisitos de procedibilidad, la entidad actuó según artículo 19 del decreto 1467 de 2012 modificado por el artículo 2 del decreto 010 de 2013, a dar viabilidad para continuar con la etapa de factibilidad y pasar por alto la norma citada.

La agencia nacional de infraestructura, no ha adelantado la estructuración, debido a que no contó con estudios e informes, sobre el proyecto en etapa de prefactibilidad y factibilidad, sin tener presente la norma.

(Presidencia de la República de Colombia, 2014) si se presenta una iniciativa privada para un proyecto para el cual la entidad estatal contrató su estructuración con terceros, la entidad estatal responsable de la contratación del proyecto de asociación público privada debe continuar la estructuración que viene adelantado de forma paralela con el estudio de la iniciativa privada hasta que cuente con información suficiente, que le permita compararlas en los términos de este artículo, sin perjuicio de lo indicado en el último inciso del presente párrafo. (pág.3).

Se generó un nuevo contrato de concesión No.005 de 2015, el cual se encontró sin financiamiento, debido a que los recursos de los peajes son destinados a la construcción del sector 3 (Chirajara – Fundadores) y mantenimiento del todo el corredor, también se evidenció permanentes cierres de la vía en los sitios críticos, debido a que los contratos de concesión del corredor vial Bogotá-Villavicencio no dieron solución a esta situación.

El contrato No. 5 de 2015 se evidenció varios hechos que afectan el patrimonio del estado, como la toma de decisiones en cuanto a criterios económicos y legales para la estructuración y actualización de las tarifas de peajes, toma el esquema de remuneración ingreso mínimo garantizado del acuerdo al contrato 444 de 1994 y la forma de remuneración para los integrantes. Sobre los giros efectuados a Equity se observó deficiencias en los plazos y montos establecidos, también un incremento adicional al índice de precios al consumidor (IPC) de las tarifas de los peajes y tarifas especiales del corredor vial Bogotá-Villavicencio.

Se encontró irregularidades en el pago de la comisión de Éxito de la estructuración de la iniciativa pública que no fue escogida en el proceso de comparación con la iniciativa privada quien fue la contratada por el Estado. En enero de 2016 la ANI ordenó y pago \$1.883,5 millones por una comisión de Éxito a la unión temporal, que adelantó la estructuración de la iniciativa pública es decir pago a la propuesta que no fue escogida ya que se generó el contrato No. 5 de 2015 de la concesión Chirajara – Fundadores el cual fue una iniciativa privada.

Aspecto Financiero

De acuerdo a contrato 005 de 2015, sobre los giros de Equity en el numeral 4.4. se estableció girar como mínimo a la cuenta del proyecto [\(ver tabla 8\)](#), los plazos pactados.

Tabla 8

Giros Equity

Giros	Monto Mínimo en pesos de diciembre/2013	Fecha máxima del aporte
1	\$64.762.566.250	a la fecha de constitución del Patrimonio Autónomo
2	\$69.251.295.434	12 meses contados a partir de la Orden de Inicio
3	\$366.078.373.452	24 meses contados a partir de la Orden de Inicio
4	\$152.865.070.771	36 meses contados a partir de la Orden de Inicio
5	\$51.040.956.019	48 meses contados a partir de la Orden de Inicio
6	\$80.379.000.681	60 meses contados a partir de la Orden de Inicio
Total	\$784.377.262.607	

Nota. Esta tabla muestra los giros Equity. Tomado del informe Córdoba, C. (2019a). Agencia nacional de infraestructura ANI corredor vial Bogotá.

Se relacionaron los giros acumulados de Equity [\(ver tabla 9\)](#), realizados por el concesionario, donde se evidenció que no se cumple con los giros mínimos del numeral 3 y 4 debido que al mes de julio de 2018 la suma asciende a \$265.178,6 millones de pesos y el valor mínimo acumulado debería ser \$652.957,3 millones de pesos a diciembre de 2013, lo que generó una diferencia de 387.778,7 millones de pesos de diciembre de 2013 al mes de julio de 2018.

Tabla 9

Comparación giros acumulados contractuales vs giros realizados

Fecha máxima	Monto mínimo acumulado	Giros acumulados realizados	Diferencia
15 de julio de 2018	\$64.762.566.250	\$64.768.238.695,94	\$5.672.445,94
16 de julio de 2018	\$134.013.861.684	\$134.019.534.129,92	\$5672.445,92
17 de julio de 2018	\$500.092.235.136	\$206.645.471.161,41	(\$293.446.763.974,59)
18 de julio de 2018	\$652.957.305.907	\$265.178.610.700,60	(\$387.778.695.206,40)
19 de julio de 2018	\$703.998.261.926	\$390.971.79.176	
20 de julio de 2018	\$784.377.262.607		

Nota. Esta tabla muestra los giros acumulados vs giros realizado Equity. Tomado del informe Córdoba, C. (2019a). Agencia nacional de infraestructura ANI corredor vial Bogotá.

A diciembre de 2018, no se evidenció por parte de la ANI, gestión para el cumplimiento del contrato en cuanto a la parte especial, donde se estableció una multa diaria equivalente a setenta (70) salarios mínimos legales vigentes, por cada día de incumplimiento en los giros de Equity dentro de los plazos estipulados.

Aspecto Jurídico

De acuerdo a la ley 1563 de 2012 se evidenció como uno de los mecanismos alternativos de solución de conflictos (MASC), la amigable composición, como un mecanismo de solución de conflictos de tipo contractual, en el contrato de concesión 005 del 9 de julio de 2015, se estableció los dichos mecanismos de conflictos referente al panel de amigable componedor, con el fin de definir todas las controversias. Se relacionaron los pagos realizados por concepto remuneración por los honorarios, como integrante del panel de amigables componedores, para el desarrollo contrato 005 de 2015 ([ver tabla 10](#)), para la construcción de una nueva calzada en el sector Chirajara fundadores y la administración, operación y mantenimiento de la carretera Bogotá – Villavicencio, contrato de interventoría 365 de 2015.

Tabla 10*Pagos Panel de Amigables Componedores*

Oficio ANI	Periodo (año 2016)	Valor Pago
2016-500-039825-1	abril-mayo-junio-julio-agosto	\$59.182.731
2016-500-039248-1	abril-mayo-junio-agosto	\$40.788.099
2016-500-039819-1	abril-mayo-junio-agosto	\$38.388.854
2016-500-039822-1	Julio	\$10.796.850
Total pagado		\$149.156.534

Nota. Esta tabla muestra los pagos. Tomado del informe Córdoba, C. (2019a). Agencia nacional de infraestructura ANI corredor vial Bogotá, número 006.

Estos pagos corresponden a honorarios causados en cuanto a panel de amigables componedores, pero de acuerdo a documentos y movimientos del contrato relacionados con los MASC, en las fechas de abril a agosto de 2016, no existía ninguna controversia, en relación con la ejecución del contrato, solo se evidenció que surgió la primera controversia documentada, en noviembre de 2017 y la activación del mecanismo en enero de 2018.

Aspecto Técnico

Se evidenció desde el inicio del proyecto vial, que los riesgos se ven reflejados en los sectores de altas pendientes (laderas) y alto riesgo de deslizamientos y remoción de masa, que generó pequeños derrumbes constantemente. El 8 de mayo de 2019, se presentó una situación de remoción de masa, pero la emergencia mayor empezó el 14 de junio de 2019, debido a deslizamientos de rocas y tierra en distintos puntos a lo largo del tramo de la vía y en el Km 58 en la ladera Mesa Grande; fue el mayor impacto. Así mismo deficiencias, por la no activación y puesta de marcha del plan de contingencia, falta de acciones para la reducción de los riesgos debido a que no se conocían la probabilidad de ocurrencia y no se ejecutaron acciones para reducir dicha probabilidad, evidenciándose que la autoridad ambiental competente, no requirió acciones antes de la situación ocurrida.

Aspecto Ambiental

En relación con lo encontrado en el informe de auditoría sobre licencia ambiental al respecto (Córdoba, 2019a) a favor del Instituto de Concesiones – INCO (hoy Agencia Nacional de Infraestructura ANI), mediante resolución No. 0081 del 18 de enero de 2010, para la ejecución del proyecto de construcción segunda calzada tramo el tablón (PR34) - Chirajara de la (PR63) carretera Bogotá Villavicencio y por medio de resolución 1612 del 9 de agosto de 2010, el ministerio autorizó la cesión de la licencia otorgada al INCO a favor de la Concesionaria vial de los Andes S.A., COVIANDES S.A del proyecto, construcción de la segunda calzada tramo el tablón (PR-34)-Chirajara (PR63) de la carretera Bogotá — Villavicencio" localizado en la jurisdicción de los municipios de Cáqueza, Quetame y Guayabetal del Departamento de Cundinamarca.

La agencia nacional de licencias ambientales -ANLA mediante auto No.3723 del 4 de diciembre de 2012, ordenó apertura de una investigación administrativa ambiental de carácter sancionador en contra de Coviandes S.A., de acuerdo al grupo de seguimiento y mediante el concepto técnico de formulación de cargos No. 3177 del 26 de julio de 2013, se evidenció que Coviandes S.A. obtuvo beneficios económicos por la construcción, implementación y operación del campamento; donde ha pernotado personal y generó un cargo único, por no haber tramitado y obtenido en forma previa la modificación de la licencia ambiental, para la construcción, implementación y operación de las instalaciones transitorias, para uso del campamento (alojamiento) del personal contratado para la obra. Situación que afectó el medio ambiente, los recursos naturales, el paisaje y la salud humana, de acuerdo artículo 4 de la ley 1333 de 2009.

Se generó la apertura de procesos sancionatorios ambientales ([ver tabla 11](#)) de acuerdo a los términos y condiciones establecidas por la Procuraduría General de la Nación, en memorando

No.005 de 14 de marzo de 2013 y No. 17 del 24 de septiembre de 2018, evidenciándose el no cumplimiento de la comunicación de los actos administrativos y falta de seguimiento y control que cumplan con los requerimientos establecidos en el régimen sancionatorio ambiental, también se ve reflejado el desconocimiento por parte del ANLA de los requerimientos establecidos por la Procuraduría General de la República.

Tabla 11

Expedientes procesos sancionatorios ambientales

No. de expediente	No. del auto y Fecha	Hechos
SAN0601-00-2019	3723 de 4 de diciembre de 2012 - LAM 4409.	Por la construcción de campamentos, no autorizados en la licencia Efectuar captaciones en sitios no autorizados
SAN0403-00-2018	5527 del 23 de julio de 2019	No localizar geográficamente la totalidad de las áreas intervenidas incluyendo accesos y zonas de acopio de materiales, en el modelo de almacenamiento geográfico, establecido en la RES. 2182 del 23 de diciembre de 2016. No presentar información sobre el propósito de las cuatro áreas definidas "de posible afectación" y especificación de la demanda de recursos naturales renovables que requiere el uso de éstas durante el manejo de la contingencia en el estribo Bogotá. (15 de enero de 2018). No presentar la propuesta de compensación para la zona afectada por el incidente del Estribo Bogotá y sobre la demolición del Estribo Villavicencio, así como el diagnóstico y evaluación de los impactos generados sobre los componentes físico, biótico y social.

No. de expediente	No. del auto y Fecha	Hechos
SAN0440-002018.	02078 del, 22 de abril de 2019	<p>Incidente 15 de enero de 2018 - colapso pila B puente Chirajara.</p> <p>No informar oportunamente a la Autoridad ambiental sobre la contingencia relacionada con el colapso de la pila B - estribo Bogotá, del puente en construcción sobre la quebrada Chirajara y el consecuente desplome de la estructura. Solo hasta el 7 de febrero de 2018 lo hizo). Radicado 2018012040-1-000 del 7 de febrero de 2018. Lo anterior 23 días después de ocurrida la contingencia, aun cuando la norma establece un término de 24 horas.</p>
5AN0316-00-2018	2886 del 14 de mayo de 2019	<p>No ejecutar acciones de protección y aislamiento de la quebrada Chirajara con el fin de garantizar que no se arrojen sedimentos o cualquier tipo de suelos, elementos o materiales a su cauce, e incumplir con lo establecido en el numeral 2 artículo 1°. Resolución 0519 del 19 de abril de 2018 y numeral 7 del artículo primero del auto 3806 del 11 de julio de 2018.</p>
SAN 0468 - 00-2019	04101 del 14 de junio de 2019	<p>No presentar la evaluación del estado actual del portal 32 del, túnel 16 en el kilómetro 60 + 586 después del desplome del estribo Bogotá y más medidas implementadas para evitar afectaciones sobre esta estructura, en cumplimiento de lo requerido en el numeral 7 del artículo 1 del Auto 1919 de 2018.</p> <p>No informar dentro del término legalmente establecido de 24 horas a la Autoridad Ambiental sobre las contingencias relacionadas con la caída de material granular a la altura del Pk58 de la vía • Bogotá - Villavicencio (Eventos de remoción en masa ocurridos los días 8 de mayo y 9 de junio de 2019 en el PK 58 de la vía al llano).</p>
SAN0402-00-2018	04095 del 14 de junio de 2019	<p>No presentar información geográfica relacionada con los avances en la ejecución de actividades de aprovechamiento forestal y remoción de cobertura vegetal.</p>
		<p>No precisar el alcance, periodicidad y duración del monitoreo de flora mediante el uso de ortofoto mosaicos obtenidos a través de</p>

No. de expediente	No. del auto y Fecha	Hechos
		vuelos periódicos con drones, ni identifica la localización de los transeptos propuestos para este mismo monitoreo.
		No presenta los análisis respectivos para determinar el grado de afectación sobre el agua, aire, suelo, fauna, y flora en el sitio del incidente en el estribo Bogotá, y para la demolición del estribo Villavicencio, adicionalmente no informar sobre las medidas de manejo a diseñar para prevenir que los efectos asociados al incidente en el estribo Bogotá, se magnifiquen a causa de los factores climáticos tal como la temperatura de lluvias que se avecina entre los meses de abril octubre.

Nota. Esta tabla muestra procesos sancionatorios ambientales. Tomado del informe Córdoba, C. (2019d). Vía al Llano proyecto construcción segunda calzada tramo el tablón Chirajara, número 034.

Aspecto Social

De acuerdo a informe de la Contraloría General de la República, se generó un riesgo de afectación a la comunidad, debido al aumento de las tarifas en los peajes y que la vía Bogotá-Villavicencio tiene una de las tarifas más altas del país, se presentó incomodidades como interrupciones de tránsito, por entregas parciales, por la obra en la vía y realmente el beneficio para los usuarios, se podría ver en el momento que finalice la construcción de doble calzada.

También se presentó riesgo debido a los menores ingresos recaudados en relación con los ingresos proyectados, el incremento adicional del 15,8% en relación con los años anteriores, por no contemplar en la estructura tarifaria del contrato, las tarifas especiales diferenciales de que trata la resolución 0001131 del 28 de abril de 2015 expedida por el Ministerio de Transporte, se evidenció que en el contrato 005 de 2015, no se estableció las tarifas especiales diferenciales, que existieron en la vía Bogotá-Villavicencio. Para las estaciones Pipiral, Puente Quetame y

Boquerón (I y II) se utilizaron tarifas plenas y presentó un incremento adicional a la inflación para los años 2018 a 2021, [\(ver tabla 12\)](#).

Tabla 12

Incremento adicional tarifas peaje contrato 005 de 2015

2018	2019	2020	2021	Total, incremento adicional
2,0%	3,0%	3,0%	7,8%	15,8%

Nota. Esta tabla muestra incremento en tarifas de peaje. Tomado del informe Córdoba, C. (2019a). Agencia nacional de infraestructura ANI corredor vial Bogotá, número 006.

Proyecto Túnel de la línea

Aspecto Administrativo

Mediante resolución No. 0780 del 24 de agosto de 2001, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), otorgó licencia ambiental ordinaria a INVIAS, para el proyecto nueva vía Ibagué-Armenia Túnel de la Línea, en el artículo 4 se relacionaron las características por las cuales está conformado el proyecto, [\(ver tabla 13\)](#).

Tabla 13*Composición del proyecto*

Tramo	Sector	Longitud (Km)
1	Calarcá – Las Carmelitas	2.8
2	Las Carmelitas – Américas	8.7
3	Américas- portal Galicia- obras anexas	2.84
4	Túnel de la Línea	8.6
5	Portal Bermellón – Q. Perales	1.6
6	Q. Perales – Túnel la Virgen	10.04
7	Túnel la Virgen – Viaducto Anaime	1.99
8	Viaducto Anaime – Túnel Cócora	17.99
9	Túnel Cócora – Rio Coello	1.99
10	Rio Coello – Boquerón	3.34
Total		59.89

Nota. Esta tabla muestra la composición del proyecto. Tomado del informe Córdoba, C. (2019c). Proyecto construcción de la nueva vía Ibagué Armenia, Túnel de la Línea, número 020.

El Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, suscribe un contrato de obra con el consorcio CONLINEA, contrato de obra pública No. 557 del 8 de julio de 2004, para la construcción del Túnel Piloto de la Línea, donde se había estipulado en el pliego de condiciones, que el consorcio estaba obligado ante las corporaciones autónomas regionales a tramitar y obtener permisos de licencia ambiental.

De acuerdo a resolución de la licencia ambiental 0780 del 24 de agosto de 2001, el consorcio Conlinea comunicó a corporación autónoma regional del Quindío-CRQ que el Túnel Piloto de la Línea, como parte el proyecto Ibagué-Armenia, se encontraba autorizado para su ejecución y se evidenció que dicha obra no estaba contemplada bajo esa resolución, en el informe realizado por Ministerio del Medio Ambiente (MMA), tampoco se hizo la aclaración que se estaba construyendo el túnel piloto, sin que se encontrara licenciado.

También, se presentó carencia de estudios detallados en el terreno, en relación a que el túnel piloto se usó como estrategia para conocer la geología estructural de la zona y no arrojó información para la perforación del túnel principal, lo cual generó la incertidumbre geológica que aún persiste. Se omitió la realización de estudios en detalle en los componentes geológicos, hidrológico e hidrogeológico en la zona de perforación del túnel piloto.

De acuerdo a Resolución 1000 del 29 de mayo de 2009, el MMA se autorizó la cesión parcial de la licencia ambiental a la unión temporal Segundo Centenario, por solicitud de INVÍAS, y el contratista interpone un recurso, donde no se hizo responsable por los daños causados, en cuanto a gestión ambiental por el anterior contratista y quedó plasmado en la resolución 1757 del 14 de septiembre de 2009.

Este proyecto se estudió por convertirse en un proyecto que analizó la cuantiosa gestión contractual del estado, a través del Instituto Nacional de Vías – INVÍAS. En resolución 003205 del 27 de junio de 2019 expedida por INVÍAS, donde se especificó la cuantía invertida en el proyecto, que asciende a la suma de \$2.8 billones de pesos ([ver tabla 14](#)).

Tabla 14

Resumen ejecución contractual “Proyecto cruce de la cordillera central”- Túnel de la Línea

No. de contrato	Objeto	Cuantía final (\$)	Contratista
-Contrato de obra No. 557 de 2004. - Contrato de interventoría 688 de 2004	Construcción del túnel Piloto- Fase I del Túnel de La Línea, Carretera Ibagué-Armenia.	190.939.014.306	-Conlinea -Unión Temporal Interlinea
-Contrato de obra No. 3460 de 2008 - Contrato de interventoría No. 0157 de 2009	Estudios y diseños gestión social, predial y ambiental, construcción y operación del proyecto, segunda calzada Cajamarca.	939.718.878.488	-Unión Temporal Segundo Centenario -Consortio D.I.S. S.A. E.D.L LTDA
-Contrato de obra No. 1883 de 2014 - Contrato de interventoría No. 2030 de 2014	Terminación túnel piloto "cruce de la cordillera central", con interventoría	153.451.799.728	-Conlinea 3 -Consortio Interventor Integral 2014
-Contrato de obra No. 2240 de 2016 - Contrato de interventoría No. 2239 de 2016	Urgencia manifiesta mantenimiento, atención inmediata y continua, preventiva y correctiva en el proyecto Calarcá-Cajamarca.	8.787.232.668	-Consortio Conlinea 4 - EDL S.A.S
-Contrato de obra No. 806 de 2017 - Contrato de interventoría No. 853 de 2017	Terminación del túnel de la línea y segunda calzada Calarcá – Cajamarca -proyecto cruce de la cordillera central, con interventoría	233.407.973.676	-Consortio la Línea - Consortio Intertunel
-Contrato de obra No. 1759 de 2015 - Contrato de Interventoría No. 1763 de 2015	Suministro, instalación y puesta en marcha de los equipos electromecánicos del proyecto cruce de la cordillera central, con interventoría	379.945.416.548	- Unión Temporal Disico Comsa - GYC – Integral Mab- Zañartu

Nota. Esta tabla muestra ejecución contractual. Tomado del informe Córdoba, C. (2019c). Proyecto construcción de la nueva vía Ibagué Armenia, Túnel de la Línea, número 020.

Aspecto Financiero

Se presentó la existencia de dos contratos, el contrato No. 3460 de 2008 de unión temporal Segundo Centenario – UTSC y el contrato 1883 de 2014, con el consorcio Conlinea 3. El objeto del contrato con el consorcio Conlinea fue la “Terminación túnel piloto cruce de la cordillera central, con un valor final de \$144.625.790.790,40, dentro del cual se encontró la optimización del mismo sistema de tratamiento de aguas”. La optimización del tratamiento de aguas también estaba estipulada en el contrato con la UTSC., se evidenció de acuerdo a informe de la Contraloría General de la República, que existió un detrimento patrimonial del estado estimado en \$1.832.571.490.00. correspondiente a los ítems 67-(OE-19) Y 68-(OE-20) reconocido y pagado por el INVIAS al contratista Conlinea 3, como se vio en acta de entrega y recibo de obra del 26 de junio de 2018, ([ver tabla 15](#)).

Tabla 15

Ítems relacionados con la optimización de la STARI

VII. OBRA EXTRA					
No. ORDEN	DESCRIPCIÓN ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL EJECUTADO
67-(OE-19)	Optimización STARI Túnel Piloto	Global	1	\$1.747.232.063	\$1.747.232.063
68-(OE-20)	Diseños Optimización del STARI Túnel Piloto	Global	1	\$85.339.427	\$85.339.427

Nota. Esta tabla muestra optimización STARI del proyecto. Tomado del informe Córdoba, C. (2019c). Proyecto construcción de la nueva vía Ibagué Armenia, Túnel de la Línea, número 020.

Aspecto Jurídico

Se evidenció una acción popular impuesta por la defensoría del pueblo del Departamento de Quindío, debió al daño grave e irreversible causado al cauce de los ríos Anaime, Navarco y Bermellón, de acuerdo a la situación generada por la construcción del proyecto cruce de la cordillera central Túnel de la Línea, que contempla obras como nueva calzada, túneles, puentes, viaductos, En consecuencia (Córdoba, 2019c) “han generado volúmenes superiores a los autorizados en la licencia ambiental y se continúa el depósito en las zonas de disposición que agrava aún más la situación” (pág.43).

Aspecto Técnico

Debido a la falta de control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales han permitido que INVIAS desde el año 2005 y después la unión temporal Segundo Centenario, realizaran la disposición de materiales en las zonas de depósito, donde se especificaba que debían construir estructuras para manejo de escombros uso de filtros, muros de contención y gaviones, lo anterior causó el no cumplimiento de acuerdo con la licencia ambiental.

La autoridad ambiental pidió que se realizaran evaluaciones de las zonas de depósito e instrumentación del control, en ningún momento solicito la construcción de las estructuras que permitieran la estabilización de las zonas y no afectación a las fuentes hídricas. De acuerdo a informe de la Contraloría General de la República, se evidenció en visitas realizadas del 11 al 15 de marzo de 2019, en el departamento del Quindío y del 22 al 26 de abril de 2019 al departamento del Tolima, que no se habían tomado las medidas necesarias, en cuanto a la construcción de las estructuras, que han afectado las zonas aledañas y las zonas de depósito, debido a los movimientos en masa que allí se presentaron.

Aspecto Ambiental

Uno de los requisitos que tenía la unión temporal Segundo Centenario - UTSC de acuerdo a lo requerido por la corporación autónoma regional del Quindío – CRQ, era el de optimizar el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales o generar diferentes alternativas para reducir las cargas contaminantes que pudieran afectar la quebrada la Gata del municipio de Calarcá. El permiso otorgado a la UTSC, en 2011, en cuanto a vertimientos era por cinco años, pero estaba condicionado en cuanto a parámetros de calidad y expedición por las autoridades ambientales.

De acuerdo a informe de la Contraloría General de la República las medidas y manejo ambiental relacionadas con el tratamiento de agua, que drenaba el túnel piloto y el túnel principal del proyecto fueron “ineficaces e ineficientes y presentaron pasivos ambientales que fueron asumidos por el estado a través del Instituto Nacional de Vías – INVÍAS”.

De acuerdo a Resolución 239 de 2012, se impone una medida preventiva debido al tratamiento de aguas residuales industriales, por la aplicación de la tecnología que era tanques de sedimentación y la aplicación de coagulante para remover los sólidos suspendidos, es decir que esta tecnología no garantizó de manera eficaz y eficiente la remoción de sólidos suspendidos totales -SST, de acuerdo a monitoreos programados, según contrato No. 3460 de 2008 y los realizados por la CRQ, se evidenció que la meta era remover el 80% de los SST, y no se cumplió a cabalidad, lo cual dejó un 20% de carga contaminante en la cuenca del río Santo Domingo. Lo anterior generó una acción popular instaurada por el tribunal administrativo del Quindío, con el fin de realizar la reparación de los daños ambientales ocasionados por las obras.

No se cumplió con lo estipulado en el pliego de condiciones del contrato 3460 de 2008, por no optimizar de manera eficaz el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales -

STARI, evidenciándose que INVÍAS, no ejecutó los controles necesarios para garantizar dicha optimización y se procedió a realizar otro contrato No.1883 de 2014 con el consorcio Conlinea 3, donde estipuló en su objeto que se debe realizar la misma optimización del sistema de tratamiento de aguas, es decir cómo se indicó al principio la optimización del STARI era responsabilidad de UTSC.

Aspecto Social

De acuerdo a informe de la Contraloría General de la República, se evidenció que la corporación autónoma regional del Quindío - CRQ, otorgó permiso de vertimientos a la UTSC y omitió lo estipulado en la resolución 1035 de 2008, en cuanto a los objetivos de calidad de la cuenca del río Santo domingo.

El objetivo esperado y proyectado para el año 2017, en cuanto a sólidos suspendidos totales -SST de 40 mg/L, también se vio reflejado el incumplimiento del numeral 4, del artículo 24, del decreto 3030 de 2010, en cuanto al otorgar permiso de vertimientos a la UTSC en la quebrada la Gata, tributaria de la Quebrada el Salado, donde se abasteció de agua para el consumo humano, lo que ocasionó que el prestador del servicio público del acueducto, del municipio de Calarcá, suspendiera la captación de agua de esta fuente natural, el manejo ambiental de los vertimientos generados por el túnel piloto y principal proyecto “cruce de la cordillera central”, concluyendo que los trabajos realizados, se realizaron de una manera ineficaz, ineficiente e inoportuna.

Proyecto Edificio Space

Aspecto Técnico

En informe de la (Universidad de Los Andes, 2014), en relación con el concepto técnico, y las causas más probables del colapso del Edificio Space, en cuanto al cumplimiento o no de las normas técnicas legales en el proceso de diseño y construcción de cimentación, estructura y elementos no-estructurales, se concluye que el edificio sufrió asentamientos diferenciales que sobre pasaron los valores máximos permitidos establecidos por la normativa vigente. Así mismo en el estudio de suelos realizado, se evidenció que durante la construcción de cimentación el diámetro de al menos una pila, no quedó construida con las especificaciones establecidas en el diseño.

También se evidenció que, en los días previos al colapso, el edificio adolecía de problemas y patologías estructurales internas, como la presencia de fisuras y grietas en muros divisorios de mampostería, deflexiones verticales excesivas en las placas de entrepiso y fallas estructurales, al respecto el estudio resume que la causa primaria del colapso del edificio, fue la falta de capacidad estructural de las columnas para resistir las cargas actuantes.

Los factores principales que se consideran importantes son la falla de la columna S3, altos niveles de esfuerzo en elementos estructurales, la intervención de elementos estructurales críticos, eliminación de muros de mampostería adyacente a la columna fallada, trabajos realizados la noche del 11 de octubre de 2013. El juicio del estudio concluye, que de haberse diseñado el edificio con la totalidad de los requisitos de la ley 400 del 97, y normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente (NSR-98), no se hubiese presentado el colapso.

El colapso de la etapa 6 se fundamenta en la deficiente capacidad de elementos estructurales es decir las columnas, las cuales quedaron mal dimensionadas para el nivel de

cargas que deberían transmitir, generó un problema estructural grave, evidenciándose por estos motivos que ocho (8) meses antes se presentaron grietas, fallas estructurales y no estructurales, asentamientos importantes en las placas, todo esto se acumula y termina concentrándose en una de las columnas principales del edificio.

De acuerdo a los estudios y una serie de evaluaciones, se encontró que se había definido un sistema estructural que escogió el diseñador del edificio Space, pero en otros documentos se evidencia que se cambió el sistema estructural y generó diferencias por que el edificio fue concebido en una sola estructura.

Aspecto Social

Debido al colapso de la etapa 6 el impacto sobre la etapa 5, fue considerable por lo que hubo afectación en elementos estructurales, generó una situación de alto nivel de riesgo de afectación sobre todo el edificio ante la situación normal de carga de funcionamiento, por lo tanto, se decide cerrar las vías, aislar la zona de influencia de la etapa 5, evacuar las edificaciones vecinas. La Alcaldía de Medellín de acuerdo a los estudios realizados por la Universidad de los Andes, decidió realizar la demolición de la etapa 5, esperando el diagnóstico de las otras etapas por parte de los profesionales.

Después de realizados trámites administrativos, jurídicos y la conclusión dada por los expertos de la Universidad de los Andes, en cuanto se refiere a la fase 1 y 3 tiene que ver como el edificio fue concebido y no cumplió con la normativa vigente del momento, reflejado en las grandes deficiencias como fue diseñado y construido, con base en estas conclusiones la alcaldía de Medellín, toma la decisión de ordenar la demolición del edificio en su totalidad como son las etapas restantes 1,2,3,4.

Proyecto Edificio Blas de Lezo

Aspecto Jurídico

De acuerdo a (Madariaga, 2019) ha afirmado que el colapso estructural del edificio en construcción Portales de Blas de Lezo II, propiedad de los hermanos Quiroz, se desvelaron una serie de irregularidades e ilegalidad en la adjudicación de licencias de construcción en algunas edificaciones en el Distrito de Cartagena. (pág.11).

La principal situación del siniestro fue que el edificio fue diseñado y calculado para construir cuatro plantas, y la constructora Quiroz había construido seis plantas y sobrepaso los cálculos estructurales de acuerdo a la norma sismo resistente de 2010 (NSR-10), también se evidenció que la edificación fue excavada después de estar construida, para dar paso a semi sótano de parqueo, que no estaba contemplado en el diseño original y quedó las zapatas de los cuatro extremos flotantes.

Además (Canchila, 2018), según contrato de consultoría No. 47 de 2018 con fecha de 18 de octubre de 2018, para realizar los estudios de vulnerabilidad sísmica y diseño de reforzamiento de dieciséis edificios ubicados en la Ciudad de Cartagena por parte la Universidad Nacional, los edificios son motivo de estudio y fueron entregados por parte del Distrito Especial Turístico y Cultural de Cartagena, con el fin de hacer actividades de inspección de patologías, levantamientos estructurales, ensayos de materiales y estudios de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural.

Para la ejecución de actividades solo se ha permitido el ingreso a 4 edificios de los 5 edificios entregados como son “Villa Mary”, “Portal de Blas de Lezo” “Portal de los Alpes” y “Alpes 31. En estas edificaciones se evidenció malas prácticas de ingeniería, en cuanto a técnicas y procesos constructivos, ausencia de capacidad de los elementos estructurales por deficiencias

en el diseño estructural, baja calidad de los materiales empleados y el no cumplimiento de los requisitos mínimos estipulados en la ley 400 de 1997 y sus decretos modificatorios reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

Aspecto Social

El informe arrojó que existe un alto riesgo de colapso, ante cargas sísmicas como ante cargas de uso normal, se encontraron evidencias de las principales patologías que son comunes a todas las edificaciones, las cuales se debió a malas prácticas de ingeniería y deficiencias en el diseño estructural y calidad de materiales. De los 11 edificios que no fueron entregados y que aún siguen habitados y que fueron construidos en el mismo período, la misma constructora arroja que estas patologías son sistemáticas y se encuentran en las cuatro (4) edificaciones, las cuales presentan un riesgo de colapso ante las cargas de uso actual. Por lo anterior el informe concluye que se deben “EVACUAR INMEDIATAMENTE” todos los inmuebles que hacen parte del contrato de consultoría No. 47 de 2018.

Proyecto Edificio Residencial Arboleda Santa Teresita

Aspecto Social

Según informe de (Secretaría Distrital del Hábitat, 2020) en la localidad de ciudad Bolívar, luego de ocho años de espera, el pasado 09 de junio de 2020 en Arborizadora baja, se realizaron 52 entregas de 297 soluciones de vivienda, la Caja de Vivienda Popular, tiene como reto en un período de cuatro años, reasentar 2150 familias en viviendas de interés social y prioritario, pero a la fecha el proyecto Arboleda de Santa Teresita de 1.032 unidades no ha sido entregado.

Matriz de Riesgos

El modelo de gestión para proyectos edilicios en Colombia, de acuerdo al marco de la propuesta, permitió a través de la matriz de riesgos ([ver apéndice M](#)), la clasificación de los aspectos, donde se plasmó el análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos. En primer lugar, la parte cualitativa incluye el indicador del riesgo encontrado, aspecto del riesgo, tipo riesgo, descripción del riesgo y las consecuencias del riesgo. En la clasificación se realizó el análisis para los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales. Enseguida se definió el tipo de riesgo más relevante, donde se encontró veinte (20) hallazgos, después la descripción del riesgo y las consecuencias para cada uno de los veinte (20) hallazgos.

Por otro lado, de los seis (6) estudios de caso escogidos, se midió la reincidencia de situaciones similares ocurridas de forma reiterada en los proyectos constructivos.

En segunda instancia se realizó el análisis cuantitativo de riesgos, se midió los siguientes niveles de impacto, probabilidad y como resultado severidad, que es la gravedad de las consecuencias y se aplicó la siguiente fórmula (1), donde el impacto es el efecto y consecuencia y la probabilidad es la ocurrencia del evento.

$$\textit{Severidad} = \textit{Impacto} * \textit{Probabilidad} \quad (1)$$

A continuación, se aplicó la fórmula (2), que arrojó el impacto y es el resultado de la sumatoria del tiempo, alcance y costos dividido en tres.

$$\textit{Impacto} = (T + A + \$) / 3 \quad (2)$$

Así mismo se midió el nivel de impacto del proyecto edificatorio ([ver tabla 16](#)), se tomó los factores de tiempo, alcance y costos, con un ponderado del 1 al 4 que se han dado de forma iterada, de acuerdo a la afectación de las consecuencias del riesgo. Por otra parte, se clasificó en

niveles de acuerdo al grado de impacto, si es menor a 1,5 es bajo porque no impactó la exposición del riesgo, si es menor a 2,5 es medio porque generó consecuencias para el proyecto, si es menor de 3,5 es alto por que existió afectación directa de acuerdo a la definición del riesgo y si es mayor es catastrófico, porque generó consecuencias directas al riesgo.

Tabla 16

Niveles de impacto

Impacto	
1	Bajo
2	Medio
3	Alto
4	Catastrófico

Nota. Esta tabla muestra los niveles de impacto aplicados a la matriz de riesgo. Elaboración Propia.

Luego se calculó la probabilidad, donde se aplicó la fórmula (3), que es igual a las reincidencias en los proyectos por el más alto factor, que midió el impacto, dividido en los seis (6) estudios de caso evaluados, Hidroituango, Puente Chirajara, Túnel de la Línea, Edificio Space, Blas de Leso, Arboleda Santa Teresita.

$$Probabilidad = (Reincidencias * 4)/6 \quad (3)$$

Después se clasificó de acuerdo al grado ([ver tabla 17](#)), si es menor o igual de 1,5 es casi nulo, es decir no existió probabilidad de ocurrencia, si es menor o igual a 2,5 es raro porque los casos de ocurrencia no son repetidos en todos los proyectos, si menor o igual a 3,5 es probable porque existió afectación directa en la definición del proyecto y subió el número de ocurrencias, si es mayor es casi seguro porque afectó directamente la consecuencia del riesgo.

Tabla 17*Niveles de probabilidad*

Probabilidad	
1	Casi Nulo
2	Raro
3	Probable
4	Casi Seguro

Nota. Esta tabla muestra los niveles de probabilidad aplicados a la matriz de riesgo. Elaboración Propia.

De las evidencias anteriores se toman los 16 niveles de severidad del riesgo, que intervinieron en la medición y cómo el diagrama de calor arrojó los resultados ([ver figura 2](#)). Por ello se tomó cuatro indicadores que midió el impacto, 1 nivel bajo, 2 nivel medio, 3 nivel alto, 4, nivel catastrófico, y cuatro indicadores que midió la probabilidad se tuvo 1 nivel casi nulo, 2 nivel raro, 3 nivel probable, 4 nivel casi seguro. Finalmente se realizó la multiplicación de los niveles, debido a que la severidad es igual al impacto por la probabilidad, que generó unos resultados, la franja verde va del 1 al numeral 3, donde generó un resultado de insignificante, la franja amarilla va del 4 al 8, donde generó un resultado moderado, la franja naranja va del 9 al 11, donde generó un resultado fuerte, la franja roja que va del 12 al 16, donde generó un resultado significativo, es así como el diagrama del calor arrojó el más alto porcentaje de 16.

Entonces se midió la severidad ([ver tabla 18](#)), se dio diferentes niveles, si es menor o igual de 3,5 es insignificante, debido a que el impacto y la probabilidad no impactó la exposición del riesgo, si es menor o igual a 8,5 es moderado se subió el impacto y bajo la probabilidad, lo cual generó consecuencias al proyecto, si es menor o igual 11,5 es fuerte porque el impacto es probable y la probabilidad es fuerte, lo que generó una afectación directa en la definición del riesgo, si es mayor es significativo, porque el impacto es casi seguro y la probabilidad es significativo, lo cual generó consecuencias directas al riesgo.

Tabla 18*Niveles de severidad del riesgo*

Severidad Del Riesgo	
1	Insignificante
2	Insignificante
3	Insignificante
4	Moderado
5	Moderado
6	Moderado
7	Moderado
8	Moderado
9	Fuerte
10	Fuerte
11	Fuerte
12	Significante
13	Significante
14	Significante
15	Significante
16	Significante

Nota. Esta tabla muestra los niveles de severidad del riesgo aplicados a la matriz de riesgo.
Elaboración Propia.

Después de realizado el análisis cualitativo y cuantitativo, se propone la acción de mejora y controles claves a implementar, donde se especificó la acción preventiva y descripción del control, se midió la eficiencia como resultado del producto de la periodicidad en la acción del control y la oportunidad de acción del control.

PD = PERIODICIDAD EN LA ACCIÓN DEL CONTROL

O = OPORTUNIDAD DE ACCIÓN DEL CONTROL

$$Eficiencia = PD * O \quad (4)$$

Enseguida se asignó valores de forma iterada en la variable periodicidad en la acción del control, que hace referencia a la acción preventiva, que se realizó antes de la ejecución de las

actividades, debido a que previno los problemas por anticipado, disminuyó errores, minimizo las acciones correctivas y tomó acciones sobre retrasos potenciales. Por otro lado, el control aplicado se ejecutó mientras la actividad estaba en proceso, con el fin de corregir problemas a tiempo y no incurrir en costos elevados.

En pocas palabras, los valores que midió la periodicidad en la acción del control ([ver tabla 19](#)), hizo referencia a la acción preventiva y descripción del control, de acuerdo a los resultados obtenidos en la severidad, se dio diferentes niveles, si es menor o igual 1,5 es mínima, si es menor o igual a 2,5 es media, si es menor o igual a 3,5 es alta y si es mayor muy alta.

Tabla 19

Niveles de Periodicidad

Periodicidad	
1	Mínima
2	Media
3	Alta
4	Muy Alta

Nota. Esta tabla muestra los niveles de periodicidad aplicados a la matriz de riesgo. Elaboración Propia.

Luego se asignó valores de forma iterada, para la variable oportunidad de acción del control, que midió la oportunidad de mejora de los procesos y la aplicación del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar). También midió la oportuna información a la alta dirección, en el evento de corregir el cronograma, referente alguna corrección, actividades de mejora continua, un cambio abrupto, una innovación o reorganización.

De este modo permitió alcanzar los resultados previstos, donde las oportunidades surgen a partir del análisis de los posibles controles, que pueden aplicarse para minimizar un efecto negativo todo basado en los riesgos ([ver tabla 20](#)), para establecer estos valores se tuvo en cuenta

la acción preventiva y descripción del control, de acuerdo a los resultados obtenidos en la severidad, se ha dado un nivel si es menor o igual 1,5 es nula, si es menor o igual a 2,5 es baja, si es menor o igual a 3,5 es media y si es mayor alta.

Tabla 20

Niveles de Oportunidad

Oportunidad	
1	Nula
2	Baja
3	Media
4	Alta

Nota. Esta tabla muestra los niveles de oportunidad aplicados a la matriz de riesgo. Elaboración Propia.

A continuación, se tomó 16 elementos, que midió la eficiencia y se mostró cómo el diagrama de calor arrojó los resultados, se tuvo cuatro indicadores para medir la periodicidad en la acción del control, 1 mínima, 2 media, 3 alta, 4, muy alta, y se midió la oportunidad de acción de control se tiene 1 nula, 2 baja, 3 media, 4 alta. Se realizó la multiplicación de los niveles, debido a que la eficiencia es igual a la periodicidad por la oportunidad, donde se generó unos resultados, la franja verde va del 1 al numeral 3, donde generó un resultado de insignificante, la franja amarilla va del 4 al 8, donde generó un resultado moderado, la franja naranja va del 9 al 11, donde generó un resultado fuerte, la franja roja que va del 12 al 16, donde generó un resultado significativo, es decir el diagrama del calor arrojó el más alto porcentaje de 16.

Para medir la eficiencia ([ver tabla 21](#)), se dio un nivel, si es menor o igual de 3,5 es insignificante, la eficiencia no impacta la exposición del riesgo, si es menor o igual a 8,5 es moderado se subió la eficiencia y generó consecuencias al proyecto, si es menor o igual 11,5 es fuerte porque la periodicidad en la acción del control es alta y la oportunidad de acción del control es media, lo que generó una afectación directa en la definición del riesgo, si es mayor es

significante porque la periodicidad en la acción del control es muy alta y la oportunidad de acción del control es alta, lo cual generó consecuencias directas al riesgo.

Tabla 21

Niveles de eficiencia

Eficiencia Del Riesgo	
1	Insignificante
2	Insignificante
3	Insignificante
4	Moderado
5	Moderado
6	Moderado
7	Moderado
8	Moderado
9	Fuerte
10	Fuerte
11	Fuerte
12	Significante
13	Significante
14	Significante
15	Significante
16	Significante

Nota. Esta tabla muestra los niveles de eficiencia aplicados a la matriz de riesgo. Elaboración Propia.

En definitiva, se calculó la exposición al riesgo ([ver tabla 22](#)), donde se midió el riesgo específico, el riesgo por categoría y riesgo del proyecto.

En primer lugar, el riesgo específico es el nivel calculado de la severidad dividido en la eficiencia. Es así como el alto grado de severidad al que fue expuesto el proyecto, se debió aplicar una acción de mejora y controles claves a implementar de un alto nivel, que arrojó un nivel bajo de exposición al riesgo. En tal sentido se analizó la exposición al riesgo de acuerdo a los siguientes niveles si es menor o igual a 1,5 es bajo por que el riesgo específico es menor y no generó impacto, debió a que existió controles suficientes para mitigar el riesgo, si es menor o

igual 2,5 es medio porque comenzó a impactar al proyecto, donde la eficiencia tiene un valor moderado y la severidad tiene un valor significativo y existió pocos controles claves a implementar, si es menor o igual a 3,5 es alto, la eficiencia en la propuesta de mejora y controles claves a implementar son insignificantes frente a la severidad, si es mayor que 3,5 es muy alto, cuando la eficiencia sube a un nivel moderado y la severidad está en un nivel significativo, lo que generó la inexistencia de controles claves a implementar.

En segundo lugar se midió la exposición al riesgo por categoría, que es el promedio por cada uno de los factores técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales de la suma de los resultados obtenidos por riesgo específico.

En último lugar se midió, el riesgo del proyecto que es el promedio de los resultados obtenidos por la exposición del riesgo por categoría.

Tabla 22

Niveles exposición al riesgo

Exposición Al Riesgo	
1	Bajo
2	Medio
3	Alto
4	Muy Alto

Nota. Esta Tabla Muestra Los Niveles De exposición al riesgo aplicados a la matriz de riesgo. Elaboración Propia.

En resumen, se procedió a realizar un análisis cualitativo del riesgo por cada uno de los riesgos encontrados, que cubre los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, en cuanto a descripción del riesgo en estudios de caso y consecuencias del riesgo.

De las evidencias anteriores, se realizó el análisis cuantitativo del riesgo donde se midió la severidad, que es el producto del impacto por la probabilidad, que mostró el diagrama de calor

por cada riesgo y generó una propuesta de mejora y controles claves a implementar, donde se calculó la eficiencia que es producto de la periodicidad en la acción del control por la oportunidad de acción del control.

Aunado a esto, se realizó el cálculo de exposición del riesgo por riesgo específico que es la división de la severidad entre eficiencia, medición de riesgo por de categoría, que es promedio de los riesgos por cada uno de los factores y como medición final se tomó todos los promedios generados por categoría y se realizó el promedio el cual queda almacenado en el riesgo del proyecto.

Análisis Cualitativo de Riesgo en el Aspecto Técnico

Descripción del Riesgo en Estudios y Diseños

A partir de estas afirmaciones encontradas, se definen los hallazgos por riesgo, donde se evidenció que los proyectos edificatorios no contaron al inicio de la etapa de construcción, con estudios suficientes, necesarios para la proyección de diseños estructurales, hidráulicos, sanitarios y de infraestructura de alcantarillado y vías.

En ese mismo contexto, los proyectos edificatorios contaron al inicio de la etapa de construcción con estudios y diseños que no poseen el nivel óptimo de detalle, y/o carecen de especificaciones técnicas de materiales y procesos constructivos, así mismo, se encontraron desactualizados en relación con la normativa vigente

Consecuencias del Riesgo. En efecto el Constructor optó por generar sus propios estudios, diseños y especificaciones técnicas, lo que acarreo para la estructura o edificación ausencia de capacidad de los elementos estructurales, baja calidad de los materiales empleados, y no cumplimiento de los requisitos estipulados en la normativa vigente. Otras consecuencias del riesgo se citan a continuación:

Problemas y patologías estructurales internas como la presencia de fisuras y grietas en muros divisorios de mampostería.

Daños en la estructura construida y generación de obras adicionales.

Asentamientos diferenciales que sobrepasan los valores máximos permitidos, cimentación con especificaciones diferentes a las establecidas en el diseño.

Falta de capacidad estructural de las columnas para resistir las cargas actuantes, las cuales quedan mal dimensionadas para el nivel de cargas que deben transmitir lo que genera problemas estructurales graves. Colapso estructural de la edificación.

Generación de incertidumbre geológica, se omitieron la realización de estudios en detalle en los componentes geológicos, hidrológico e hidrogeológico en la zona de perforación del túnel piloto.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 1 ([ver figura 2](#)) diagrama de calor, se aplica la fórmula (1) donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó seis (6) reincidencias de seis (6) proyectos, afectó directamente el proyecto, se asignó valores altos a cada factor en el tiempo, alcance y costo y se dividió en tres y generó un impacto de cuatro (4) que de acuerdo a tabla 16, es catastrófico. Luego se aplicó la fórmula (2) para hallar la probabilidad, arrojó un valor de cuatro (4) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de dieciséis (16), y se colocó en un nivel significativo.

Propuesta de mejora y controles claves a implementar. De lo analizado anteriormente se evidencia que el constructor nunca debe optar por generar sus propios estudios, diseños y especificaciones técnicas, así mismo debe constatar que cuenta antes del inicio de la obra con los

estudios, diseños, y especificaciones técnicas de materiales y procesos constructivos, elaborados por la Consultoría.

También revisar los estudios, diseños, y especificaciones técnicas de materiales y procesos constructivos antes de la ejecución de la obra, que den cumplimiento de los requisitos estipulados en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10; en cuanto a estudios geotécnicos, diseño arquitectónico, diseño estructural, diseño de la cimentación, diseño sísmico de los elementos no estructurales.

Si bien, estos documentos fueron revisados con antelación en la fase de Consultoría por un revisor de diseños, para la obtención de licencias y permisos, como la licencia de construcción, el constructor debe verificar y constatar algún error u omisión de los requisitos de ley de estos documentos, como lo determinan la ley 400 de 1997, Ley 1796 de 2016, y el decreto 945 de 2017, en el caso de las edificaciones sismo residentes. Estos criterios aplican para los proyectos de infraestructura.

Por lo tanto, es fundamental la exigencia y vigilancia del cumplimiento, por las oficinas encargadas de conceder las licencias de construcción, absteniéndose de aprobar los proyectos o planos de construcciones que no cumplan con las normas de acuerdo a la ley.

Figura 2*Severidad del riesgo 1*

		SEVERIDAD DEL RIESGO 1			
		4	8	12	16
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 1. Elaboración Propia.

Descripción del Riesgo en Plan de Aceleración

Por otro lado, se estableció a través de la junta de asesores un plan de aceleración, con el fin de recuperar los atrasos, implementado por el constructor del proyecto.

También se evidenció que la obra dura más de lo que el cronograma indica, debido a imprevistos que no se pudieron evitar en la obra, no se llevó un seguimiento del cronograma.

Consecuencia del Riesgo. Lo que generó el no cumplimiento del tiempo establecido en el cronograma de actividades, ocasionó riesgos técnicos asociados con la decisión de realizar la aceleración y arrojó incertidumbre de cumplir con la programación de proyecto.

Otra consecuencia es el no cumplimiento del cronograma, que afectó que la obra dure más tiempo del estipulado, y generó nuevos costos por los diferentes imprevistos.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 2 ([ver figura 3](#)) diagrama de calor, se aplicó la fórmula (1) donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó dos (2) reincidencias de seis (6) proyectos, afectó directamente el proyecto, se asignó valores altos a cada factor en el tiempo que es la causa principal en el cronograma se colocó 4, a los otros factores alcance y costo se colocó tres (3) y se dividió en tres, dio un impacto de tres (3) que de acuerdo a tabla 16, es alto. Luego se aplicó la fórmula (2) para hallar la probabilidad, dio un valor de uno (1) y finalmente aplicamos la fórmula de severidad (1) arrojó un valor de cuatro (4), y se colocó en un nivel moderado.

Figura 3

Severidad del riesgo 2

		SEVERIDAD DEL RIESGO 2			
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 2. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. A partir de estas afirmaciones, se debe revisar, analizar y evaluar cuidadosamente la planificación de la gestión

implementada y revisar las alternativas para recuperar el tiempo de retraso. Contar con los requisitos que exige la ley en cuanto las modificaciones de licencias, para realizar la ejecución del plan de aceleración.

Además, se debe dar cumplimiento de las fechas establecidas en el cronograma.

Descripción del Riesgo Desestabilidad del Suelo

Se evidenció derrumbes constantes en sectores de altas pendientes (laderas), alto riesgo de deslizamientos y remoción de masa, que presentó alerta roja, para los municipios circunvecinos y se tomó decisiones para proteger las comunidades, se dejó fluir el agua por casa de máquinas con el fin de proteger la presa y no superar los niveles permitidos de acuerdo a diseño inicial.

Consecuencias del Riesgo. Lo que afectó, la infraestructura construida, por daños en la maquinaria instalada, lleno prioritario de la presa y generó una serie de obras adicionales como los cierres de túneles de desviación y de galería auxiliar de desviación.

Otro hallazgo que se encontró fue deslizamientos de rocas y tierra de distintos puntos, a lo largo del tramo de la vía, no se activó el plan de contingencia, ni se tomaron acciones para reducción de los riesgos, debido a que no se conoció la probabilidad de ocurrencia.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 3 ([ver figura 4](#)), diagrama de calor, se aplicó la formula (1) donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó dos (2) reincidencias de seis (6) proyectos, afectó directamente el proyecto, se asignó valores, a cada factor en el tiempo, dos (2) alcance y costo cuatro (4), afectó directamente el costo y el alcance y se dividió en tres, arrojó un impacto de tres (3), que de acuerdo a tabla 16, es alto. Luego se aplicó la formula (2) para hallar la probabilidad, que dio un valor de uno (1) y

finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), donde arrojó un valor de cuatro (4), y se colocó en un nivel moderado.

Figura 4

Severidad del riesgo 3

		SEVERIDAD DEL RIESGO 3			
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 3. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. De este modo, se debe hacer un estudio de riesgos de salud y de seguridad que presenta la obra, se debe manejar todas las medidas preventivas para evitar accidentes como, por ejemplo: señalización, equipo de alturas, primeros auxilios, seguridad en el andamiaje, ventilación suficiente en las zonas de trabajo, cuidados en la remoción de masas.

Análisis Cualitativo de Riesgo en el Aspecto Financiero

Descripción del Riesgo en Presupuesto

A continuación, se evidenció que el presupuesto calculado inicialmente, no contaba con imprevistos, ni gastos financieros, no se contempló costos de contingencia.

También generó destrucción del valor con respecto a la línea base, debido a que el proyecto no entro en operación y generó mayores inversiones.

Consecuencias del Riesgo. Por lo tanto generó, demoras por ineficiencia, falta de materiales, sobrecostos en la obra, cambio en las condiciones de ejecución de la obra. Perdida del presupuesto para continuar con su construcción.

Es así como el valor aumentó, después de la contingencia y surgió costos adicionales, que no estaban incluidos en el valor inicial. La destrucción de valor se hace creciente, debido a que no hay hidroeléctrica terminada e incapacidad de generar los kilovatios hora, que se había planteado.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 4 ([ver figura 5](#)) diagrama de calor, se aplicó la formula (1) donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó dos (2) reincidencias de seis (6) proyectos, afectó directamente el proyecto, se asignan valores a cada factor, en el tiempo cuatro (4), alcance tres (3) y costo cuatro (4), donde afectó directamente el tiempo y el costo y se divide en tres, dio un impacto de cuatro (4), que de acuerdo a tabla 16, es catastrófico. Luego se aplicó la formula (2) para hallar la probabilidad, dio un valor de uno (1) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de cinco (5), y se colocó en un nivel moderado.

Figura 5*Severidad del riesgo 4*

		SEVERIDAD DEL RIESGO 4			
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 4. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. En resumen el constructor debe contar con el presupuesto de proyecto de obra, que incluye varios capítulos, que cubrió la obra en cuanto demoliciones, cimentación, estructura, albañilería, cubierta, fachada, instalaciones, así mismo debe constatar que cuenta antes del inicio de la obra con el estudio de presupuesto. En paralelo revisar que el presupuesto cuente con imprevistos, gastos de contingencia y gastos financieros, realizar seguimiento a los informes de cotizaciones, realizar una minuciosa especificación de cada uno de los materiales que se van a utilizar en la obra para evitar errores.

Análisis Cualitativo de Riesgo en el Aspecto Administrativo

Descripción del Riesgo en Planeación

En el aspecto administrativo se presentó modificaciones contractuales, generación de nuevos ítems, los cuales fueron definidos después de la ejecución del contrato en cuanto a cantidad y precio.

Además, generó un nuevo contrato, que no contó con el financiamiento; debido a que los recursos fueron destinados a la construcción de otros sectores.

También se evidenció existencia de dos contratos donde se estipuló la ejecución, por optimización del mismo sistema de tratamiento de aguas.

Por lo tanto, debido a el siniestro en los proyectos, se destinaron recursos con el fin de mitigar las consecuencias sociales y ambientales.

Consecuencias del Riesgo. En necesario resaltar, que no se cumple con el principio de planeación, debido a que no se cuenta con los estudios de mercado.

De eso se desprende, que generó pagos dobles por el mismo concepto y ocasionó detrimento patrimonial.

Al mismo tiempo utilización de recursos, que afectó los rubros de logística, administrativa, gastos directos de contingencia, afectación a terceros y baja de activos.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 5 ([ver figura 6](#)) diagrama de calor, se aplicó la formula (1) donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó cuatro (4) reincidencias de seis (6) proyectos, afectó directamente el proyecto, se asignó valores cada factor, en el tiempo tres (3), alcance cuatro (4) y costo cuatro (4), afectó directamente el alcance y el costo y se divide en tres, dio un impacto de cuatro (4), que de

acuerdo a tabla 16, es catastrófico. Luego se aplicó la fórmula (2) para hallar la probabilidad, dio un valor de tres (3) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), arrojó un valor de diez (10), y se colocó en un nivel fuerte.

Figura 6

Severidad del riesgo 5

		SEVERIDAD DEL RIESGO 5			
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 5. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. Por consiguiente, implementar un plan de control, que permita que la obra funcione correctamente y que evalúe si cumple, a lo estipulado inicialmente en el contrato, en relación a que no se realice ningún tipo de modificación, ni se efectúe causación de doble pagos, ni utilización de recursos, que no ha sido destinados para cubrir los siniestros.

Descripción del Riesgo en Gestión de Comunicación

Otro riesgo que se evidenció, fue la falta de organigrama, que es necesario para mostrar la agrupación de actividades, relaciones de autoridad y canales de comunicación entre grupos.

Consecuencias del Riesgo. Debido a esto se evidenció, desde el inicio de la etapa constructiva, débil gestión contractual, y desfases en el cronograma.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 6 ([ver figura 7](#)) diagrama de calor, se aplicó la fórmula (1) donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó una (1) reincidencias de seis (6) proyectos, afectó directamente en proyecto, se asignó valores cada factor, en el tiempo cuatro (4), alcance dos (2) y costo dos (2), afectó directamente el tiempo y se dividió en tres, dio un impacto de tres (3), que de acuerdo a tabla 16, es alto. Luego se aplicó la fórmula (2), para hallar la probabilidad dio un valor de uno (1) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de dos (2), y se colocó en un nivel insignificante.

Figura 7*Severidad del riesgo 6*

		SEVERIDAD DEL RIESGO 6			
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 6. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. En conclusión para trabajar en un ambiente apto, se generó indicadores y control de rendimiento de los trabajadores a través de canales de comunicación entre los coordinadores y el personal de obra.

Descripción del Riesgo en Control

Por otra parte, no existe control por parte de la empresa, frente a la situación crítica, que presentó el proyecto, debido a los deslizamientos y obstrucciones en la vía.

Consecuencias del Riesgo. Mientras tanto las acciones tomadas, para superar el riesgo de acuerdo a la situación, no se cumplieron, lo cual generó riesgo para la población, sociedad y riesgo patrimonial.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 7 ([ver figura 8](#)) diagrama de calor, se aplicó la fórmula (1) donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó una (1) reincidencia de seis (6) proyectos, afectó directamente en proyecto, se asignó valores a cada factor, en el tiempo cuatro (4), alcance tres (3) y costo cuatro (4), donde afectó directamente el tiempo y costo, se dividió en tres, dio un impacto de cuatro (4), que de acuerdo a tabla 16, es catastrófico. Luego se aplicó la fórmula (2), para hallar la probabilidad dio un valor de uno (1) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de dos (2), y se colocó en un nivel insignificante.

Figura 8

Severidad del riesgo 7

SEVERIDAD DEL RIESGO 7					
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 7. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. Finalmente, si no se pueden prever los deslizamientos, es importante capacitar y preparar al personal de obra, para una correcta reacción de evacuación, ante tales eventos; en los cuales debe primar la protección de las vidas humanas.

Descripción del Riesgo en Patrimonio del Estado

De manera similar se presentan riesgos, por la toma de decisiones para la estructuración y actualización de las tarifas de los peajes, debido a que fue tomado el esquema de remuneración ingreso mínimo y afectó criterios económicos y legales.

Consecuencia del Riesgo. En definitiva, se observó deficiencias, en los plazos y montos establecidos, también un incremento adicional al índice de precios al consumidor (IPC), de las tarifas de los peajes y tarifas especiales del corredor vial.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 8 ([ver figura 9](#)) diagrama de calor, se aplicó la fórmula (1) donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó una (1) reincidencia de seis (6) proyectos, afectó directamente el proyecto, se asignó valores cada factor, en el tiempo dos (2), alcance dos (2) y costo cuatro (4), donde afectó directamente el costo, se dividió en tres, dio un impacto de tres (3) que de acuerdo a tabla 16, es alto. Luego se aplicó la fórmula (2) para hallar la probabilidad, dio un valor de uno (1) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de dos (2), y se colocó en un nivel insignificante.

Figura 9*Severidad del riesgo 8*

		SEVERIDAD DEL RIESGO 8			
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 7. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. Sin duda se debe verificar y constatar los montos de las tarifas de los peajes, como lo determinan la ley 105 de 1993, modificada parcialmente por la ley 787 de 2002, donde se especifica las disposiciones básicas, sobre el transporte en Colombia y donde se ve la regulación correspondiente a peajes en el territorio nacional.

Análisis Cualitativo de Riesgo en el Aspecto Jurídico

Descripción del Riesgo en Contratación

En el aspecto jurídico, no existe proceso de contratación pública; existe contrato BOOMT, que se rigió como uso común entre particulares, existió incertidumbre si la propuesta seleccionada, en el proceso de contratación fue la más óptima, debido a las deficiencias en el proceso de comparación, entre la iniciativa pública y privada, también generó una cuantiosa

gestión contractual del estado, a través de una sola entidad y afectó lo estipulado en el sector de infraestructura vial.

Por otra parte, generó otros contratos en obras principales y obras extras, de acuerdo a contrato BOOMT, que ocasionó valores adicionales a subcontratista de las obras de infraestructura.

Consecuencias del Riesgo. En pocas palabras, no se encontró regulado, dentro de la normativa de contratación pública o privada, no contó con estudios e informes en la etapa de prefactibilidad y factibilidad.

En suma, se presentó diferentes contratos, que generó grandes sumas invertidas.

En definitiva, por incumplimiento del contrato, se presentó exigencias, penalización y multas económicas, imposibles de cumplir

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 9 ([ver figura 10](#)) diagrama de calor, se aplicó la formula (1) donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó cuatro (4) reincidencias de seis (6) proyectos, afectó directamente el proyecto, se asignó valores para cada factor, de cuatro (4) para tiempo, alcance y costo, afectó directamente el proyecto, después todos los factores se dividió en tres, dio un impacto de cuatro (4), que de acuerdo a tabla 16, es catastrófico. Luego se aplicó la formula (2), para hallar la probabilidad dio un valor de tres (3) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de once (11), y se colocó en un nivel fuerte.

Figura 10*Severidad del riesgo 9*

		SEVERIDAD DEL RIESGO 9			
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 9. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. En resumen, se deben tener en cuenta todas las normas y leyes, a través de una investigación exhaustiva y análisis de cumplimiento de cada una de las normas que cobijan el proyecto, para el diseño y construcción del proyecto, con el fin de estar respaldado bajo los lineamientos del contrato.

Descripción del Riesgo en Pagos

En paralelo se presentan errores en giro a empresas por concepto de comisión de éxito, debido a que la propuesta no fue escogida ni contratada y generó irregularidades en el proceso de contratación.

De manera similar, no se cumple con los giros acumulados a la cuenta del proyecto, de acuerdo a programación establecida.

Por otro lado, se establece mecanismos alternativos de solución de conflictos (MASC), de acuerdo a contrato de concesión, se determinó definir controversias y se efectuó los giros de acuerdo a la relación de pagos.

Consecuencias del Riesgo. Dicho brevemente se realizó pagos por comisión de Éxito a la unión temporal, que no fue escogida y generó daño patrimonial.

También existió atrasos en los giros mínimos establecidos, de acuerdo al contrato, se evidenció incumplimiento en lo pactado en el plan y generó una multa diaria estipulada dentro de los plazos.

En suma, se generó pagos en fechas en que el proyecto, no tenía ninguna controversia, en relación con la ejecución del contrato.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 10 ([ver figura 11](#)) diagrama de calor, se aplicó la fórmula (1), donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó tres (3) reincidencias de seis (6) proyectos, afectó directamente el proyecto, se asignó valores a cada factor, de cuatro (4) para el costo, y tres (3) para el tiempo y el alcance donde afectó directamente el costo, se dividió en tres, dio un impacto de tres (3) que de acuerdo a tabla 16, es alto. Luego se aplicó la fórmula (2), para hallar la probabilidad dio un valor de dos (2) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de siete (7), y se colocó en un nivel moderado.

Figura 11*Severidad del riesgo 10*

		SEVERIDAD DEL RIESGO 10			
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	4	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 10. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. Por consiguiente, se debe contar con estudios financieros, económicos y presupuestales, que permitan sustentar y determinar la proyección en tiempo y cuantía, estar estipulado en los pliegos de condiciones y en el contrato, con el fin de que no se convierta en una obligación indeterminada.

Sin duda se debe verificar y constatar de acuerdo al plan de pagos, que empresas fueron las contratadas para la ejecución de contrato. Además, tener claridad en lo estipulado, en cuanto a comisión de éxito, que es lo pactado por el estado y los contratistas, con el fin de cumplir con los objetivos para que exista un real equilibrio económico.

En suma, se deben realizar los giros estipulados en el plan de pagos, con el fin evitar costos adicionales por atrasos.

En último lugar se debe verificar y constatar de acuerdo al plan de pagos, que empresas fueron las contratadas para la ejecución de contrato. Tener claridad lo estipulado en cuanto a controversia de acuerdo a los mecanismos alternativos de solución de conflictos.

Descripción del Riesgo en Acción Popular

Si bien es cierto que los daños causados por proyecto de construcción, debido al cauce de los ríos y daños ambientales, lo que generó la instauración de acción popular, impuesta por la defensoría del pueblo y el tribunal administrativo.

Consecuencias del Riesgo. Resumiendo, generó daño grave e irreversible, causado por cauce de los ríos, debido a volúmenes superiores a los autorizados en la licencia ambiental, y los depósitos en las zonas de disposición, que agrava la situación.

En síntesis, no se cumple con lo estipulado en el pliego de condiciones, no se optimiza de manera eficaz, el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales STARI.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 11 ([ver figura 12](#)) diagrama de calor, se aplicó la fórmula (1), donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo, y debido a que generó dos (2) reincidencias de seis (6) proyectos, afectó directamente el proyecto, se asignó valores a cada factor, de dos (2) para tiempo y costo y tres (3) para el alcance, donde afectó directamente el alcance, se dividió en tres, dio un impacto de dos (2), que de acuerdo a tabla 16, es medio. Luego se aplicó la fórmula (2), para hallar la probabilidad dio un valor de uno (1) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de tres (3) y se colocó en un nivel insignificante.

Figura 12*Severidad del riesgo 11*

SEVERIDAD DEL RIESGO 11					
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 11. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. Para concluir se debe analizar y contemplar, lo establecido en el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible, decreto 1076 de 2015, en cuanto la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, con el fin de tener estrategias de reacción más precisas, como el uso de instrumentos que permitan controlar los volúmenes permitidos y otros factores que afecten el tratamiento de aguas, también el estudio adecuado de la ubicación de los materiales en las zonas de disposición.

En efecto, revisiones periódicas por parte del equipo encargado e instrucción anticipada, para garantizar el cumplimiento de las normas de ambientales, con el fin de contar con las

regulaciones de recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamientos sostenible, de los recursos naturales renovables y del ambiente

Descripción del riesgo en licencias de construcción

Se evidenció en la adjudicación de licencias de construcción, irregularidades e ilegalidad en algunas edificaciones, por ejemplo, un edificio fue calculado para construir cuatro plantas, y la constructora construyó seis plantas.

Consecuencias del Riesgo. En definitiva, existe afectación, porque sobre pasa los cálculos estructurales, de acuerdo a reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, y se realizó excavación de la edificación, después de construida, para construir un semi sótano que no estaba contemplado, en el diseño original y queda las zapatas de los cuatro extremos flotantes.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 12 ([ver figura 13](#)) diagrama de calor, se aplicó la formula (1), donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó dos (2) reincidencias de seis (6) proyectos, afectó directamente en proyecto, se asignan valores a cada factor, de tres (3) para alcance y costo y dos (2) para el tiempo, que afectó directamente el alcance y costo, se dividió en tres, dio un impacto de tres (3), que de acuerdo a tabla 16, es alto. Luego se aplicó la formula (2), para hallar la probabilidad dio un valor de uno (1) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de cuatro (4) y se colocó en un nivel moderado.

Figura 13*Severidad del riesgo 12*

		SEVERIDAD DEL RIESGO 12			
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 6. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. En consecuencia, el constructor debe cumplir con el artículo 6° de la ley 1796 de 2016, el cual creó el certificado técnico de ocupación, que será expedido bajo la gravedad de juramento, por el supervisor técnico independiente, una vez concluidas las obras de cimentación y estructura, aprobadas en la respectiva licencia y previo a la ocupación de la nueva edificación, donde certifique, que la obra contó con la supervisión correspondiente y que la edificación se ejecutó de conformidad, con los planos, diseños y especificaciones técnicas, estructurales y geotécnicas, exigidas por el reglamento colombiano de construcciones sismo resistente y aprobadas en la respectiva licencia.

En última instancia, se debe cumplir con el artículo 4° de la ley 1796 de 2016, que modificó el artículo 18 de la ley 400 de 1997, en cuanto a la obligación de efectuar la supervisión técnica independiente para aquellas edificaciones, que superen o puedan llegar a superar,

mediante ampliaciones los 2.000 metros cuadrados de área construida, así como aquellas, que por su complejidad, procedimientos constructivos especiales o materiales empleados requieran de dicha labor.

Análisis Cualitativo de Riesgo en el Aspecto Ambiental

Descripción del riesgo en calidad del aire

En el aspecto ambiental, se evidenció la emisión de dióxido de carbono CO₂, que puso en riesgo el cumplimiento del tope, debido a que afectó la calidad del aire o contaminación del mismo.

Consecuencias del Riesgo. En pocas palabras causó daños, riesgos o molestias en la seguridad, la salud y el estado de los seres humanos y los entornos cercanos.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 13 ([ver figura 14](#)) diagrama de calor, se aplicó la fórmula (1), donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó uno (1) reincidencia de seis (6) proyectos, afectó directamente el proyecto, se asignan valores a cada factor, de tres (3) para alcance y costo y dos (2) para el tiempo, que afectó directamente el alcance y costo, se dividió en tres, dio un impacto de tres (3), que de acuerdo a tabla 16, es alto. Luego se aplicó la fórmula (2), para hallar la probabilidad, dio un valor de uno (1) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de dos (2), y se colocó en un nivel insignificante.

Figura 14*Severidad del riesgo 13*

SEVERIDAD DEL RIESGO 13					
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 13. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. Por consiguiente, realizar el debido seguimiento y controles, en todas las actividades, que puedan contaminar el aire de alguna manera, proponer estrategias, que mitiguen tales efectos, exigir al personal más expuesto, a este riesgo, el uso de elementos de protección suficientes, para evitar complicaciones a futuro.

Descripción del Riesgo en Licencia Ambiental

Es necesario resaltar que, se presentó inexistencia de licencia ambiental, además no se encontró la respectiva autorización o modificación, para el desarrollo del proyecto. No se realizó, la modificación de la licencia ambiental para la construcción, implementación y operación de las instalaciones transitorias, para uso de campamento (alojamiento) de personal contratado para la obra.

De manera similar, no se encontró autorizada la construcción del proyecto, en la resolución de licencia ambiental, es decir se está construyendo el túnel piloto, sin que se encuentre licenciado.

En paralelo existió falta de control y seguimiento, por parte de las autoridades ambientales, debido a que se permitió, que se lleve a cabo disposición de materiales, en la zona de depósito, donde se debió construir estructuras para manejo de escombros, uso de filtros, muros de contención y gaviones.

Consecuencias del Riesgo. Dicho brevemente, debido a que no se cumplen con cada uno de los requisitos, que se piden para la licencia, la autoridad nacional de licencias ambientales, impone multa. En suma, afectó al medio ambiente, los recursos naturales, el paisaje y la salud humana y generó procesos sancionatorios ambientales.

También afectó las fuentes hídricas por disposición de materiales, se evidenció, que no se realizó construcción de estructuras, que afectó zonas aledañas y las zonas de depósito, debido a los movimientos en masa.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 14 ([ver figura 15](#)) diagrama de calor, se aplicó la fórmula (1), donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó tres (3) reincidencias de seis (6) proyectos, afectó directamente al proyecto, se asignan valores a cada factor, de tres (3) para tiempo y alcance y cuatro (4) para el costo, afectó directamente el costo, se dividió en tres, dio un impacto de tres (3), que de acuerdo a tabla 16, es alto. Luego se aplicó la fórmula (2), para hallar la probabilidad dio un valor de dos (2) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de siete (7), y se colocó en un nivel moderado.

Figura 15*Severidad del riesgo 14*

SEVERIDAD DEL RIESGO 14					
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 6. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. En resumen, se debe revisar los documentos generados en la fase de consultoría, con el fin de tener seguridad, que se tienen las licencias y permisos de acuerdo al decreto 2820 del 05 de agosto de 2010, en su artículo 49, que consagró la obligatoriedad de la licencia ambiental, para la ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables, al medio ambiente o introducir modificaciones considerables al paisaje.

Sin duda se debe realizar una checklist, para verificar que se cumple con todos los requerimientos para la licencia ambiental, cumplir con toda la documentación que se pide,

determinar un equipo que se encargue de los cumplimientos de la misma. Se debe verificar y constatar algún error u omisión de los requisitos de ley de estos documentos.

Luego, analizar y contemplar lo establecido en el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible, decreto 1076 de 2015, en cuanto la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, con el fin de dar uso adecuado, de la ubicación de los materiales en las zonas de disposición.

Descripción del riesgo en tratamiento de aguas

Por otra parte, optimizar el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales o generar diferentes alternativas, para reducir las cargas contaminantes, que pudieran afectar el paso por la quebrada.

Consecuencias del Riesgo. En suma, se generó pasivos ambientales, que han sido asumidos por estado, debido al manejo ineficaz e ineficiente sobre las medidas y manejo ambiental, relacionadas con el tratamiento de aguas que drenan el proyecto.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 15 ([ver figura 16](#)) diagrama de calor, se aplicó la fórmula (1), donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó uno (1) reincidencia de seis (6) proyectos, afectó directamente el proyecto, se asignan valores a cada factor, de dos (2) factor tiempo, tres (3) factor alcance, y cuatro (4) para el costo, que afectó directamente el costo, se dividió en tres, dio un impacto de tres (3), que de acuerdo a tabla 16, es alto. Luego se aplicó la fórmula (2), para hallar la probabilidad dio un valor de uno (1) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), arrojó un valor de dos (2), y se colocó en un nivel insignificante.

Figura 16*Severidad del riesgo 15*

		SEVERIDAD DEL RIESGO 15			
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 15. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. En síntesis, analizar y contemplar, lo establecido en la norma de vertimientos, de la resolución 0631 de 2015, donde reglamenta el artículo 28 del decreto 3930 de 2010, que responde a la nueva realidad urbana, industrial y ambiental, del país y el control de las sustancias contaminantes, que llegan a los cuerpos de agua. Para terminar, enfatizar en el obligatorio cumplimiento, para todas aquellas personas que desarrollen actividades industriales, comerciales o de servicios, y que, en el desarrollo de las mismas, generen aguas residuales, que serán vertidas en un cuerpo de agua superficial o al alcantarillado público.

Análisis Cualitativo de Riesgo en el Aspecto Social

Descripción del riesgo en vida y patrimonio de familias

En el aspecto social, se evidenció la construcción de la GAD (galería auxiliar de desviación), no estuvo contemplada en los diseños inicialmente realizados, para la construcción del modelo hidráulico, no se tuvo en cuenta los ensayos sobre perforaciones, instrumentación y faltó información geotécnica.

Consecuencias del Riesgo. En resumen, los acontecimientos, generó la afectación de la estructura del proyecto, la integridad, vida, y patrimonio de las familias, del área de influencia directa del río y los bienes ambientales.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 16 ([ver figura17](#)) diagrama de calor, se aplicó la fórmula (1), donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó uno (1) reincidencia de seis (6) proyectos, afectó directamente el proyecto, se asignó valores a todos los factores, de tres (3), afectó directamente al proyecto, se dividió en tres, dio un impacto de tres (3) que de acuerdo a tabla 16, es alto. Luego se aplicó la fórmula (2), para hallar la probabilidad, dio un valor de uno (1) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), arrojó un valor de dos (2), y se colocó en un nivel insignificante.

Figura 17*Severidad del riesgo 16*

SEVERIDAD DEL RIESGO 16					
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 16. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. Por consiguiente, se debe revisar los estudios, diseños, y especificaciones técnicas, de materiales y procesos constructivos, antes de la ejecución de la obra, que den cumplimiento de los requisitos estipulados, en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10; en cuanto a estudios geotécnicos, diseño arquitectónico, diseño estructural, diseño de la cimentación, diseño sísmico de los elementos no estructurales.

En efecto realizar el debido seguimiento, controles en todas las actividades y revisiones periódicas, por parte del equipo encargado e instrucción anticipada, para garantizar el cumplimiento de las normas.

Descripción del Riesgo en Alerta a las Comunidades

Por otra parte, se generó derrumbe, que taponó la galería auxiliar, se hace necesario alertar a las comunidades sobre anomalías en el caudal, luego se presentó taponamiento total y apareció una chimenea en la superficie.

Además, debido al colapso de la etapa 6 y después del diagnóstico, se decide la demolición del edificio en su totalidad.

Similarmente, debido a la deficiencia en el diseño estructural y calidad de materiales, se evidencia patologías, que son comunes a todas las edificaciones.

Consecuencias del Riesgo. En definitiva, el taponamiento total de la galería auxiliar de desviación (GAD), generó un flujo de agua por el túnel, debido al colapso de una de las galerías, que ocasionó el cierre del puente, como medida de prevención.

En pocas palabras el cerramiento de las vías, aislar la zona de influencia, evacuar las edificaciones vecinas.

Para simplificar el colapso ante cargas sísmicas, como cargas de uso normal y presencia de riesgo ante las cargas de uso actual, lo que generó la orden de evacuar inmediatamente.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 17 ([ver figura 18](#)) diagrama de calor, se aplicó la fórmula (1), donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó tres (3) reincidencia de seis (6) proyectos, se asignan valores, al alcance de tres (3), y a los factores tiempo y costo de cuatro (4), que afectó directamente al proyecto, se dividió en tres, dio un impacto de cuatro (4), que de acuerdo a tabla 16, es catastrófico. Luego se aplicó la fórmula (2), para hallar la probabilidad dio un valor de dos (2), y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de siete (7), y se colocó en un nivel moderado.

Figura 18*Severidad del riesgo 17*

SEVERIDAD DEL RIESGO 17					
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 17. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. En conclusión, ante las situaciones ya generadas, es importante capacitar y preparar al personal de obra, para una correcta reacción de evacuación y prevención ante tales eventos, en los cuales debe primar la protección de las vidas humanas.

Descripción del Riesgo en Daños y Evacuación de Pobladores

Mientras tanto, debido a que el caudal del río se represo en el embalse y todos los túneles se encontraron cerrados, por donde se podría desviar el flujo de agua, hizo que el nivel del agua aumentará rápidamente y ocasionará el riesgo de sobrepasar la presa.

También, más adelante presentó una liberación, que ocasionó un segundo deslizamiento, que cierra el túnel de desviación derecho y sube los niveles del embalse.

Consecuencias del Riesgo. En resumen, la desviación del caudal de río por casa de máquinas, a través de los túneles de captación, lo que generó daños en la infraestructura construida y maquinaria instalada. Lo cual hizo que el flujo del agua tomará su rumbo, por el túnel de desviación derecho, y debido al des taponamiento natural, generó un caudal en el rio aguas abajo, superior a 6.000 metros cúbicos por segundo.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 18 ([ver figura19](#)) diagrama de calor, se aplicó la formula (1), donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó una (1) reincidencia de seis (6) proyectos, se asignó valores, al alcance de tres (3), y a los factores tiempo y costo de cuatro (4), que afectó directamente al proyecto, se dividió en tres, dio un impacto de cuatro (4), que de acuerdo a tabla 16, es catastrófico. Luego se aplicó la formula (2), para hallar la probabilidad, dio un valor de uno (1), y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), arrojó un valor de dos (2), y se colocó en un nivel insignificante.

Figura 19*Severidad del riesgo 18*

SEVERIDAD DEL RIESGO 18					
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 18. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. En consecuencia ante las situaciones ya generadas, es importante capacitar y preparar al personal de obra, para una correcta reacción de evacuación y prevención ante tales eventos, en los cuales debe primar la protección de las vidas humanas.

De igual manera, para prevenir los deslizamientos, es necesario localizar las áreas propensas, evitar los asentamientos, cerca de áreas de riesgo, activar campañas reforestación planificadas, mejorar drenaje de los suelos.

Además, revisar los estudios, diseños, y especificaciones técnicas de materiales y procesos constructivos, antes de la ejecución de la obra, que den cumplimiento de los requisitos estipulados, en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

Descripción del Riesgo en Abastecimiento de Agua

Igualmente, debido al mal manejo de los vertimientos, en cuanto los sólidos suspendidos totales, autorizados de acuerdo a decreto.

Consecuencias del Riesgo. En suma, generó suspensión del servicio de agua, para el consumo humano, debido a la superación del nivel de vertimientos.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 19 [\(ver figura 20\)](#) diagrama de calor, se aplicó la formula (1), donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó una (1) reincidencia de seis (6) proyectos, se asignó valores, al tiempo de tres (3), al alcance de dos (2) y costo de cuatro (4) que afectó directamente al proyecto, se dividió en tres, dio un impacto de tres (3), que de acuerdo a tabla 16, es alto. Luego se aplicó la formula (2), para hallar la probabilidad dio un valor de uno (1) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), arrojó un valor de dos (2), y se colocó en un nivel insignificante.

Figura 20*Severidad del riesgo 19*

		SEVERIDAD DEL RIESGO 19			
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 19. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. En conclusión implementar un plan de control, por las autoridades ambientales, con el fin de que realicen el seguimiento y cumplimiento a la resolución 0631 de 2015, que reglamenta el artículo 28 del decreto 3930 de 2010, a través de los permisos de vertimientos en proyectos, que desarrollen actividades industriales, comerciales o de servicios y que el desarrollo de las mismas, genere aguas residuales, y garantice a la comunidad el uso de este recurso.

Descripción del Riesgo en Proyectos no Entregados

Por otra parte, la espera para recibir soluciones, para reasentamiento de familias, en viviendas de interés social y prioritario.

Consecuencias del Riesgo. En pocas palabras, a la fecha no han sido entregadas todas las viviendas.

Análisis Cuantitativo del Riesgo. Después de analizar la descripción del riesgo y sus consecuencias, se presentó la severidad del riesgo 20 ([ver figura 21](#)) diagrama de calor, se aplicó la fórmula (1), donde el impacto presentó un análisis en cuanto al tiempo, alcance y costo y debido a que generó una (1) reincidencia de seis (6) proyectos, se asignó valores, al tiempo y al costo de tres (3), y al alcance de cuatro (4), que afectó directamente al proyecto, se dividió en tres, dio un impacto de tres (3), que de acuerdo a tabla 16, es alto. Luego se aplicó la fórmula (2), para hallar la probabilidad, dio un valor de uno (1) y finalmente se aplicó la fórmula de severidad (1), que arrojó un valor de dos (2), y se colocó en un nivel insignificante.

Figura 21

Severidad del riesgo 20

SEVERIDAD DEL RIESGO 20					
IMPACTO	CATASTRÓFICO 4	4	8	12	16
	ALTO 3	3	6	9	12
	MEDIO 2	2	4	6	8
	BAJO 1	1	2	3	4
		CASI NULO 1	RARO 2	PROBABLE 3	CASI SEGURO 4
		PROBABILIDAD			

Nota. El gráfico representa severidad del riesgo 20. Elaboración Propia.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar. Para terminar, implementar un plan de control para que dé cumplimiento a lo estipulado en la ley 1796 de 2016, de acuerdo artículo 8, donde se ampara la obligación de los perjuicios patrimoniales y protección del

comprador de vivienda, el constructor o enajenador de vivienda nueva, estará obligado a cubrir los perjuicios patrimoniales causados a los propietarios que se vean afectados.

Modelo de Gestión

Descripción del Modelo de Gestión – MG

El modelo de gestión propuesto para la gestión de proyectos de baja complejidad en Colombia, se fundamentó en el análisis de los estudios de caso presentados anteriormente en este documento. Este modelo, definió un conjunto de áreas del conocimiento para el desarrollo del proyecto constructivo, soportados en Construction Extension to the PMBOK Guide, del Project Management Institute PMI para la toma de decisiones, contrastado con la aplicación en los grupos de procesos de dirección de proyectos ([ver tabla 23](#)). La mayoría de las veces los proyectos manejan diez (10) áreas de conocimiento, para este documento se aplicó como base cuatro (4) áreas, para el desarrollo del proyecto, como fueron: gestión de integración del proyecto, gestión del cronograma del proyecto, gestión de comunicaciones del proyecto y gestión del riesgo del proyecto.

En primer lugar, en el grupo de procesos de inicio, se identificó para cada una de las áreas del conocimiento, los eventos organizados como registro de interesados, plan para la dirección de proyectos, factores ambientales, activos de los procesos de la organización, programación de obra y se generó el acta de constitución del proyecto.

En segunda instancia, en la planificación de gestión del cronograma, se definió las actividades, secuenció actividades, se estimó los recursos y se desarrolló el cronograma. En la planificación de gestión de comunicaciones, se planeó la coordinación de temas, a través de reuniones de trabajo. En la planificación de gestión de riesgos se identificó los riesgos y se realizó el análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos.

A continuación, en el grupo de procesos de ejecución, se definió actividades, para cada una de las áreas de conocimiento, donde se clasificó los proyectos elegidos en los diferentes aspectos, dicha clasificación cubrió los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, donde se dirigió y gestionó el trabajo del proyecto.

En seguida, en el grupo de procesos de monitoreo y control, se definió actividades, para cada una de las áreas de conocimiento, en la gestión del cronograma, se controló y se monitoreo el estado del proyecto a través de formato de programación de obra, en la gestión de comunicaciones, se controló las comunicaciones a través de minuta e informe de avances y contingencias y en la gestión de riesgo del proyecto, se construyó una matriz de riesgo, que permitió el control de los riesgos.

En último lugar, en el grupo de procesos de cierre, se actualizó los documentos del proyecto, en todos los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, con la validación de la matriz de riesgos a través de juicio de expertos.

Tabla 23*Correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento*

Áreas de Conocimiento para el desarrollo del proyecto edificatorio	Grupos de Procesos de la Dirección del Proyectos de Construction Extension de la Guía del PMBOK				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto • Documentos de negocio • Acuerdos • Factores ambientales de la empresa • Activos de los procesos de la organización (Aspecto administrativo)	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto • Ciclo de vida del proyecto • Ciclo de vida de desarrollo • Recopilación de datos Tormenta de ideas Lista de verificación Grupos focales Entrevistas • Habilidades Gestión de reuniones • Reuniones	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto • Gestionar el conocimiento del proyecto • Realizar el control integrado de cambios • Juicio de expertos • Reuniones	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	4.6 Cerrar Proyecto o Fase • Acta de constitución del proyecto • Registro de supuestos • Plan para la dirección del proyecto.
6. Gestión del Tiempo del Proyecto	Programación de Obra en formato Gantt de Microsoft Project	6.1 Planificar la Gestión del cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades	Debe estimarse la cantidad de esfuerzo de trabajo requerido y la cantidad de recursos para	6.7 Controlar el Cronograma Monitorear el estado del proyecto para actualizar el	Informe del desempeño del trabajo incluyendo pronósticos del cronograma,

Áreas de Conocimiento para el desarrollo del proyecto edificatorio	Grupos de Procesos de la Dirección del Proyectos de Construction Extension de la Guía del PMBOK				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto	(Aspecto Técnico, Financiero, Administrativo, Jurídico)	6.4 Estimar los Recursos de las Actividades 6.5 Estimar la Duración de las Actividades 6.6 Desarrollar el Tiempo.	completar la actividad. Se deben documentar todos los datos y supuestos que respaldan el estimado de la duración de la actividad.	la cronograma del proyecto y gestionar cambios a la línea base del tiempo. (Aspecto Administrativo)	solicitudes de cambio, actualizaciones a los documentos del proyecto (Aspecto Técnico, Financiero, Administrativo, Jurídico).
	<ul style="list-style-type: none"> • Plan para la dirección del proyecto • Registro de interesados • Factores ambientales de la empresa • Activos de los procesos de la organización (Aspecto Administrativo) 	10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones Informe de coordinación de temas de reunión de trabajo (Minuta), Según formato previo de minuta y será enviado por email.	10.2 Gestionar las Comunicaciones • Contar con un grupo de solución. • Debe existir respeto, tolerancia, tranquilidad y honestidad. • Respetar el tiempo de intervención de cada participante.	10.3 Controlar las Comunicaciones Reunión del Equipo Informe de avances y contingencias. Documento y presentación oral con ayudas visuales de temas de minuta establecida previamente y pendientes, preguntas y respuestas.	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación de solicitudes de cambios • Plan de gestión de las comunicaciones • Actualización a los documentos del proyecto.

Áreas de Conocimiento para el desarrollo del proyecto edificatorio	Grupos de Procesos de la Dirección del Proyectos de Construction Extension de la Guía del PMBOK				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto	• Acta de constitución del proyecto	11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos	• Análisis Cuantitativo:	11.6 Controlar los Riesgos	• Plan de Gestión de Riesgos:
	• Plan para la dirección del proyecto	11.2 Identificar los Riesgos	resultados, análisis de sensibilidad,	Monitoreo: El monitoreo se	Actividades, Equipo, Umbrales, reglas.
	• Factores ambientales de la empresa	11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos	actualización de priorización	realizará utilizando el sistema que se	• Registro de riesgos
	• Activos de los procesos de la organización (Todos los aspectos)	11.4 Realizar el Análisis Cuantitativos de Riesgos	• Plan de Respuesta e implementar	defina en la gestión del proyecto para	• Informe de riesgos
		11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	respuestas: Estrategias y	este fin. El plan de gestión de riesgos se revisará	• Actualizaciones a los documentos del proyecto
	• Identificar los Riesgos: Documentar riesgos	acciones.	mensualmente y los resultados de la revisión se	• Actualización al plan para la dirección del proyecto	
	• Análisis Cualitativo: Probabilidad + Impacto + Causa + importancia + Prioridad		presentarán en las sesiones de seguimiento del proyecto.	• Actualización a los activos de los procesos de la organización.	

Nota. Esta tabla muestra correspondencia entre grupos. Elaboración Propia.

Insumos para el Modelo de Gestión – MG

Los insumos utilizados para realizar el modelo de gestión, tomados desde el diagnóstico en el capítulo de marco de referencia y el capítulo de teoría de las fases de los proyectos en sus diferentes etapas, permitió la estructuración del modelo de gestión, sobre la base de la identificación de los problemas más relevantes clasificados en la matriz de riesgos de proyectos de baja complejidad en Colombia y su concepción está contemplada para cubrir la problemática encontrada en micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) teniendo en cuenta lo siguiente:

Mapeo de los Procesos de Dirección de Proyectos. Se utilizaron los siguientes procesos de la dirección de proyectos de Construction Extension to the PMBOK Guide versus las áreas de conocimiento, para el desarrollo de los proyectos, como la gestión de integración del proyecto, la gestión del tiempo del proyecto, la gestión de comunicaciones y la gestión del riesgo del proyecto. En este mapeo se diagramaron estos procesos, se usó la plataforma Bizagi Process Modeler, que es una aplicación gratuita para diagramar, documentar y simular procesos con el fin de automatizar los flujos de trabajo en los proyectos constructivos.

Diagnóstico de la Matriz de Riesgo. Después de analizada la información y la clasificación de los procesos de dirección de proyectos y cubrir todos los aspectos, se generó una matriz de riesgos, el diagnóstico fue realizado en el capítulo validación de matriz de riesgo, donde se analizaron los problemas más relevantes en cada uno de los riesgos, de acuerdo a la siguiente clasificación:

Análisis Cualitativo de los Riesgos

Clasificación de los aspectos del riesgo: técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales.

Definición del riesgo: dependió del área del sector que es afectada el proyecto.

Descripción del riesgo: Se definió las situaciones generadas por cada riesgo.

Consecuencias del riesgo: Relación los problemas más frecuentes encontrados en los proyectos.

Reincidencias: número de veces que incurrió el mismo riesgo en un proyecto.

Análisis Cuantitativo de los Riesgos

Cálculo del impacto: sumatoria de los factores tiempo, alcance y costo dividido en tres y clasificación del resultado en bajo, medio, alto, catastrófico.

Cálculo de la probabilidad: de acuerdo a las reincidencias en los proyectos, por el más alto factor que mide el impacto, dividido en los estudios de caso evaluados y clasificación del resultado en casi nulo, raro, probable, casi seguro.

Cálculo de severidad: de acuerdo a los resultados anteriores se haya la severidad, se aplicó la fórmula (1) y su clasificación en insignificante, moderado, fuerte, significativo.

Propuesta de Mejora y Controles Claves a Implementar

Acción preventiva - descripción del control, donde se realizó las recomendaciones necesarias con el fin de controlar el riesgo, el análisis y evaluación cubre todos los aspectos: técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales.

Cálculo de la eficiencia: Se aplicó la fórmula (3) que es el producto de la periodicidad en la acción del control y la oportunidad de acción del control, donde se han dado valores, de acuerdo al grado de efectividad con que se enfrentan los riesgos.

Exposición al Riesgo

Cálculo por riesgos específico: que es igual a la severidad dividido en la eficiencia.

Por categoría: Es la sumatoria promedio de acuerdo a los factores: técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales.

Riesgo del proyecto: promedio de todos los factores.

Servicios Tecnológicos. Dentro del modelo de gestión se incluye un ejercicio de servicios tecnológicos cuyo objetivo es identificar iniciativas en el corto y mediano plazo, teniendo en cuenta las necesidades de capacidad tecnológica y de operación, se tiene previsto adelantar la estrategia de servicios tecnológicos que garantice la disponibilidad y operación de TI, el cual incluye: criterios de calidad y procesos de gestión de servicios de TIC, servicios de operación y procedimientos de gestión y niveles de servicio (ANS).

Operación de Servicios Tecnológicos

Estrategia y Gobierno

De esta forma, se ha previsto adelantar la situación actual de los servicios tecnológicos para las categorías: estrategia y gobierno, administración de sistemas de información, infraestructura, servicios de operación y mesa de servicios especializados.

Con el fin de llevar a cabo la prestación de los servicios tecnológicos que se utilizan en la oficina de planeación y sistemas, para garantizar disponibilidad, operación continua, soporte a los usuarios, administración, mantenimiento y seguridad se tienen previstos estos servicios:

Arquitectura de Infraestructura Tecnológica.

Servicios de Conectividad.

Servicios de Administración y Operación.

Soporte Técnico y Mesa de Ayuda.

Seguimientos.

Conectividad

Dentro de este componente se relaciona toda la capacidad de conectividad que se debe disponer para dar acceso a las redes LAN, WAN e Internet, la oficina de planeación y sistemas, que garantice la administración, el mantenimiento y soporte, de las aplicaciones que conforman los sistemas de información y los servicios informáticos, también definirá un documento general de políticas de TI para cada tipo de servicio.

Administración y Operación de Infraestructura Tecnológica. Incluye todos los elementos de operación y servicios para garantizar la disponibilidad y operación de la plataforma tecnológica:

Monitoreo

Los componentes de la infraestructura tecnológica deben contar con agentes y mecanismos de monitoreo que a través de alertas informen sobre los umbrales que alcance el hardware y/o incidentes, y que, a su vez, registren la información de los errores en archivos que posteriormente facilitarán el diagnóstico y la solución de las fallas. El servicio de monitoreo debe ser permanente.

Almacenamiento

Debe permitir monitorear la capacidad de todo tipo de almacenamiento, monitorear, tener claro cómo se encuentra distribuido con respecto a cada uno de los servicios que se prestan.

Copias de Seguridad

Es la encargada de mantener los respaldos de todo tipo de información y configuraciones que se encuentren sobre la infraestructura. Debe validar las políticas de Backus que se hayan definido por parte del proyecto, debe garantizar el respaldo, custodia y restauración.

Seguridad Informática

La administración de la seguridad informática se hará de acuerdo al procedimiento de gestión de seguridad y las políticas de seguridad serán definidas por el líder del sistema de gestión de seguridad de la información del proyecto o el oficial de seguridad.

Mantenimiento Preventivo y Correctivo

Se debe garantizar que en cada uno de los componentes de infraestructura se tenga un adecuado mantenimiento.

Administración de Aplicaciones

Se encargará de la administración de los paquetes de software que soportan los sistemas de información. Deberá velar por los siguientes componentes: monitoreo del desempeño de las aplicaciones, identificación de causas de fallas y escalamiento de los incidentes técnicos funcionales, solución a incidentes de carácter técnico no funcional, monitoreo el uso de las aplicaciones y generar reportes de uso, preparación y ejecución de los cambios sobre las aplicaciones, seguimiento a la ejecución de cambios y reinicios, registro de los cambios de configuración de la aplicación en la base de configuración.

Gestión de Aplicaciones

Arquitectura de Aplicaciones. Para asegurar que las aplicaciones o actualizaciones que se desarrollarán, estén acorde a los lineamientos de arquitectura, las plataformas de capa media y de base de datos; participa en la definición y actualización de la arquitectura de aplicaciones, desarrolla los planes de capacidad para proyectar los crecimientos en las aplicaciones que luego se traducen en crecimientos de infraestructura, genera y mantiene la documentación o base de datos de configuración de las aplicaciones: documentación de instalación, técnica e interoperabilidad.

Administración de Capa Media

Se encargará de la administración de los componentes de capa media que soportan las aplicaciones entre los cuales se tienen: Servidores Web, servidores de aplicaciones, Java, PHP y NET, deberá velar por los siguientes componentes: instalación, actualización y afinamiento, monitoreo del desempeño y generación de reportes, identificación de causas de fallas y solución, ejecución de los cambios.

Administración de Bases de Datos

Se encargará de la administración de todas las bases de datos que conforman la plataforma tecnológica. Deberá velar por los siguientes componentes: administración de la estructura de la base de datos, administración de la actividad de los datos, administración del sistema manejador de base de datos, aseguramiento de la confiabilidad de la base de datos, confirmación de la seguridad de la base de datos, generación de reportes de desempeño, identificación de causas de fallas, solución o escalamiento al desarrollador, atención de requerimientos de consultas, ejecución de los cambios sobre las bases de datos.

Continuidad y Disponibilidad de Operación. La oficina de planeación y sistemas, se deberá diseñar e implementar manuales, políticas, planes de continuidad y disponibilidad de los servicios tecnológicos continuidad del servicio TIC, análisis de los impactos generados por la interrupción de los servicios TIC, análisis de los riesgos a los que están expuestos los servicios, adopción de medidas de prevención de riesgos en los servicios TIC, diseño, pruebas y revisión de planes de contingencias, hasta la formación del personal para la recuperación del servicio TIC y las infraestructuras para asegurar su operación.

Áreas del Modelo de Gestión

Las áreas de gestión propuestas en el modelo de gestión, corresponden con cuatro (4) procesos de gestión de dirección de proyectos, estas áreas se configuraron de modo que sean aplicadas a la ejecución de proyectos edificatorios, ([ver figura 22](#)).

Figura 22

Gestión de dirección de proyectos



Nota. El gráfico presenta la propuesta de gestión de dirección de proyectos. Elaboración Propia.

Otra área propuesta es la integración con los grupos de procesos de la dirección de proyectos que intervinieron en cada una de las gestiones del proyecto, indicadas anteriormente y que enmarcaron de forma significativa para la creación del modelo de gestión, ([ver figura 23](#)).

Figura 23

Grupos de procesos de la dirección de proyectos



Nota. El gráfico representa grupos de procesos. Elaboración Propia.

Gestión de la Integración del Proyecto

Una de las áreas del conocimiento para el desarrollo de proyectos edificatorios es la integración del proyecto y que de acuerdo al análisis realizado cubre todos los aspectos aplicados a lo largo del documento, donde intervinieron los grupos de procesos de la dirección de proyectos de Construction Extension to the PMBOK Guide y que se relacionan a continuación:

Grupo de Procesos de Inicio. [\(ver figura 24\)](#) donde se mostró la propuesta, con el fin de gestionar el acta de constitución del proyecto, donde se encontraron los documentos del negocio, acuerdos, factores ambientales de la empresa y los activos de los procesos de la organización. Como fueron los estudios, diseños, y especificaciones técnicas de materiales y procesos constructivos, elaborados por la consultoría.

Este proceso permitió ver los faltantes encontrados en esta fase, como falta de información al inicio del proyecto, información errada o desactualizada, se dejó evidencia de los documentos faltantes a que aspecto pertenecían y se amplió la gestión de la integración del proyecto a través de la validación realizada a la matriz de riesgo y en sus respectivas fases de planificación, ejecución, monitoreo y control y procesos de cierre.

Grupo de Procesos de Planificación. Se presentó el plan para la dirección del proyecto, incluyendo el ciclo de vida del proyecto y el ciclo de vida de desarrollo. Se realizó la recopilación de datos, tomados a través de lluvia de ideas, lista de verificación, grupos focales, entrevistas.

Se determinó el manejo al interior del proyecto de habilidades interpersonales y de equipo, donde se generen informes para el manejo de conflictos, facilitación y gestión de reuniones.

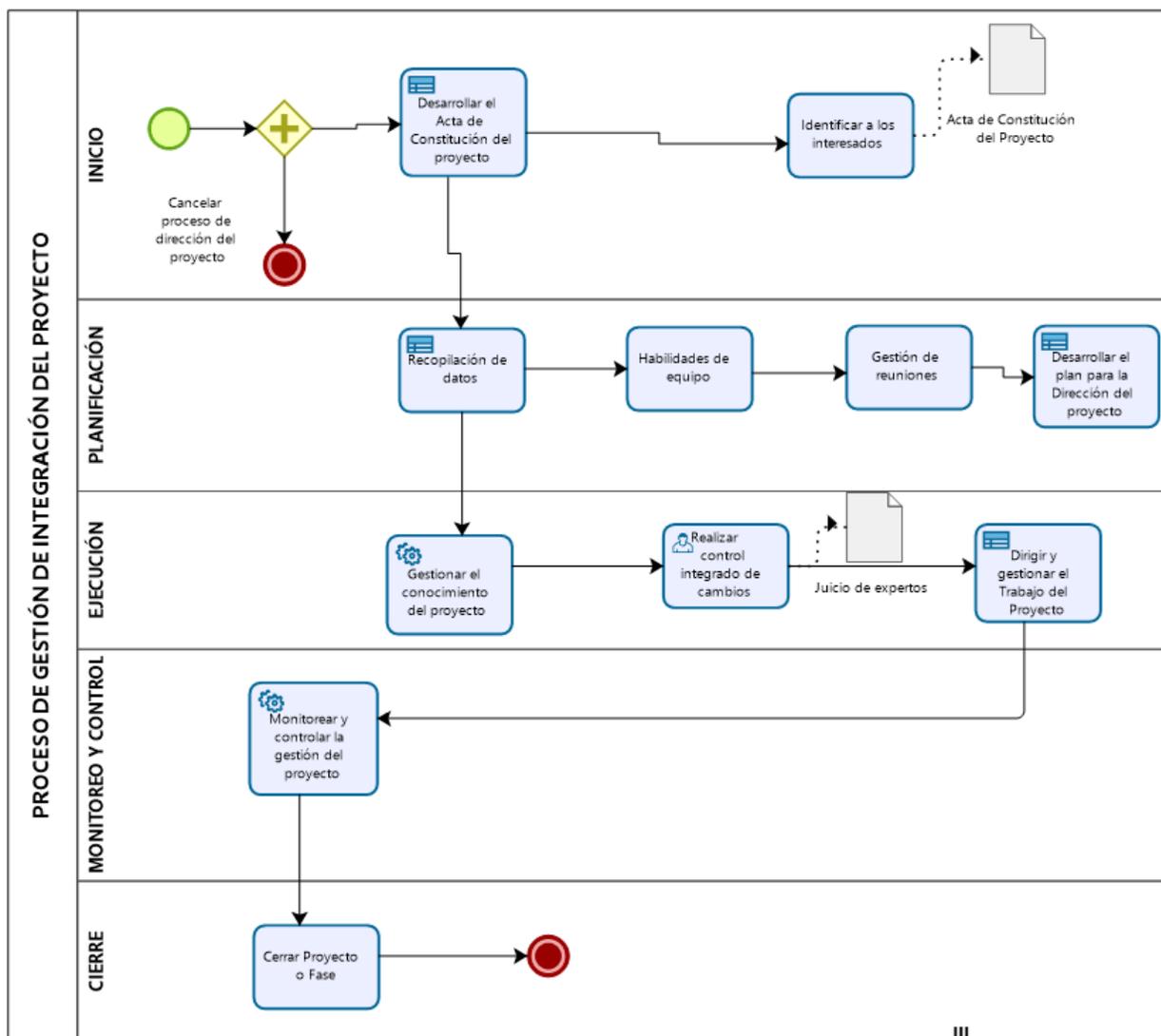
Grupo de Procesos de Ejecución. Donde se dirige y gestiona el trabajo del proyecto, tanto en la gestión del conocimiento del proyecto, se realiza el control integrado de cambios, juicio de expertos y reuniones. Antes de la etapa de ejecución de la obra, es importante la realización de reuniones con los representantes de las localidades e información sobre los planes de construcción en la zona y escuchar sus inquietudes.

Grupo de Procesos de Monitoreo y Control. Donde se monitorea y controla el trabajo del proyecto, es importante monitorear las comunicaciones y los riesgos.

En cuanto a realizar el control integrado de cambios, se debe abarcar la gestión del alcance, la gestión del cronograma, la gestión de costos, la gestión de calidad y la gestión de los recursos.

Grupo de Procesos de Cierre. Donde se cierra el proyecto o fase, y se cuenta con el acta de constitución del proyecto, ([ver apéndice L](#)) los registros de supuestos y el plan para la dirección del proyecto.

Figura 24

Proceso gestión de integración

Nota. El gráfico representa el proceso de gestión de integración. Elaboración Propia.

Gestión del Tiempo del Proyecto

Otra de las áreas del conocimiento para el desarrollo de proyectos edificatorios es la gestión del tiempo del proyecto y que de acuerdo al análisis realizado cubre los aspectos técnicos, financieros, administrativos y jurídicos, que tienen que ver con la programación de

obra, donde intervinieron los grupos de procesos de la dirección de proyectos de Construction Extension to the PMBOK Guide y que se relacionan a continuación:

Grupo de Procesos de Inicio. [\(ver figura 25\)](#), en este proceso para la ejecución de los proyectos constructivos, se mostró la programación de obra en formato Gantt de Microsoft Project [\(ver apéndice N\)](#), con el fin de planificar la gestión del cronograma, definir actividades, secuenciar las actividades, estimar los recursos de las actividades, y estimar la duración de las actividades para el desarrollo del cronograma, verificar su veracidad y cumplimiento de la programación de obra al inicio del proyecto de construcción, debido a las deficiencias encontradas en cuanto a atrasos, imprevistos, información errada, actividades no ejecutadas en el tiempo previsto, reprogramación de los tiempos sin justificación. También la falta de seguimiento al cronograma y la inexistencia de alternativas para recuperar el tiempo de retraso. Este proceso permitió ver los faltantes encontrados en esta fase, dejando evidencia de proceso faltante y ampliando la gestión del tiempo del proyecto a través de la validación realizada a la matriz de riesgos y sus respectivas fases.

Grupo de Procesos de Planificación. La estimación de la duración se elaboró de forma gradual, y el proceso evaluó la calidad y disponibilidad de los datos de partida. Por ejemplo, a medida que se desarrollan la ingeniería del producto y el trabajo de diseño, se dispuso de datos más detallados y precisos, por lo que mejoró la exactitud de las estimaciones de la duración. De esta manera, la estimación de la duración será cada vez más exacta y de mejor calidad conforme se avance en el Proyecto.

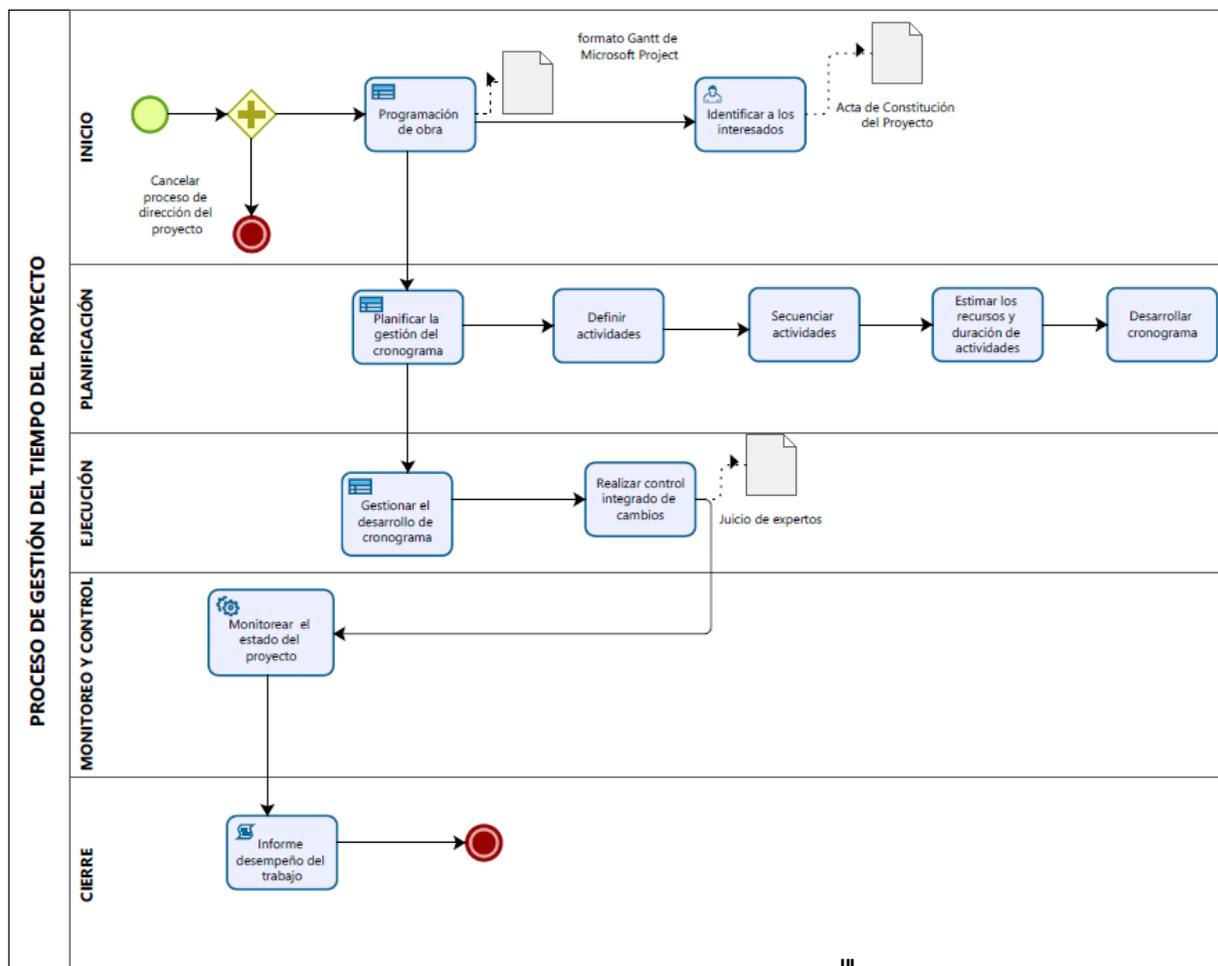
Grupo de Procesos de Ejecución. Se estimó la cantidad de esfuerzo de trabajo requerido y la cantidad de recursos para completar la actividad. Lo cual permitió determinar la cantidad de

periodos de trabajo (duración de la actividad) necesarios para completar la actividad y se documentó todos los datos y supuestos que respaldan el estimado de la duración de la actividad.

Grupo de Procesos de Monitoreo y Control. Se controló el Cronograma, y se monitoreo el estado del proyecto para actualizar el cronograma del proyecto y gestionar cambios a la línea base del cronograma.

Grupo de Procesos de Cierre. Informe del desempeño del trabajo incluyendo pronósticos del cronograma, solicitudes de cambio, actualizaciones a los documentos del proyecto y cubrir los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales.

Figura 25

Proceso gestión del tiempo

Nota. El gráfico representa el proceso de gestión del tiempo. Elaboración Propia.

Gestión de las Comunicaciones del Proyecto

Otra de las áreas del conocimiento para el desarrollo de proyectos edificatorios es la gestión de las comunicaciones del proyecto y que de acuerdo al análisis realizado cubre el aspecto administrativo, que tienen que ver con la planificación de comunicaciones de temas de reunión de trabajo y minuta, donde intervinieron los grupos de procesos de la dirección de proyectos de Construction Extension to the PMBOK Guide y que se relacionan a continuación:

Grupo de Procesos de Inicio. [\(ver figura 26\)](#), se presentó lo que debemos tener presente para la comunicación efectiva, en la elaboración del plan de dirección del proyecto, el registro de interesados, los factores ambientales y los activos de los procesos, donde se estableció una minuta [\(ver apéndice P\)](#) y se hizo seguimiento a los pendientes a través de reuniones de trabajo, o conferencia telefónica. Las reuniones de trabajo se realizaron por actividad, se estableció detalles de requerimientos de la actividad y la asignación de labores, fechas y responsables. Debido a las deficiencias encontradas en cuanto información incompleta o errada, se requirió que se lleve la minuta de lo que sucede día a día en la realización del proyecto, avisando por escrito a la interventoría o supervisión de sus hallazgos, y solicitar la documentación faltante o corrección de su contenido.

Este proceso permitió ver los faltantes encontrados en esta fase, dejando evidencia del proceso faltante y ampliando la gestión de comunicaciones del proyecto a través de la validación realizada a la matriz de riesgos y sus respectivas fases.

Grupo de Procesos de Planificación. Se planificó la gestión de las comunicaciones e informe de coordinación de temas de reunión de trabajo (Minuta), según formato previo de minuta enviado por email.

Grupo de Procesos de Ejecución. Se gestionó las comunicaciones, contando con un grupo de solución, representado por un líder de grupo, con el fin de consolidar la solución más acertada de los posibles conflictos, que se generaron entre las partes involucradas del proyecto.

Debe existir respeto, tolerancia, tranquilidad y honestidad para que fluyan las relaciones entre las partes interesadas.

Respetar el tiempo de intervención de cada participante para que expongan sus puntos de vista, el cual debe estar encaminado a plantear la situación de una manera clara, precisa y concisa.

De acuerdo a cada situación o problema generado se hace necesario buscar la raíz que genere el problema y fundamentado la descripción, los antecedentes y causas del conflicto se tenga una pronta solución.

Es importante tener en cuenta los aportes de todos los participantes, generar una lluvia de ideas, para gestionar la polémica y así llegar a una solución bien estructurada que soporte las expectativas de todos los involucrados.

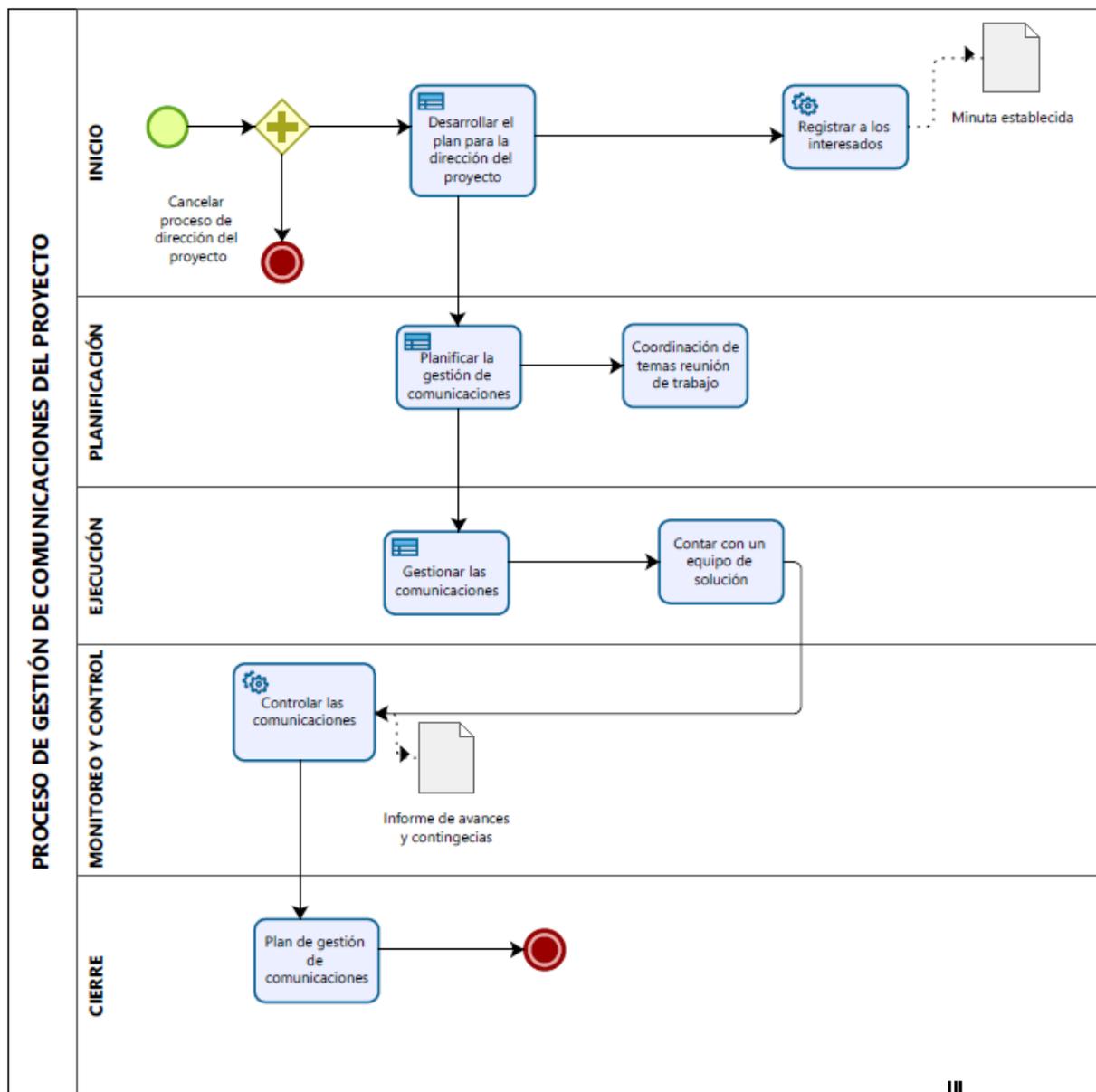
Es necesario usar el formato de informe de avances y contingencias ([ver apéndice Q](#)), que se estableció para el proyecto, documentar todas las lecciones aprendidas.

Grupo de Procesos de Monitoreo y Control. Se controló las comunicaciones y realización de reuniones de equipo, dejando un informe de los avances y contingencias. Debe existir un documento y presentación oral con ayudas visuales de los temas establecidos en la minuta que se hayan registrado previamente y que se encuentren pendientes de ejecutar. Debe existir un mecanismo de preguntas y respuestas.

Grupo de Procesos de Cierre. Se consolidó el plan de gestión de las comunicaciones, con la aprobación de solicitudes de cambios, plan de gestión de las comunicaciones, actualización a los documentos del proyecto

Figura 26

Proceso gestión de comunicaciones



Nota. El gráfico representa el proceso de gestión de comunicaciones. Elaboración Propia.

Gestión de Riesgos del Proyecto

Otra de las áreas del conocimiento para el desarrollo de proyectos edificatorios es la gestión de riesgos del proyecto y que de acuerdo al análisis realizado cubre los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, que tienen que ver con el plan para la dirección del proyectos y activos de los procesos de la organización, donde intervinieron los grupos de procesos de la dirección de proyectos de Construction Extension to the PMBOK Guide y que se relacionan a continuación:

Grupo de Procesos de Inicio. [\(ver figura 27\)](#), se presentó la propuesta para la gestión del riesgo, en la elaboración del plan de dirección del proyecto, donde se incluyó los documentos referentes a los factores ambientales y activos de los procesos del proyecto, se conformó una matriz de riesgo de los diferentes aspectos que afecta el proyecto en todas sus fases, a partir de los hallazgos encontrados en los proyectos constructivos. Se identificaron los riesgos, se documentaron y se realizó el respectivo análisis cualitativo en cuanto a la descripción del riesgo, consecuencias y número de reincidencias encontradas en los estudios de caso de cada proyecto edificatorio.

En el análisis cuantitativo se realizó el cálculo de la severidad de acuerdo al impacto y probabilidad con que se midió cada riesgo. Es importante destacar que se tomó la sumatoria de factores de tiempo, alcance y costo para medir el impacto.

También se estableció una acción preventiva, donde se describe el control para cada riesgo encontrado por cada aspecto, se midió el grado de eficiencia, de acuerdo a los factores de periodicidad en la acción del control y oportunidad de acción del control, asignadas de acuerdo a la acción preventiva generada, para dar un resultado de mejora por riesgo específico, por categoría y riesgo del proyecto.

La matriz propuesta permitió establecer un resultado de mejora, a los proyectos estudiados de acuerdo a las deficiencias encontradas en cuanto a estudios y diseños, plan de aceleración, desestabilidad del suelo, presupuesto, planeación, gestión de comunicación, control, patrimonio del estado, contratación, pagos, acción popular, licencia de construcción, calidad del aire, licencia ambiental, tratamiento de aguas, vida y patrimonio de familias, alerta a las comunidades, daños, evacuación de pobladores, abastecimiento de agua y proyectos no entregados.

Este proceso permitió ver los faltantes encontrados en esta fase, dejando evidencia de proceso faltante y ampliar la gestión del riesgo del proyecto a través de la validación realizada a la matriz de riesgos y sus respectivas fases.

Grupo de Procesos de Planificación. Se planificó la gestión de los riesgos, clasificándolos en los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, luego se realizó un análisis cualitativo donde se describió el riesgo y sus consecuencias, se revisó el número de reincidencias por cada uno de los riesgos. Después se analizó cuantitativamente y se midió el impacto y probabilidad del riesgo, con el fin de evidenciar la severidad, luego se planificó una respuesta como la acción preventiva y descripción del control, lo que midió la eficacia y se dejó todo documentado por riesgo específico, por categoría y por riesgo del proyecto.

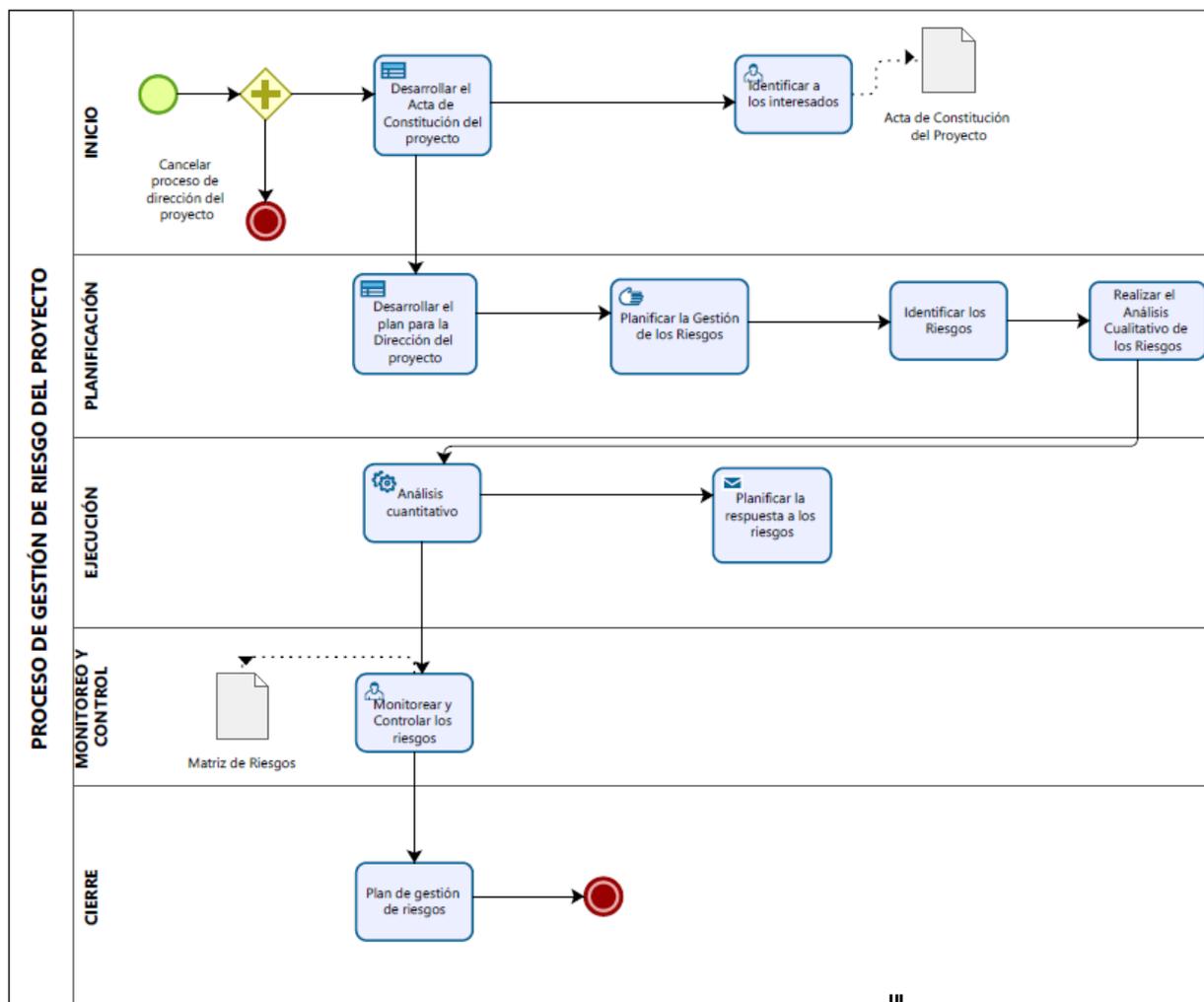
Grupo de Procesos de Ejecución. Dentro de los documentos del proyecto se realizó el análisis cuantitativo, como fueron los resultados del análisis de sensibilidad, actualización de priorización y el plan de respuesta en cuanto a las estrategias y acciones para implementar respuestas.

Grupo de Procesos de Monitoreo y Control. Se controló los riesgos, el monitoreo se realizó a través de la matriz de riesgos para la gestión del proyecto. El plan de gestión de riesgos se revisó mensualmente y los resultados de la revisión se presentaron en las sesiones de seguimiento del proyecto.

Grupo de Procesos de Cierre. Se consolidó el plan de gestión riesgos, con las actividades, equipos, umbrales, reglas, registro de los riesgos y se generó informes de los riesgos a través de actualizaciones a los documentos del proyecto, al plan para la dirección del proyecto y los activos de los procesos de la organización.

Figura 27

Proceso de gestión del riesgo



Nota. El gráfico representa el proceso de gestión de riesgo. Elaboración Propia.

Se presenta la estructura general del Modelo de Gestión, ([ver figura 28](#)) donde se consolidan los principales procesos que intervinieron en la realización del proyecto constructivo, se presenta la hoja de ruta, orden de los entregables y actividades en cada fase:

Grupo de Procesos de Inicio. Al inicio de un proyecto constructivo se presentó la identificación de los interesados y la generación del acta de constitución del proyecto.

Grupo de Procesos de Planificación. Se presentó el plan para la dirección de proyectos, donde intervienen la planificación de gestión del tiempo, gestión de las comunicaciones y gestión de los riesgos. Se definieron las actividades para cada gestión, en la gestión del tiempo, se contó con la programación de obra y desarrollo del cronograma, en la gestión de comunicaciones se realizó el seguimiento a los pendientes a través de reuniones y en la gestión del riesgo presentar el plan de dirección de proyectos e identificar los riesgos, a través del análisis cualitativo de los riesgos.

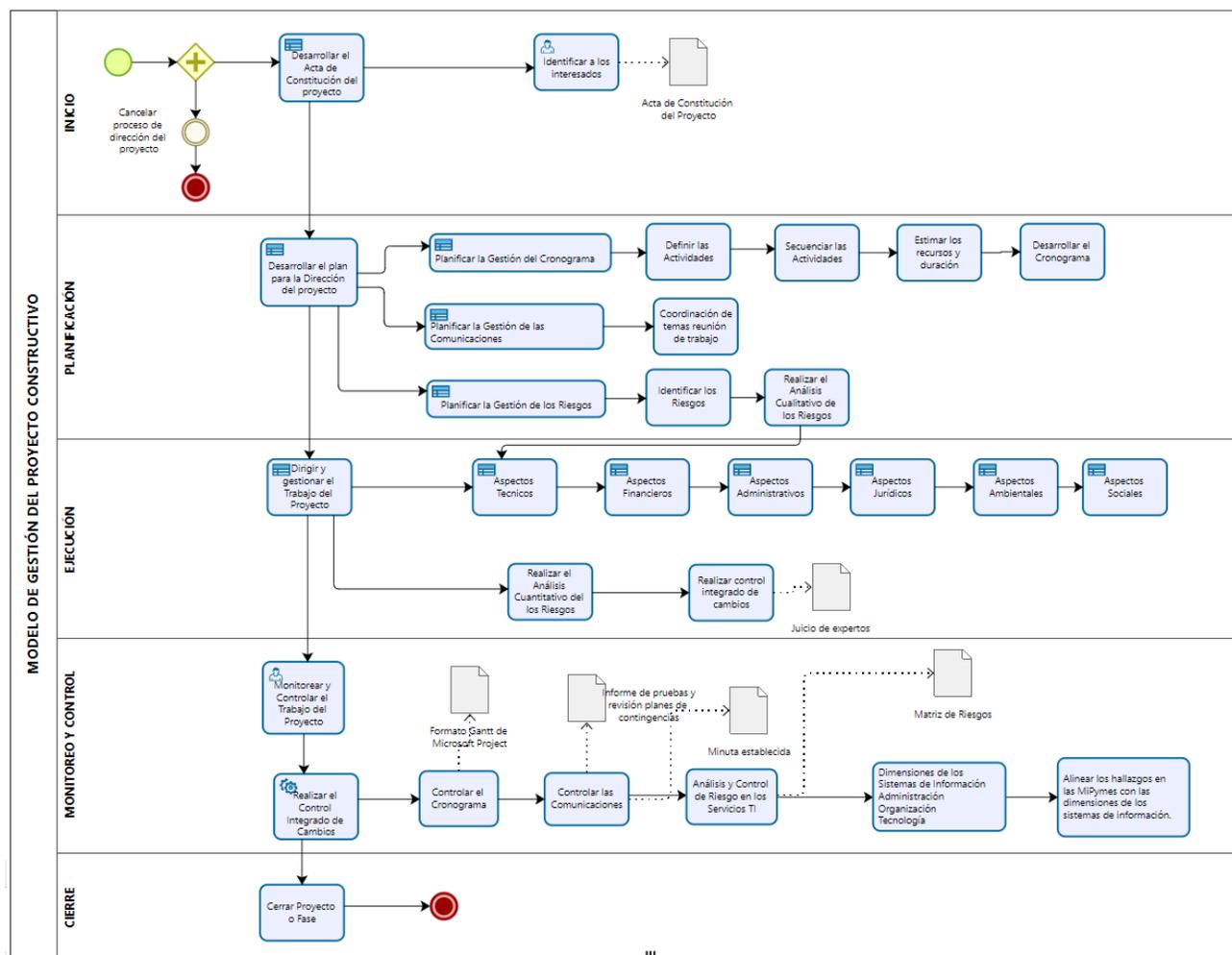
Grupo de Procesos de Ejecución. Se dirige la gestión del trabajo del proyecto de los riesgos donde se clasificaron en los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, luego se procedió a realizar el análisis cualitativo de los riesgos y realizar el control integrado de los cambios.

Grupo de Procesos de Monitoreo y Control. Se monitoreo y controló el trabajo del proyecto, realizando el control integrado de los cambios, control del cronograma, control de comunicaciones y control de riesgos, en esta fase se generó los entregables, como el formato de Gantt de Microsoft Project, con la gestión del cronograma, el informe de avances y contingencias en la gestión de comunicaciones y la minuta establecida en la gestión de riesgo a través de la validación de la matriz de riesgo con juicio de expertos.

Grupo de Procesos de Cierre. Se procedió a cerrar el proyecto o fase con el acta de finalización del proyecto.

Figura 28

Modelo de gestión del proyecto constructivo



Nota. El gráfico presenta el modelo de gestión del proyecto. Elaboración Propia.

Validación de la Matriz de Riesgo

La matriz de riesgo propuesta, aportó información real de acuerdo al análisis de datos, que se realizó a los estudios de caso, y su principal objetivo fue la clasificación en los principales aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, donde se analizó los riesgos. En pocas palabras la validación comprobó, que la problemática expuesta al inicio de este trabajo, fue real y verificable y arrojó una alternativa de solución, como se planteó en la matriz de riesgos. Resumiendo, la validación de la matriz de riesgos, por parte de expertos fue importante, en primer lugar, porque impidió, la introducción de argumentos falsos o juicios de valor, también delimitó la clasificación de los aspectos, en su correspondiente análisis.

Enseguida para la realización de la validación de la matriz de riesgos, se utilizó el método del panel de expertos, que es una técnica de predicción que permitió obtener las apreciaciones de un grupo de expertos, llamado también método Delphi. En el método Delphi participan tres grupos de personas. En primer lugar, están los expertos seleccionados de manera estratégica y anónima, como segunda medida el grupo de soporte quien diseña la encuesta para ser aplicada y el tercer grupo involucrado, que son las personas expertas en el tema.

Con el fin de dar pluralidad al ejercicio Delphi, se realizó la consulta por actividad comercial, donde se realizaron 13 enunciados y 41 preguntas asociadas, que plantean cuestiones directamente relacionadas con cada uno de los aspectos de clasificación de los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales que y es aplicada a tres diferentes sectores de la industria de la construcción, con la misma interdisciplinariedad, [\(ver figura 30\)](#), se evidencia que los grupos consultados se relacionan de la siguiente manera:

Consultoría y diseño en arquitectura

Consultoría y diseño en ingeniería

Construcción y gestión de proyectos

Al respecto (Cabero & Barroso, 2013), en la técnica de juicio de expertos, se analizan diferentes aspectos relacionados con la problemática de la conceptualización de los expertos, es un método de validación más utilizado en investigaciones, básicamente consiste en solicitar a una serie de personas la demanda de un juicio hacia un objeto, un instrumento, u opinión respecto aún aspecto concreto.

Por otro lado, la utilización del método de validación mediante el juicio de expertos, es una estrategia para el análisis de la información, donde el evaluador debe ser práctico, hábil, experimentado y capaz de proporcionar valoraciones fiables sobre un problema en cuestión, dar recomendaciones de acuerdo a experiencias vividas a través de su trayecto profesional.

Los criterios que se pueden utilizar para la elección del experto, van desde la vinculación con el problema, experiencia profesional, sus cualidades personales para participar en investigaciones o su pericia profesional.

Por tanto (Galicia et al., 2017), consideran el juicio de expertos como “una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones” (pág.44). También resalta la importancia de consultar a personas conocedoras de la temática por su formación o experiencia laboral. Las principales ventajas en consultar a expertos, es que los resultados obtenidos se ven reflejados en la calidad de la respuesta, su facilidad de puesta en acción, el nivel de profundización de la valoración, la no exigencia de requisitos técnicos ni humanos para la ejecución, se puede utilizar diferentes estrategias para recoger la información, permite determinar el conocimiento sobre contenidos y temáticas complejas y obtener información priorizada.

Así mismo (López y Calvo, 2019), para aplicar el método se debe tener presente las siguientes características:

La muestra está constituida por expertos seleccionados cuidadosamente, es importante mantener el anonimato de los expertos participantes con el fin de evitar influencia entre ellos, existencia de un investigador que dirige y controla el proceso, existe interacción como producto del flujo de información realizadas entre investigador principal y panel de expertos, el resultado obtenido hace referencia a las propuestas y sugerencias de los expertos (pág.2).

En primer lugar, se realizó una carta, que contó con las instrucciones, para el diligenciamiento, la orientación sobre la indagación de factores críticos y el motivo por el cual se realizó, luego se aplicó una encuesta ([ver apéndice O](#)), para profesionales expertos como gerentes, directores, coordinadores y supervisores, quienes participaron en proyectos de construcción de edificaciones e infraestructura en Colombia, la participación se realiza de forma totalmente voluntaria, anónima y consistió en contestar un formulario en línea, que contenía preguntas con respuestas de selección múltiple, de donde se obtuvo resultados. Enseguida de acuerdo al análisis realizado, generó información, que permitió mejorar los procesos asociados al modelo propuesto, por otro lado, contribuyó e identificó, aquellos factores que más incidieron en los proyectos.

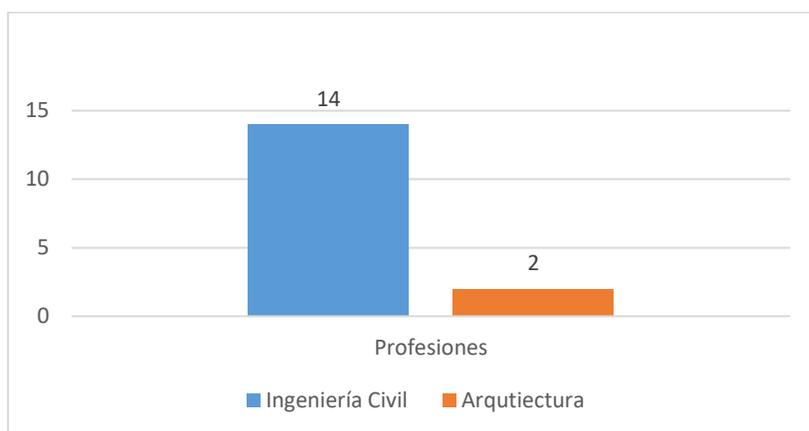
En segunda instancia, se aplicó la técnica Delphi (consulta de expertos), este método describió y arrojó una estadística de los datos analizados, fue aplicado a 16 profesionales expertos, quienes respondieron a las diferentes preguntas, sobre los factores críticos que tuvieron que enfrentar en el desarrollo y operación de proyectos edificatorios.

Finalmente, se valida la matriz de riesgo, en cuanto a la propuesta de mejora y controles claves a implementar, en los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, se analizó cada uno de los aportes dados, por cada profesional en la encuesta aplicada y se revisó, si apuntaban con a la acción preventiva y controles dados en la matriz.

Por otra parte, las profesiones de los participantes, fueron dos (2) arquitectos y catorce (14) ingenieros civiles, que corresponden a los encuestados, [\(ver figura 29\)](#).

Figura 29

Clasificación de las profesiones de los participantes



Nota. El gráfico representa profesiones de los participantes. Elaboración Propia.

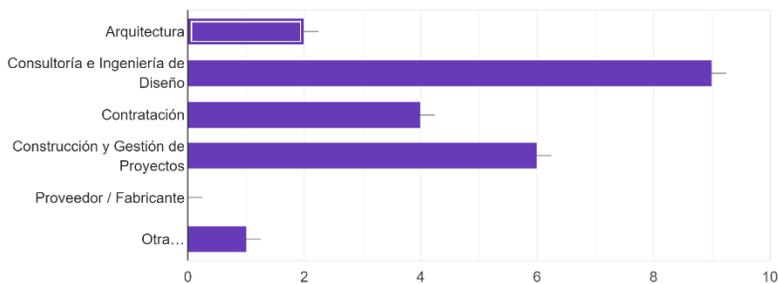
En paralelo, la clasificación de la empresa u organización, donde se muestra a que sector perteneció cada uno de los profesionales expertos, [\(ver figura 30\)](#)

Figura 30

Clasificación actividad comercial

Identifique su principal actividad comercial

16 respuestas



Nota. El gráfico representa actividad principal de los participantes. Elaboración Propia.

Luego la clasificación de los años de experiencia profesional, [\(ver figura 31\)](#) diez (10) profesionales tienen hasta 20 años de experiencia y seis (6) hasta 10 años, donde ejercieron la profesión.

Figura 31

Años de experiencia profesional



Nota. El gráfico representa años de experiencia de los participantes. Elaboración Propia.

Validación Aspecto Técnico

En primer lugar, se realizó, la validación del aspecto técnico se evaluó, la frecuencia con que se recibe la información de consultoría, al inicio del proyecto de construcción: estudios, diseños, planos y especificaciones técnicas.

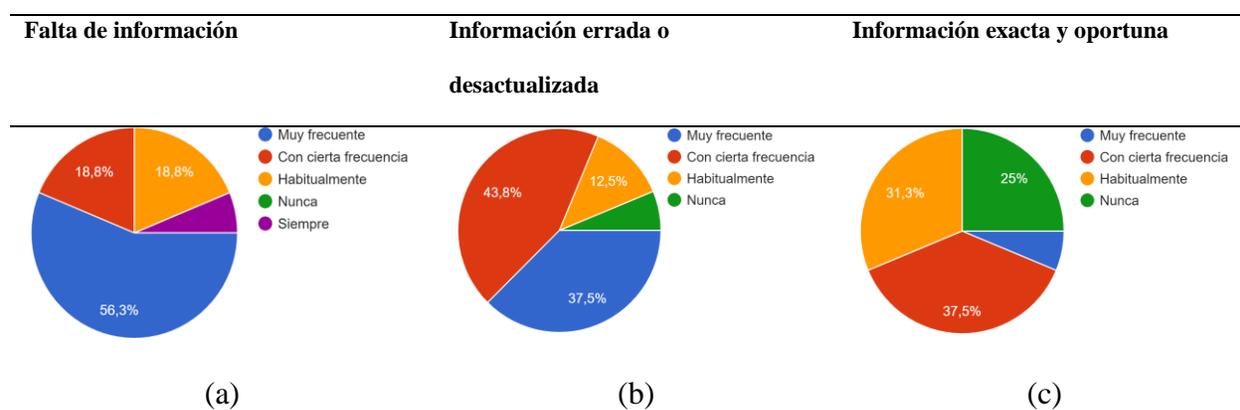
Después se evidenció, que es muy frecuente ([ver tabla 24a](#)), para 9 de 16 profesionales y se presentó con cierta frecuencia para 3 de 16; es decir, para más de un 75% de los encuestados, existió falta de información, al inicio de los proyectos edificatorios.

Por otro lado, se apreció que es muy frecuente ([ver tabla 24b](#)), para 6 profesionales y se presentó con cierta frecuencia para 7 profesionales es decir, para más de un 81% de los encuestados, que la información al inicio de los proyectos es errada o desactualizada.

Luego se presentó habitualmente ([ver tabla 24c](#)) para 5 profesionales, con cierta frecuencia para 6 profesionales y nunca para 4 profesionales, es decir para más de un 93% de los encuestados, se evidenció que no se presentó, la información exacta ni oportuna al inicio de los proyectos.

Tabla 24

Frecuencia de la información



Nota. Esta tabla muestra cómo cambia la frecuencia de información. Elaboración Propia.

Otro de los elementos que se evaluó en el aspecto técnico, es la pertinencia de revisar, corregir o generar, ya en la etapa de construcción, sus propios estudios, diseños, planos y especificaciones técnicas.

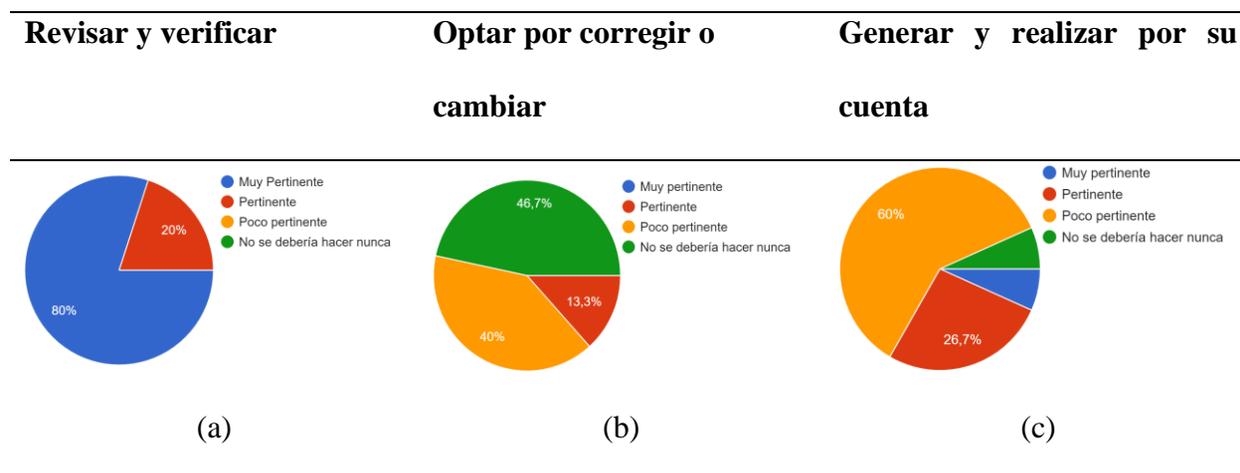
Por otra parte, se presentó que es muy pertinente ([ver tabla 25a](#)), para 12 profesionales y se presentó pertinente para 3 profesionales, es decir, un 100% de los encuestados, arrojó que se debió revisar y verificar el contenido de los estudios y diseños y especificaciones, con antelación en la etapa de consultoría.

En paralelo se presentó que no se debería hacer nunca, ([ver tabla 25a](#)) para 7 profesionales y es poco pertinente para 6 profesionales, es decir para más de un 86% de los encuestados, se evidenció que el constructor no debió optar por corregir o cambiar los estudios, diseños ni especificaciones técnicas.

Luego se presentó poco pertinente ([ver tabla 25c](#)), para 9 profesionales, pertinente para 4 profesionales, y nunca para 1 de 16, es decir, para más de un 93% de los encuestados, confirmó que el constructor no debió generar o realizar sus propios estudios, diseños y especificaciones técnicas para el mismo proyecto.

Tabla 25

Inconsistencia en la información



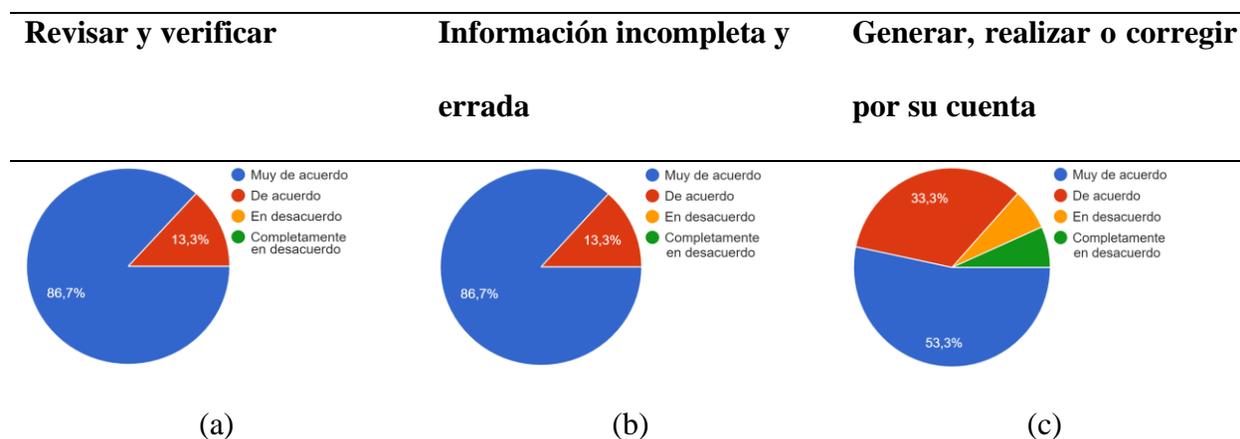
Nota. Esta tabla muestra cómo cambia la inconsistencia en la información. Elaboración Propia.

Otro de los elementos es la propuesta de mejora al proyecto de construcción, relacionada con la entrega y recibido de documentos, estudios, diseños, planos y especificaciones técnicas, antes de la firma del acta de inicio.

Enseguida se presentó que están muy de acuerdo ([ver tabla 26a](#)), para 13 profesionales y se presentó de acuerdo, para 2 profesionales, es decir para el 100% de los encuestados, se evidenció que se debió, revisar y verificar el contenido de todos los documentos, como estudios, diseños y especificaciones técnicas, realizados por la consultoría, y que cuenten con todos los requisitos contractuales, normativos y de ley.

Después se presentó que es muy frecuente ([ver tabla 26b](#)), para 13 profesionales y se presentó de acuerdo, para 2 profesionales, es decir que para el 100% de los encuestados, se evidenció que, en caso de encontrar información incompleta o errada, avisar por escrito a la interventoría o supervisión de sus hallazgos, y solicitar la documentación faltante o corrección de su contenido.

Por otro lado se evidenció, muy de acuerdo ([ver tabla 26c](#)), para 8 profesionales, de acuerdo para 5 profesionales, es decir para más de un 86% de los encuestados, confirmó que él constructor nunca debería, generar, realizar o corregir por su cuenta, los documentos de consultoría, como los estudios, diseños y especificaciones técnicas.

Tabla 26*Propuesta de mejora*

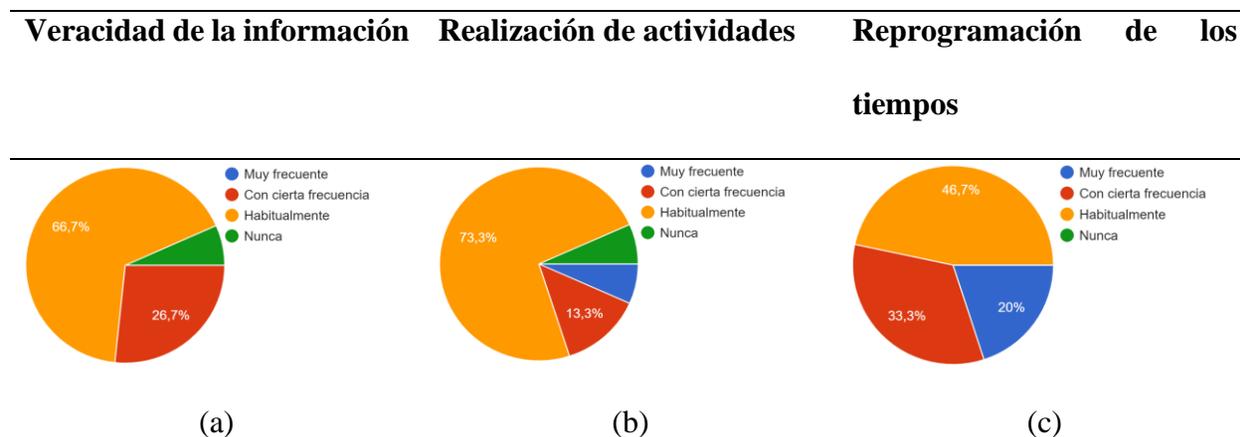
Nota. Esta tabla muestra cómo cambia la propuesta de mejora. Elaboración Propia.

Otro de los elementos en el aspecto técnico es la veracidad o cumplimiento de la programación de obra al inicio del proyecto de construcción.

Dicho brevemente se presentó habitualmente, para 10 profesionales ([ver tabla 27a](#)) y se presentó con cierta frecuencia para 4 profesionales, es decir para más de un 93% de los encuestados, se evidenció que existe falta de veracidad de la información, que se suministra en la programación de obra

Mientras tanto se presentó habitualmente para 11 profesionales ([ver tabla 27b](#)), y se presentó con cierta frecuencia, para 2 profesionales es decir para más de un 86% de los encuestados, se evidenció que, se realizan actividades en el tiempo previsto en la programación de obra.

Por otro lado, se evidencia que se presentó habitualmente, para 7 profesionales ([ver tabla 27c](#)), se presentó con cierta frecuencia, para 5 profesionales y muy frecuente para 3 profesionales; es decir para más de un 93% de los encuestados, confirmó que existió, la reprogramación de los tiempos sin que haya existido ningún contratiempo que lo justifique.

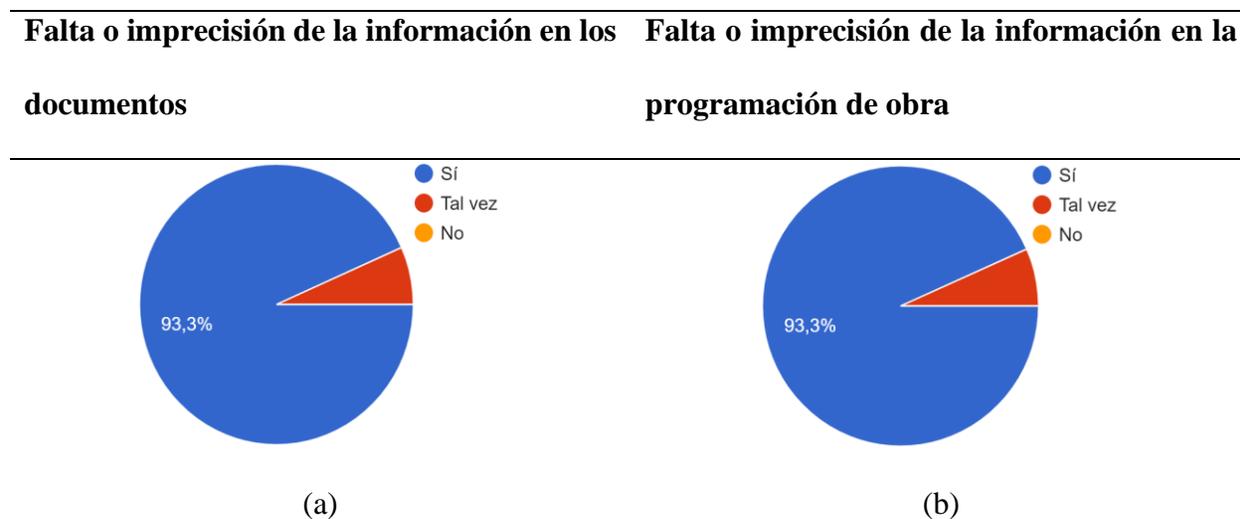
Tabla 27*Veracidad y cumplimiento*

Nota. Esta tabla muestra cómo cambia la veracidad y cumplimiento. Elaboración Propia.

Otro elemento encontrado son los posibles riesgos al inicio del proyecto que afectó su ejecución.

Mientras tanto se evidencia que la respuesta es sí, para para 14 de 16 profesionales ([ver tabla28a](#)), y tal vez para 2 de 16; es decir para el 100% de los encuestados, confirmó que faltó o existe imprecisión de la información, en los documentos iniciales del proyecto.

Similarmente se presentó que la respuesta es sí para 14 de 16 profesionales ([ver tabla 28b](#)), y tal vez para 2 de 16; es decir para el 100% de los encuestados, evidenció que faltó o existe imprecisión de la información, en la programación de obra, lo que causa riesgos económicos y atrasos en la fase de ejecución del proyecto.

Tabla 28*Posibles riesgos*

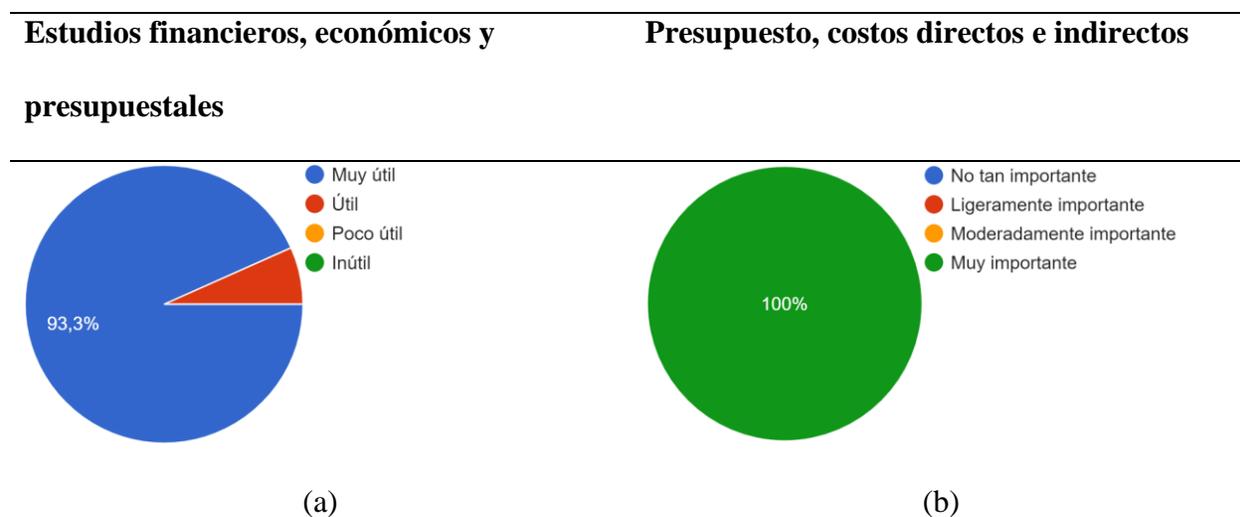
Nota. Esta tabla muestra cómo cambia los posibles riesgos. Elaboración Propia.

Validación Aspecto Financiero

En segunda instancia para la validación del aspecto financiero, se evaluó la importancia del presupuesto, definido al inicio de un proyecto de construcción.

Después se evidenció que es muy útil para 14 profesionales ([ver tabla 29a](#)), y útil para 2 profesionales, es decir para el 100% de los encuestados, se evidenció que es útil contar con estudios financieros, económicos y presupuestales, que permitan sustentar y determinar la proyección en tiempo y cuantía de un proyecto de obra.

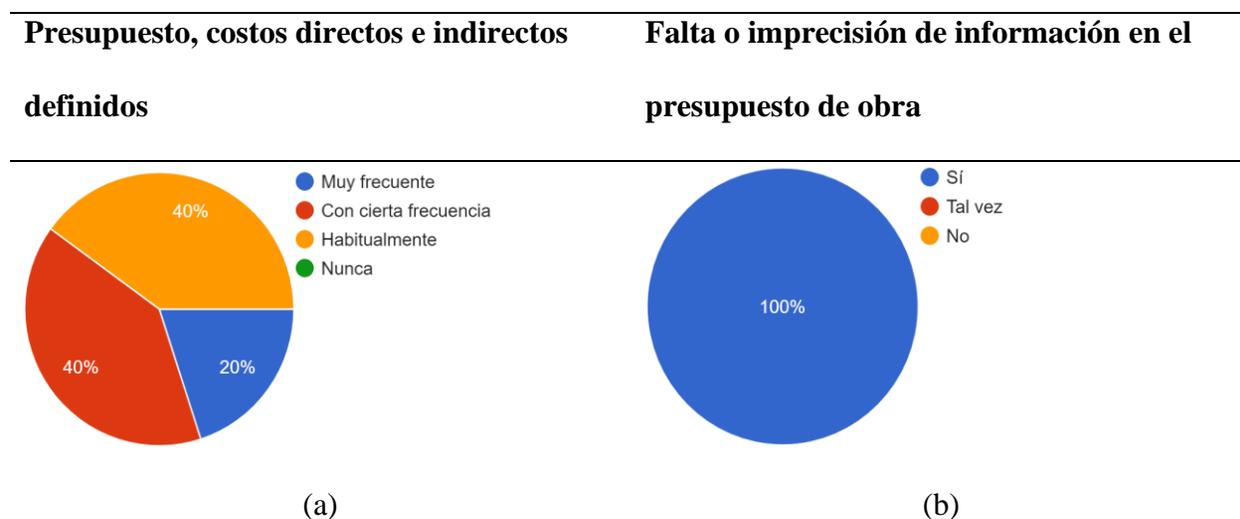
Luego se presentó que es muy importante, para 16 profesionales ([ver tabla 29b](#)), es decir el 100% de los encuestados, evidenció que el presupuesto, costos directos e indirectos deben estar definidos, antes de iniciar la etapa de ejecución del proyecto.

Tabla 29*Presupuesto*

Nota. Esta tabla muestra el estudio del presupuesto. Elaboración Propia.

En paralelo se presentó habitualmente para 6 profesionales [\(ver tabla 30a\)](#), con cierta frecuencia para 6 profesionales, es decir para más el 80% de los encuestados, evidenció que es frecuente, que se tenga el presupuesto definido, costos directos e indirectos, antes de iniciar la etapa de ejecución.

Por otro lado se evidenció que la respuesta es sí, para 16 profesionales [\(ver tabla 30b\)](#), es decir para el 100% de los encuestados, confirmó que falta o existe imprecisión de la información, en el presupuesto de obra, que ocasiona riesgos económicos y atrasos en la fase de ejecución del proyecto.

Tabla 30*Costos*

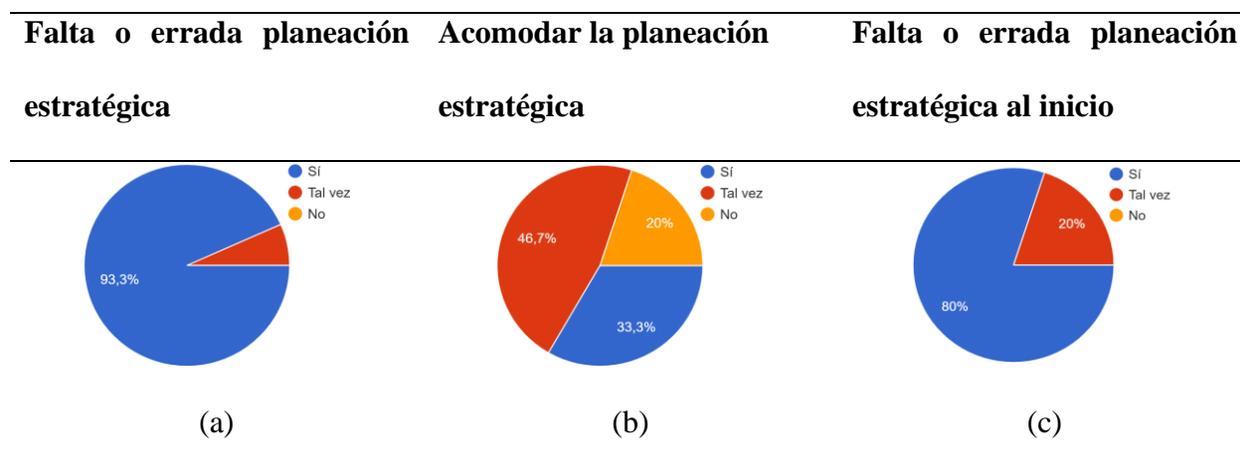
Nota. Esta tabla muestra el estudio de los costos. Elaboración Propia.

Otro de los elementos que se evaluó en el aspecto financiero, es las causas de pérdidas económicas y tiempo en la fase de ejecución del proyecto de construcción.

A continuación, se evidenció que la respuesta es sí, para 14 profesionales ([ver tabla 31a](#)), es decir para más de un 93% de los encuestados, confirmó que faltó o existe errada planeación estratégica, o su desconocimiento, en el proyecto de construcción.

Enseguida la respuesta es tal vez, para 7 profesionales ([ver tabla 31b](#)), y la respuesta es sí para 5 profesionales, es decir para más de un 80% de los encuestados, evidenció que la planeación estratégica del proyecto de construcción, se podría armar y acomodar en la fase de ejecución.

Después la respuesta es sí, para 12 profesionales ([ver tabla 31c](#)), la respuesta es tal vez, para 3 profesionales, es decir para el 100% de los encuestados, evidenció que faltó o existe errada planeación estratégica, al inicio del proyecto de construcción, que ocasiona un riesgo, en el equilibrio económico del proyecto e impedir su finalización.

Tabla 31*Pérdidas económicas*

Nota. Esta tabla muestra cómo afectan las pérdidas económicas. Elaboración Propia.

Validación Aspecto Administrativo

A continuación, para la validación del aspecto administrativo, se evaluó la frecuencia con que se presentan modificaciones contractuales, en un proyecto de construcción, en su fase de ejecución.

Por otra parte, se evidenció que es muy frecuente, para 8 profesionales ([ver tabla 32a](#)), y se presentó con cierta frecuencia, para 6 profesionales, es decir para más de un 93% de los encuestados, existió generación de nuevas actividades o no se encuentran previstas durante la fase de ejecución del proyecto.

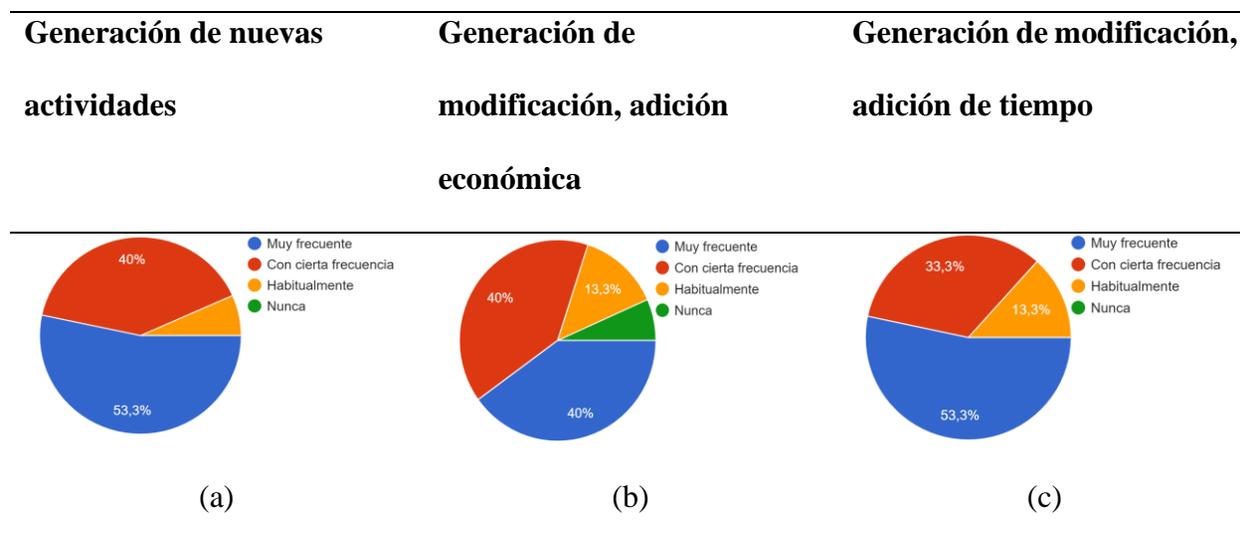
Similarmente se puede apreciar que es muy frecuente, para 6 profesionales ([ver tabla 32b](#)), y se presentó con cierta frecuencia, para 6 profesionales, es decir para más de un 80% de los encuestados, existió generación de modificaciones al contrato u otrosí, en relación con la adición económica.

Luego se presentó muy frecuente, para 8 profesionales ([ver tabla 32c](#)), con cierta frecuencia para 5 profesionales, y habitualmente para 2 profesionales; es decir para el 100% de los

encuestados, confirmó que existe generación de modificaciones al contrato u otrosí, en relación con la adición de tiempo.

Tabla 32

Modificaciones contractuales



Nota. Esta tabla muestra cómo afecta las modificaciones contractuales. Elaboración Propia.

Otro de los elementos en el aspecto administrativo es la importancia de contar con la información del estado actual de ejecución del proyecto de construcción.

Por otro lado, se evidenció que es muy importante, para 11 profesionales ([ver tabla 33a](#)), y ligeramente importante para 3 profesionales, es decir para más de un 93% de los encuestados, evidenció que la entidad debe contar con el estado actual de obra.

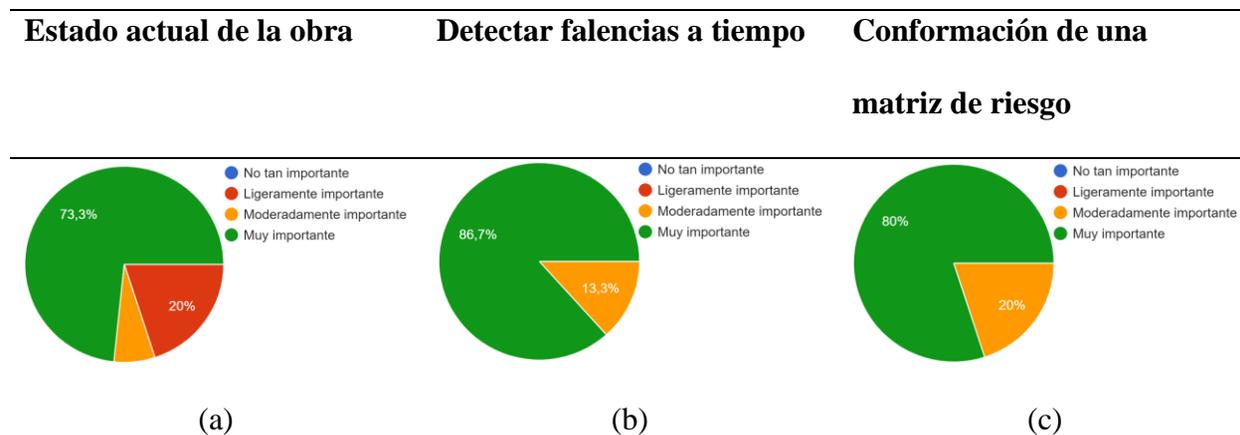
En paralelo se apreció que es muy importante, para 13 profesionales ([ver tabla 33b](#)), y se presentó moderadamente importante, para 2 profesionales, es decir para el 100% de los encuestados, evidenció la importancia de detectar las falencias a tiempo, a través de reportes e informes.

De manera similar se evidenció que es muy importante, para 12 profesionales ([ver tabla 33c](#)), y moderadamente importante, para 3 profesionales, es decir para el 100% de los encuestados,

confirmó, que la conformación de la matriz de riesgo, sobre diferentes aspectos que afecten el proyecto, es pertinente.

Tabla 33

Estado actual



Nota. Esta tabla muestra el estado actual del proyecto. Elaboración Propia.

Validación Aspecto Jurídico

Después para la validación del aspecto jurídico, se evaluó la frecuencia, con que se presentó las deficiencias, en la elección de una propuesta, en el proceso de contratación pública.

Mientras tanto se evidenció que, con cierta frecuencia, para 8 profesionales ([ver tabla 34a](#)), y se presentó muy frecuente, para 7 profesionales, es decir para el 100% de los encuestados, se evidenció que el proponente ganador de una licitación al “menor valor” no termina las obras por falta de recursos económicos.

Dicho brevemente se puede apreciar, que se presentó la calificación de nunca, para 9 profesionales ([ver tabla 34b](#)), y se presentó con cierta frecuencia, para 5 profesionales, es decir para un 60% de los encuestados, no se presentó la existencia de dos contratos, en la ejecución con la misma entidad, pero existe un 33%, que opinan que si, se presentó esta situación y se estipula la ejecución por el mismo concepto.

Similarmente se presentó que nunca, para 8 profesionales ([ver tabla 34c](#)), y se presentó con cierta frecuencia, para 5 profesionales, es decir para un 53% de los encuestados, no se presentó la existencia de dos contratos en ejecución, con diferente entidad, pero existe un 33%, que opinan que si se ha presentado esta situación, y se estipula la ejecución por el mismo concepto.

Tabla 34

Procesos de contratación



Nota. Esta tabla muestra cómo afectan los procesos de contratación. Elaboración Propia.

Validación Aspecto Ambiental

Enseguida para la validación del aspecto ambiental, se presentó la importancia y protección del medio ambiente, en un proyecto constructivo.

Por otro lado, se evidenció que es muy importante, para 10 profesionales ([ver tabla 35a](#)), y se presentó moderadamente importante, para 5 profesionales, es decir para el 100% de los encuestados, confirmó que debe existir debido seguimiento y control en las actividades que puedan contaminar el aire.

Por otra parte se apreció que es muy importante, para 14 profesionales ([ver tabla 35b](#)), y se presentó moderadamente importante 2 profesionales, es decir para más de un 93% de los encuestados, confirmó que debe existir estrategias que mitiguen efectos de contaminación del aire.

También se evidenció que se presentó habitualmente, para 9 profesionales ([ver tabla 35c](#)), y nunca para 3 profesionales, y con cierta frecuencia para 2 profesionales; es decir para más de un 73% de los encuestados, evidenció que se han destinado recursos, con el fin de mitigar las consecuencias sociales y ambientales.

Tabla 35

Protección medio ambiente

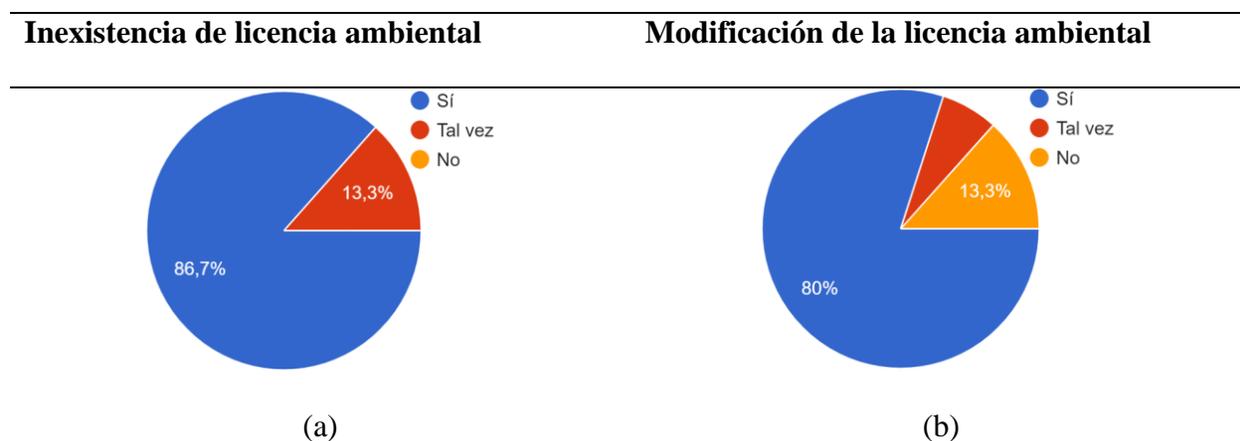


Nota. Esta tabla muestra cómo afecta la protección del medio ambiente. Elaboración Propia.

Otro de los elementos que se evalúa en el aspecto del medio ambiente, es los impedimentos potenciales, para continuar con la ejecución de un proyecto constructivo.

Por lo tanto, se evidenció que la respuesta es sí, para 13 de 16 profesionales ([ver tabla 36a](#)), y la respuesta es tal vez para 2 de 16; es decir para más de un 86% de los encuestados, evidenció que es un impedimento potencial, para el desarrollo del proyecto la inexistencia de la licencia ambiental.

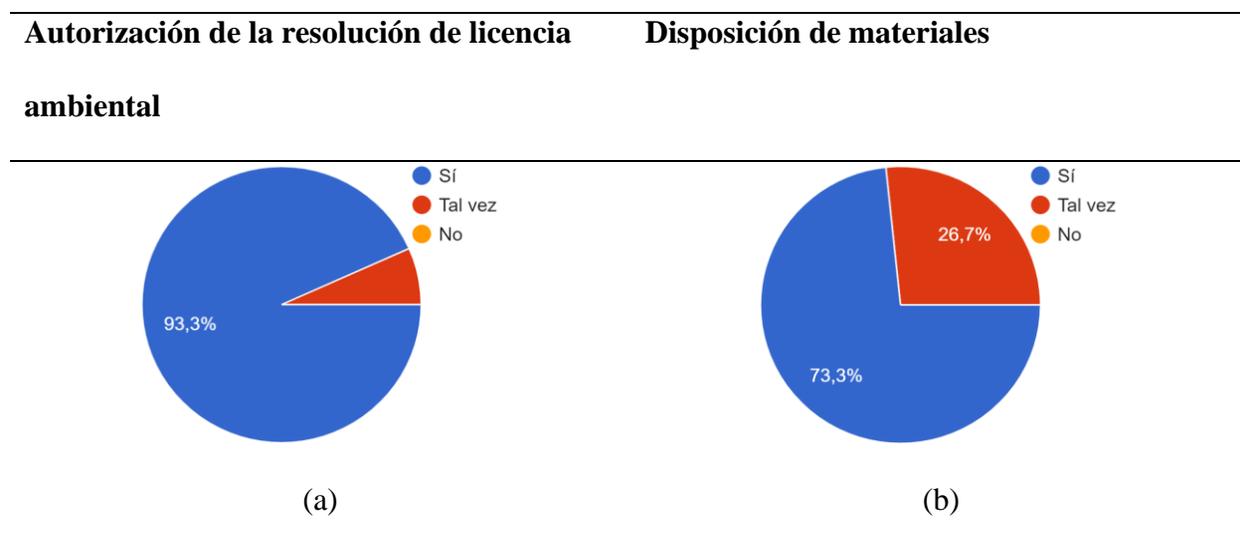
Igualmente, se puede apreciar que la respuesta es sí para 12 de 16 profesionales ([ver tabla 36b](#)), y la respuesta es tal vez para 2 de 16; es decir para más de un 80% de los encuestados, evidenció que es un impedimento potencial, la no modificación de la licencia ambiental, a lo largo del proyecto.

Tabla 36*Impedimentos potenciales*

Nota. Esta tabla muestra impedimentos que afectan el proyecto. Elaboración Propia.

En tal sentido, se evidencia que la respuesta es sí, para 14 de 16 profesionales ([ver tabla 37a](#)) y la respuesta es tal vez para 2 de 16; es decir para más de un 93% de los encuestados, evidenció que es un impedimento potencial, para el desarrollo del proyecto, la no autorización de la resolución de licencia ambiental.

Asimismo, se puede apreciar que la respuesta es sí, para 11 de 16 profesionales ([ver tabla 37b](#)), y la respuesta es tal vez, para 4 de 16; es decir para más de un 73% de los encuestados, evidenció que es un impedimento potencial, la falta de control y seguimiento total o parcial, por parte de las autoridades ambientales, donde se permitió disposición de materiales, en zonas no autorizadas.

Tabla 37*Licencia ambiental*

Nota. Esta tabla muestra cómo afecta el proyecto la licencia ambiental. Elaboración Propia.

Validación Aspecto Social

En último lugar para la validación del aspecto social, se presentó la propuesta de mejora, en un proyecto constructivo.

Al respecto se evidencia que es muy importante, para 12 profesionales ([ver tabla 38a](#)), y se presentó moderadamente importante para 2 profesionales, es decir, para más de un 93% de los encuestados, afirmó que antes de la etapa de ejecución de la obra, se deben realizar reuniones con representantes de las localidades, e informarles sobre los planes de construcción en la zona, y escuchar sus inquietudes.

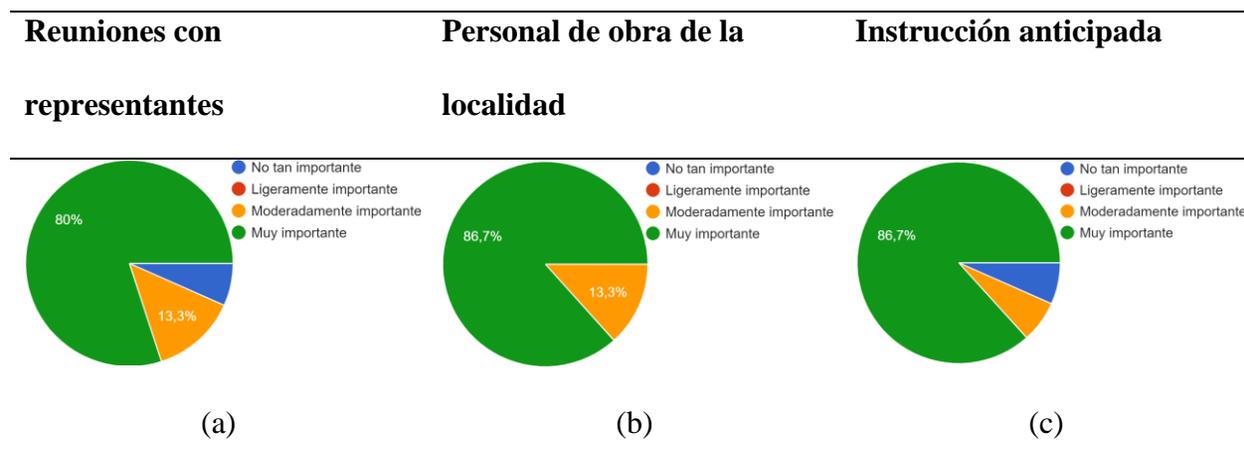
Al mismo tiempo se apreció que es muy importante, para 13 profesionales ([ver tabla 38b](#)), y se presentó moderadamente importante, para 2 profesionales, es decir para más de un 86% de los encuestados, evidenció que se debe contratar personal de obra de la localidad o sector.

En efecto se evidencia que se presenta muy importante, para 13 profesionales ([ver tabla 38c](#)), y se presentó moderadamente importante, para 1 profesional, es decir para más de un 86%

de los encuestados, evidenció que se debe realizar el debido seguimiento, controles en todas las actividades, e instrucción anticipada, para garantizar el bienestar de la población, en zonas colindantes de alto riesgo.

Tabla 38

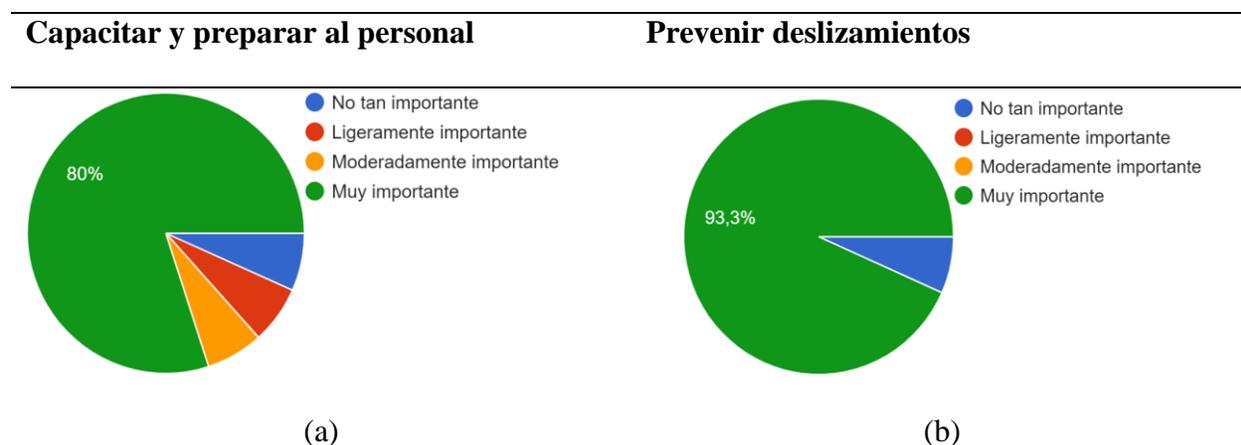
Propuesta de mejora



Nota. Esta tabla muestra propuesta de mejora para los proyectos. Elaboración Propia.

En tal sentido se evidenció que es muy importante, para 12 profesionales ([ver tabla 39a](#)), y se presentó moderadamente importante, para 1 profesional, es decir para más de un 80% de los encuestados, afirmó que, ante desastres ya ocurridos, será importante capacitar y preparar al personal de obra, para una correcta reacción de evacuación y prevención ante eventos, en los cuales debe primar la protección de las vidas humanas.

Además, se apreció que es muy importante, para 14 profesionales ([ver tabla 39b](#)), y se presentó no tan importante, para 1 profesional, es decir para más de un 93% de los encuestados, se evidenció que se debe prevenir los deslizamientos, en áreas de construcción de viviendas, localizar las áreas propensas, evitar los asentamientos, cerca de áreas de riesgo, activar campañas de reforestación planificadas, y mejorar drenaje de los suelos.

Tabla 39*Afectaciones sociales*

Nota. Esta tabla muestra las afectaciones sociales en el proyecto. Elaboración Propia.

Así las cosas, la información recopilada a través de la encuesta realizada por 16 profesionales expertos y especializados, en el ámbito de la gestión de proyectos de construcción de edificaciones e infraestructura, es acorde con el resultado del presente estudio, que permitió confirmar mediante la matriz de riesgos, basado en los análisis de los casos estudiados.

Conclusiones y Recomendaciones

El presente trabajo permite concluir que un modelo de gestión podría consolidarse como instrumento para dar respuesta a los interrogantes planteados en la pregunta de investigación.

¿Cómo se podría apoyar el sector de construcción de edificaciones en Colombia durante las fases de desarrollo de este tipo de proyectos, así como contribuir a la toma de mejores decisiones por parte de los profesionales del sector?

En primer lugar, se pudo establecer mediante la metodología para el análisis de datos y la aplicación de los métodos deductivo e inductivo, que existen factores críticos que corresponden a los hallazgos encontrados, producto del diagnóstico efectuado a los estudios de caso analizados.

Como segunda medida se aplica como base los cuatro (4) de los principales procesos de gestión de dirección de proyectos, que maneja Construction Extension to the PMBOK Guide, del Project Management Institute PMI para la toma de decisiones, y con los parámetros de la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK, como son gestión de integración del proyecto, gestión del tiempo del proyecto, gestión de comunicaciones del proyecto y gestión del riesgo del proyecto, versus la aplicación en los grupos de proceso de dirección de proyectos clasificados en grupo de procesos de inicio, grupo de procesos de planificación, grupo de procesos de ejecución, grupo de procesos de monitoreo y control, y grupo de procesos de cierre.

Desde los Objetivos Planteados

El objetivo general corresponde al diseño de un modelo de gestión para proyectos edilicios de baja complejidad, basado en el análisis de riesgos en estudios de caso en Colombia, a partir del análisis de los estudios de caso, se estableció una clasificación significativa que cubre los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales en que incurren cada uno de los proyectos constructivos.

En el capítulo de matriz de riesgo se plasma el diseño y estructura, que corresponde a la distribución de la información, la cual se describe ([ver apéndice M](#)), mientras que la dinámica del modelo y representación esquemática se trató a profundidad en el capítulo de modelo de gestión.

Para el cumplimiento de los objetivos específicos planteados, se realizó un diagnóstico de los proyectos de baja complejidad en Colombia, se toma un universo de 200 estudios de caso, que luego del estudio se clasificaron por criterios de similitud y se deja como base 6 estudios de casos representativos de la problemática.

A partir del diagnóstico, se generan 20 riesgos, los cuales fueron validados por cada aspecto, que permitieron la caracterización de los procesos de dirección de proyectos.

Finalmente, el diseño de la matriz de riesgo es validada a través del método Delphi, aplicado a un panel de expertos, y su validación es llevada a cabo el proceso de gestión del riesgo del proyecto, que corresponde a una de las áreas de conocimiento para el desarrollo del proyecto, aplicados en el modelo de gestión.

El modelo de gestión, permite la clasificación en los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, de los hallazgos encontrados, donde se extraen las principales problemáticas que afectan el desarrollo de los proyectos edificatorios en Colombia, es por eso que el manejo de la información y lesiones aprendidas permiten, generar la propuesta de mejora y controles claves a implementar para su mitigación y prevención.

El impacto práctico es la mejora de los procesos en los proyectos ejecutados en la empresa Soluciones Constructivas Integrales Solcing Limitada, y la ejecución de mejores prácticas encontradas en el análisis a los estudios de casos y el seguimiento al modelo de gestión. La validación de la matriz de riesgo a través de juicio de expertos, permitió conocer experiencias vividas y así atender sugerencia de los expertos, a la vez de organizar y estructurar la

información. Lo anterior por ser parte de Solcing Ltda, dedicada a la consultoría e interventoría de obras de construcción.

El modelo de gestión presenta una relación desde Arquitectura Empresarial, porque se tiene factores de estrategia, negocio y TI, donde se alinean procesos, políticas, normas y se comparte información de los estudios de caso, en tiempo real y a futuro alinear los sistemas de información al beneficio de las organizaciones y realizar el trabajo con las mejores prácticas, encontradas en la propuesta de mejora y controles claves a implementar, tomando una acción preventiva y descripción del control, plasmadas en la matriz de riesgo.

La Arquitectura Empresarial sirve de apoyo en la toma de decisiones estratégicas, al contar con un esquema o mapa de navegación que incluye procesos, componentes y políticas, el modelo de gestión propuesto, donde se estableció una clasificación significativa que cubre los aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales en que incurren cada uno de los proyectos constructivos, lo que permitió el análisis de riesgo enfocado en los procesos, lo que podría generar a la alta gerencia de invertir y revalorizar la importancia estratégica de las áreas de la tecnología de la organización.

De las actividades y productos generados en esta propuesta, se presentan a continuación las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Aspecto Técnico

De acuerdo a la validación de la matriz de riesgos y a los estudios de casos analizados, se evidencia que los proyectos edificatorios no cuentan en la etapa de construcción con estudios ni diseños para el inicio apropiado de las obras; ya que, o no poseen el nivel óptimo de detalle, carecen de especificaciones técnicas de materiales y procesos constructivos, se encuentran desactualizados, o todos a la vez, lo que conlleva a el constructor a optar en muchas ocasiones por generar sus

propios estudios, diseños y especificaciones técnicas, lo que acarrea para el proyecto sobrecostos, por obras adicionales, ausencia o redundancia excesiva de los elementos estructurales o no estructurales, baja calidad de los materiales empleados, problemas de patologías, y en general el no cumplimiento de los requisitos estipulados en la ley y normativa vigente, presentándose incluso en algunos casos, colapso de la edificación.

Es por ello que, el constructor no debe generar sus propios estudios, diseños y especificaciones técnicas, por tanto, debe tener todos los documentos antes del inicio de la obra, para la debida ejecución.

Las entidades del estado colombiano, que contratan productos y servicios de relacionados con proyectos de obra de construcción deben, a través de su equipo de trabajo, revisar los estudios, diseños, y especificaciones técnicas de materiales y procesos constructivos, antes de la ejecución de cualquier obra, y verificar que den cumplimiento con los requisitos estipulados en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, y sus normas técnicas conexas o complementarias, ya que si bien, esto ya fue revisado con antelación, en la fase de consultoría, por un revisor de diseños para la obtención de licencias y permisos, la Entidad lo debe constatar, por algún error u omisión de los requisitos de ley, como lo determinan la ley 400 de 1997, ley 1796 de 2016, y el decreto 945 de 2017, en el caso de las edificaciones sismo residentes. Estos criterios también aplican para los proyectos de infraestructura.

Las oficinas encargadas de conceder las licencias de construcción deben, exigir y vigilar el cumplimiento y la abstención de aprobar proyectos o planos de construcciones que no cumplan con las normas de acuerdo a la ley. También es importante realizar el seguimiento y control, para evitar los atrasos y que la obra dure más de lo indicado en la ejecución del cronograma. Lo anterior

debido a que el no cumplimiento del tiempo establecido en el cronograma de actividades, genera riesgos técnicos, incertidumbre y generación de nuevos costos.

Los proyectos constructivos se ven afectados desde la parte técnica por diferentes factores como desestabilidad en el suelo, remoción de masa, con el fin de mitigar estos riesgos, se debe contar con planes de contingencia y medidas preventivas, que permitan evitar daños en la infraestructura y posibles obras adicionales.

Aspecto Financiero

En los proyectos constructivos antes del inicio de la obra debe contar con el estudio de presupuesto, que está conformado por varios capítulos como demoliciones, cimentación, estructura, albañilería, cubierta, fachada e instalaciones; el no contar con el presupuesto acarrea mayores inversiones, sobrecostos, cambios en las condiciones de ejecución de la obra. Es por ello que, el constructor debe revisar que el presupuesto cuente con imprevistos, gastos de contingencia y gastos financieros; realizar seguimiento y control a los informes de cotizaciones y especificación de materiales.

Aspecto Administrativo

De acuerdo al análisis a través de la matriz de riesgos, se concluye que los proyectos constructivos, no cuentan con los estudios de mercado; ya que no cumplen con el principio de planeación, por lo que se presentan modificaciones contractuales, generación de nuevos ítems, generación de nuevo contrato, existencia de dos contratos, los cuales fueron definidos después de la ejecución del contrato en cuanto a cantidad y precio. Lo que ocasiona que el proyecto destine recursos comprometidos para cubrir daños ocasionados en el momento de un siniestro y que no cuenten con el financiamiento, debido a que son destinados a la construcción de otros sectores, también se presenta la destinación para mitigar las consecuencias sociales y ambientales.

Del análisis especializado a los estudios de caso de proyectos de obra de construcción, se concluye que es escasa la gestión de comunicaciones, debido a que no cuentan con canales de comunicación entre los coordinadores y el personal de obra, en algunos casos se lleva la minuta de lo que sucede día a día en la realización del proyecto, pero no está definido por agrupaciones de actividades, ni existe relaciones de autoridad, ni el cómo se debe llevar a cabo la comunicación entre las dependencias.

Así mismo, la validación de la matriz arroja que los proyectos edificatorios no cuentan en la etapa de construcción con el control ante situaciones críticas, como deslizamientos, contaminación del aire, disposición de materiales, zonas colindantes; lo que conduce a situaciones de alto riesgo. Es por ello que, el constructor debe optar por generar reportes e informes, realizar seguimiento y control a las actividades, seguimiento total o parcial por parte de las autoridades ambientales e instrucción anticipada, para garantizar el bienestar de la población en zonas colindantes, construyendo estructuras para el manejo de escombros usó de filtros, muros de contención o gaviones y capacitar y preparar al personal, de obra para una correcta reacción de evacuación ante tales eventos.

Aspecto Jurídico

En este aspecto, el análisis de los estudios de caso presentados y la realización de este proyecto permiten evidenciar el desconocimiento en aspectos relacionados con la contratación pública, debido a que se presentan proyectos edificatorios en la etapa de prefactibilidad y factibilidad que no se encuentran regulados dentro de la normativa de contratación pública o privada, lo que genera, realización de contratos como uso común entre particulares, nuevos contratos, incumplimiento del contrato, lo que ocasiona penalización o multas económicas,

incertidumbre y exigencias difíciles de cumplir, se debe realizar una investigación de las normas y leyes que rige el diseño y construcción del proyecto.

Del análisis en el aspecto jurídico encontrados en los estudios de caso, se concluye que los proyectos edificatorios realizan pagos, los cuales no están estipulados en la programación de los giros presupuestales a empresas y uniones temporales, que no fueron elegidas en el proceso de contratación. Así mismo se generan multas diarias, giros no pactados y atraso en los giros, porque no se han definido mecanismos para la solución de conflictos, lo que generó la realización de giros por establecimiento de controversias. Por lo tanto, es importante contar con los estudios financieros, económicos y presupuestales que permitan sustentar y determinar la proyección en tiempo y cuantía y debe estar estipulado en los pliegos de condiciones y en el contrato, con el fin de que no se convierta en una obligación indeterminada, verificar y constatar de acuerdo al plan de pagos que empresas fueron las contratadas para la ejecución de contrato y lo más importante realizar los giros estipulados en el plan de pagos.

Los proyectos edificatorios cuentan con la licencia de construcción, pero se construyen diferente a lo estipulado en la licencia aprobada, incluso, se realizan modificaciones después de construido, lo que genera afectación sobre los cálculos estructurales. Es por ello que, una vez aprobada la licencia de construcción en cuanto a cimentación y estructura, se debe certificar que la obra contó con la supervisión necesaria a los propios fines y cumplir a cabalidad con lo estipulado en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

Aspecto Ambiental

En los proyectos constructivos se presentan diferentes situaciones en cuanto a protección del medio ambiente, cómo en la calidad del aire, y tratamiento de aguas, puede ocurrir que, no se cuente, no exista modificación o no este autorizada la licencia ambiental y ser un impedimento

potencial para el desarrollo del proyecto, lo que genera incumplimientos en los topes establecidos para proteger la calidad de aire y el tratamiento de aguas; afectación a las fuentes hídricas por disposición de materiales y procesos sancionatorios ambientales. Por lo que, no se tiene establecido cada uno de los requisitos que se piden para la autorización de la licencia, se debe revisar los documentos generados en la fase de consultoría, con el fin de tener seguridad que se tienen las licencias y permisos de acuerdo a la normatividad vigente.

Aspecto Social

En los proyectos constructivos se presentan diferentes situaciones en cuanto que afectan a las vidas humanas, en situaciones como proteger la vida, patrimonio de familias, alerta a las comunidades, daño y evacuación de pobladores, abastecimiento de agua, proyectos no entregados, puede ocurrir que, se presenten derrumbes, cerramiento de las vías, colapso ante cargas sísmicas, autorización de demoliciones, generación de daños en la estructura construida, inadecuado manejo de los vertimientos. Es por ello que, antes de la etapa de ejecución de la obra, se debe realizar reuniones con representantes de las localidades e informarles sobre los planes de construcción en la zona, y escuchar sus inquietudes, contratar personal de obra de la localidad o sector en donde se dispondrán las obras o proyectos de construcción, contar con controles en todas las actividades, e instrucción anticipada, para garantizar el bienestar de la población en zonas colindantes de alto riesgo; capacitar y preparar al personal de obra para una correcta reacción de evacuación y prevención ante eventos en los cuales debe primar la protección de las vidas humanas.

Es importante prevenir las diferentes situaciones enunciadas y se debe prevenir los deslizamientos, en áreas de construcción de viviendas, localizar las áreas propensas, evitar los asentamientos cerca de áreas de riesgo, activar campañas de reforestación planificadas, y mejorar drenaje de los suelos.

En este sentido al aplicar el modelo de gestión, se desarrolla el acta de constitución del proyecto, se identifica los interesados y en la planificación desarrollar el plan para la dirección de proyecto, con el fin de ejecutar los procesos más principales que afectan los proyectos edificatorios, como gestión de integración, gestión de comunicaciones, gestión del tiempo y gestión de riesgos.

En la ejecución dirigir, gestionar el trabajo del proyecto, se debe cubrir los seis (6) aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales, realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos; llevar a cabo el control integrado de los cambios de acuerdo a los resultados de los juicios de expertos.

En este sentido y con el fin de dar solución a las situaciones que se presentan en los proyectos edificatorios, se debe monitorear y controlar el trabajo del proyecto, ejecutar la gestión de integración, gestión del cronograma, gestión de comunicaciones y gestión de riesgos, generar la matriz de riesgos y llevar las plantillas sugeridas en el modelo de gestión.

Lecciones Aprendidas

El desarrollo del modelo de gestión, permitió conocer más a fondo sobre los procesos de dirección de proyectos, y cumplir con el objetivo de validar el resultado de la propuesta, a través de la validación de la matriz de riesgo, debido a que es la matriz de riesgo la que aporta información real, en la clasificación de los principales aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales y dejar como sustento la aplicación de la clasificación para futuros proyectos constructivos en Colombia.

El análisis de los estudios de caso permitió clasificar los riesgos encontrados en los diferentes aspectos y cubrir para todos ellos los seis (6) aspectos clave identificados en el desarrollo del proceso investigativo desarrollado en el marco de este proyecto. Dichos aspectos fundamentan la definición del modelo de gestión desarrollado y apoyan de manera directa los factores que impactan los proyectos edificatorios bajo el patrón de construcción y gestión de proyectos de las Pymes en Colombia y la aplicación de buenas prácticas que conllevan a mejorar los procedimientos y el uso de la plataforma Bizagi Process Modeler, con el mapeo de los procesos en gestión de integración, gestión de comunicaciones, gestión del tiempo y gestión de riesgos.

Se definieron las actividades principales en cada uno de los grupos de procesos de la dirección de proyectos de Construction Extension to the PMBOK Guide, como: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre. Lo que permitió la generación de plantillas de seguimiento para cada proceso, las cuales fueron adaptadas a las características encontradas a lo largo del análisis realizado a los diferentes proyectos constructivos, de acuerdo a los estudios de caso.

En la validación de la matriz de riesgos, se aprendió cómo el método Delphi, aplicado a un panel de expertos, genera una técnica de predicción y arroja las apreciaciones del grupo de expertos, lo cual facilitó el análisis de acuerdo con las propuestas y sugerencias dadas para la optimización de los proyectos constructivos.

Trabajos Futuros

Se presenta un modelo de gestión, enfocado al sector de la construcción, dentro de los proyectos edilicios de baja complejidad, que busca dar solución a la problemática abordada desde cuatro (4) procesos de dirección de proyectos; de gestión de integración del proyecto, gestión del tiempo del proyecto, gestión de comunicaciones del proyecto y gestión de los riesgos del proyecto que si bien, son importantes, es necesario su complementación desde la perspectiva del Project Management Institute (PMI), y compararlo con la metodología de Lean Construction, es por ello que se proponen los siguientes trabajos a futuro:

El modelo de gestión se puede ampliar, complementar, en los grupos de procesos de la dirección de proyectos de Construction Extension de la Guía del PMBOK, como son, gestión del alcance del proyecto, gestión de los costos del proyecto, gestión de la calidad del proyecto, gestión de los recursos humanos del proyecto, gestión de las adquisiciones del proyecto, gestión de los interesados del proyecto y gestión de proyectos de salud, seguridad, seguridad y medio ambiente (HSSE).

Despliegue del modelo de gestión propuesto, en proyectos edificatorios de baja complejidad en Colombia, con el fin de que se evidencie que el modelo, permite a través de los procesos de dirección de proyectos, y la generación de la matriz de riesgos, obtener el diagnóstico de todo el proyecto, identificar los problemas más relevantes y analizar cada uno de los riesgos, clasificándolos en los seis (6) aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales.

Aplicación de modelo de gestión, enfocado al sector de la construcción, dentro de los proyectos edilicios de baja complejidad, basado en la metodología del Lean Construction, con el

fin de optimizar las actividades y aplicar la filosofía a todo el ciclo de vida; en el diseño, ingeniería, precomercialización, marketing y ventas y ejecución, con el fin de eliminar y reducir los riesgos.

Alcanzar el grado de madurez del modelo de gestión sería contar un software que almacene todos los proyectos que se hayan caracterizado, de los estudios de caso analizados con apoyo de Construction Extension to the PMBOK Guide, del Project Management Institute PMI para la toma de decisiones, y con los parámetros de la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK, con el fin de diseñar tecnología de la información y la comunicación que sustenten el trabajo de investigaciones reales al interior de obras de construcción, incorporar programas y herramientas informáticas en los procesos, relacionado con el modelo de gestión como bases de datos y aplicaciones que dinamicen y simplifique las consultas y caracterización de los proyectos edilicios.

Con el fin de definir patrones, estándares e indicadores que permitan de forma sistemática realizar evaluaciones de comportamiento, identificar las buenas prácticas y capacidades; que tienen los estudios, para generar en los proyectos, una mejora continua, lograr la optimización del rendimiento, mejorar el grado de madurez y permitir mejorar el trabajo de forma estructurada y organizada en los tres dominios de gestión como son proyectos, programas y portafolio de acuerdo a el modelo de madurez de gestión de proyecto organizacionales OPM3 del PMI.

Referencias

- Anexo Técnico Convocatoria N°001. (2015). Proyecto Arboleda Santa Teresita.
- Ardila, C. (2020). Parámetros para el desarrollo, presentación y sustentación de proyectos académicos relacionados con estudios de caso al interior de obras de construcción de edificaciones.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (1998). NSR-98 Normas Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente Título C Concreto Estructural.
- Brites, W. (2015). Obras de infraestructura y cambios en el entorno urbano. Acerca del avance de la ciudad legal sobre los asentamientos informales.
- Cabero, J., y Barroso, J. (2013). La Utilización Del Juicio De Experto Para La Evaluación De Tic: El Coeficiente De Competencia Experta: The Use of Expert Judgment for Assessing ICT: the Coefficient of Expert Competence. L'utilisation de jugementd'expertpourévaluer les TIC le coefficient de compétence technique., 65(2), 25-38. <https://doi.org/10.13042/brp.2013.65202>
- Calduch, R. (s. f.). Métodos y Técnicas de investigación en relaciones Internacionales. 161.
- Canchila, A. (2018, octubre 24). Universidad Nacional sugiere evacuar inmediatamente cuatro edificios ilegales en Cartagena. <https://www.wradio.com.co/noticias/regionales/universidad-nacional-sugiere-evacuar-inmediatamente-cuatro-edificios-ilegales-en-cartagena/20181024/nota/3815747.aspx>
- Colombia Compra Eficiente. (2014). Pliego de Condiciones Tipo para Contratos de Obra Pública. https://colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_documents/20140828pliego_de_condiciones_contrato_plan_0.pdf

- Colombia Compra Eficiente. (s. f.-a). Guía para Procesos de Contratación de Obra Pública Guía para Procesos de Contratación de Obra Pública. 1-23.
- Colombia Compra Eficiente. (s. f.-b). Manual para determinar y verificar los requisitos habilitantes en los Procesos de Contratación.
- Congreso de Colombia. (2012). Ley 1508 de 2012.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=45329>
- Congreso de la República de Colombia. (2007). Ley 1150 de 2007 del 16 de julio de 2007. 2007(46), 2010-2014.
- Córdoba, C. (2019a). Agencia Nacional de Infraestructura -Ani- Corredor Vial Bogotá – Villavicencio Vigencia. 006.
- Córdoba, C. (2019b). Hidroituango Informe de actuación especial de control excepcional a los recursos del proyecto de generación eléctrica.
- Córdoba, C. (2019c). Proyecto Construcción de la Nueva Vía Ibagué Armenia, Túnel de la Línea 020.
- Córdoba, C. (2019d). Vía al Llano Proyecto «Construcción Segunda Calzada Tramo el Tablón - Chirajara» (Número 034).
- Córdoba, C. (2020). Reactivación 35 Obras de Infraestructura «Audio Lectura Comunicado» (Número 091).
- Dávila, G. (2006). El Razonamiento Inductivo y Deductivo dentro del Proceso Investigativo en Ciencias Experimentales y Sociales. *Revista de Educación*, 27.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2011). Ley 80 de 1993. 1-30.
- Echeverri, A., & Orsini, F. M. (2011). Informalidad y urbanismo social en Medellín; Informalitat i urbanisme social a Medellín; Informality and social urban planning in Medellin.

- Fernández, D. (2015). Evolución de la Informalidad y la Segregación en el Distrito de Barranquilla. (Spanish). Evolution of Informality and Segregation in Barranquilla District. (English), 14(1), 135-151.
- Galicia, L. A., Balderrama, J. A., & Navarro, R. E. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: Propuesta de una herramienta virtual. *Apertura: Revista de Innovación Educativa*, 9(2), 42-53. <https://doi.org/10.32870/Ap.v9n2.993>
- Gobernación de Antioquía. (s. f.). El Proyecto Hidroeléctrico Ituango. Hidroitango Recuperado 3 de febrero de 2021, de <https://www.hidroitango.com.co/>
- Guerra, D., Castillo, J., y Ceballos, Y. (2019). Caracterización de datos catastrales para la tipificación de asentamientos informales en Medellín. Characterization of cadastral data for the classification of informal settlements in Medellín., 18(1), 187-201. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n1-2019017>
- Herrera-Reyes, A. T., & Guillén-Torres, J. (2011). La Complejidad en la Dirección de Proyectos Análisis del Concepto y Modelos de Evaluación de la Complejidad. 14.
- Lombard, M. (2015). Lugarización Y La Construcción De Asentamientos Informales En México. Place-Making and Construction of Informal Settlements in Mexico., 30(83), 117-146.
- López, A., y López, O. (2018). Estrategias metodológicas de análisis urbano frente al cambio climático: Matriz para el diseño adaptativo en asentamientos informales. (Spanish). Methodological strategies for urban analysis in the face of climate change. An adaptive design matrix for informal settlements. (English), 20(2), 78-89. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.2.859>
- López, F., y Calvo, A. (2019). Diseño y validación mediante Método Delphi de un cuestionario para conocer las características de la actividad física en personas mayores que viven en

- residencias. / Delphy Method validation and design of a questionnaire to assess physical activity characteristics in elderly from residences. *Retos: Nuevas Perspectivas de Educación Física, Deporte y Recreación*, 36, 515-520.
- López, W. (2016). La informalidad urbana y los procesos de mejoramiento barrial. *Urban Informality and the neighborhood improvement processes.*, 37(3), 1-18.
- Madariaga, M. del C. (2019). Estudio de Caso Desplome Edificio Portales de Blas de Lezo II. 91.
- Norma Internacional. (2018). *Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo*.
- Núñez, E. (1997). 8. Aspectos administrativos. Instituto Nacional de Administración Pública, A.C.
[www.juridicas.unam.mxhttp://biblio.juridicas.unam.mx/bjvLibrocompletoen:https://goo.gl/mHtbXh](http://www.juridicas.unam.mx/biblio/juridicas.unam.mx/bjvLibrocompletoen:https://goo.gl/mHtbXh)
- Presidencia de la República. (2013). Decreto 1510 de 2013.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=53776>
- Presidencia de la República de Colombia. (2014). Decreto número 2043 de 2014, por el cual se modifica el Decreto número 1467 de 2012, reglamentario de la Ley 1508 de 2012. vLex.
<https://vlex.com.co/vid/539369606>
- Project Management Institute (Ed.). (2016). *Construction extension to the PMBOK guide*. Project Management Institute, Inc.
- Report published on fatal Colombian bridge collapse-Bridge Design & Engineering (Bd & e). (2018, abril 30). <https://www.bridgeweb.com/Report-published-on-fatal-Colombian-bridge-collapse/4659>

- Restrepo, D. (2014). El control de la construcción y el control urbano en Colombia: El caso Medellín y la Ruta Medellín Vivienda Segura 2014-2024; retos y oportunidades.
- Secretaría Distrital del Hábitat. (2020). Secretaría Distrital del Hábitat.
<https://www.habitatbogota.gov.co/noticias/la-secretar%C3%ADa-del-h%C3%A1bitat-entreg%C3%B3-21-viviendas-familias-ciudad-bol%C3%ADvar>
- Tender, M., Martins, F. F., Couto, J. P., & Pérez, A. C. (2017). Study on prevention implementation in tunnels construction: Marão Tunnel's (Portugal) singularities / Estudio sobre la implementación de la prevención de riesgos laborales en la fase de construcción de túneles: caso particular del Túnel de Marao II (Portugal). *Revista de la construcción*, 2, 262. <https://doi.org/10.7764/rdlc.16.2.262>
- Times Financial Iberoamericano Ranking. (2014). Proyectos de construcción.
- Universidad de Los Andes. (2014). Concepto técnico en relación a las causas más probables del colapso del edificio Space. 1.
https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_15/Noticias/Shared Content/Documentos/2014/Uniandes_Informe-Final-Fase3-Space-Resumen.pdf
- Universidad de Los Andes. (2014). Concepto técnico en relación a las causas más probables del colapso del edificio Space. 1.
- Vergara, N. V. V., y Carmona, J. A. C. (2012). Metodología de Gerencia de Proyectos para Empresas Dedicadas a Construir Obras Civiles, Enmarcado en el PMBOK-V4. 113.

Apéndices

Apéndice A

Proyecto Hidroeléctrico Ituango

La Sociedad Hidroituango suscribió con EPM, un contrato tipo BOOMT (Build, Operate, Own, Maintain and Transfer, *En español, construir, operar, poseer, mantener y devolver el proyecto.*

Donde EPM realiza inversiones para la financiación, construcción, operación, mantenimiento y entrada en operación de la central hidroeléctrica y luego devolver el proyecto a la sociedad luego de 50 años. Este proyecto está ubicado en el río Cauca entre el municipio de Ituango y el corregimiento del Puerto Valdivia, en el departamento de Antioquía. Se da inicio de la construcción preliminar de la presa en el año 2010 y se tiene como meta que la planta estuviera en operación hacia a finales del año 2018, pero de acuerdo al deslizamiento en una de sus márgenes, ocurrido en abril de 2018 se presentan obstrucciones generalizadas de uno de los túneles de desviación del río Cauca. Lo anterior debido a fallas geológicas por fuertes lluvias e inestabilidad del terreno, que ocasionaron el llenado del embalse el cual no pudo ser controlado y generó la obstrucción de la vía que comunica al municipio Ituango. También la situación genero del desplazamiento de la población, debido al hundimiento parcial de los corregimientos de Oroabajo (Sabanalarga) y Barbacoas en Peque.

Se presentó un posible riesgo debido a que, si el agua sobre pasa el nivel de la presa, generaría una rotura que puede destruir el corregimiento del Puerto Valdivia y los municipios de Tarazá y Caucasia. Esta situación en peligro género que se tomará la decisión de inundar la casa de máquinas que aún se encontraba en construcción, con el fin de que el río volviera a su normalidad, lo que generó grandes pérdidas para el proyecto.

No obstante (Gobernación de Antioquía, s. f.) de acuerdo a informe, el 12 de mayo de 2018, se generó una des taponamiento natural de uno de los túneles, y ocasiono una creciente súbita del río, lo que conllevó a la evacuación de los habitantes. Después de bajar esta corriente se ve como afecto a Puerto Valdivia y dejó una cantidad de damnificados y pérdidas materiales.

Apéndice B

Proyecto Puente Chirajara

El puente Chirajara forma parte de la construcción de la doble calzada de la autopista al Llano, el 15 de enero de 2018 uno de los pilotes terminados del puente se desplomó, cruza un barranco a una altura de 280 metros y está sostenido por tirantes de dos torres, de las cuales colapso y causó la muerte al menos a 10 trabajadores e herir varios más.

De acuerdo a la agencia nacional de infraestructura la principal causa, fue una falla de diseño, debido a que una viga no presento la suficiente resistencia; para soportar la infraestructura. La concesionaria vial de los andes (Coviandes), de acuerdo a la investigación de Modjeski y Masters, ha publicado los resultados, que concluye que el colapso de la Torre B del puente atirantado Chirajara, se debió a un error de diseño, con una suposición incorrecta sobre la fuerza proporcionada por un diagrama y se deja en el informe que la torre C, también está al borde del colapso.

Figura B32*Puente Chirajara*

Nota. La foto representa la fuerza proporcionada en el puente Chirajara. Tomado de (Report Published on Fatal Colombian Bridge Collapse - Bridge Design & Engineering (Bd & e), 2018)

El colapso del puente se debió a una falla en los elementos tensores de la viga transversal, (losa cabezal) y diafragma inferior (tabique) ver figura 1. Puente Chirajara, de la torre en forma de diamante, de acuerdo al informe, la contribución del diafragma a la resistencia general de la estructura, se sobrestimó en la etapa del diseño.

Apéndice C

Proyecto Túnel de la línea

La finalidad del túnel es facilitar el tráfico en una de las vías transversales de Colombia “Ruta Nacional 40” enlazar a Bogotá con el eje cafetero, la ciudad de Cali y el puerto de Buenaventura.

El principal factor que se tuvo que afrontar fue de carácter técnico, debido a la existencia de aguas subterráneas, grandes capas de ceniza volcánica y ocho fallas geológicas, a lo largo de 3,2 kilómetros de los 8,65 km de longitud del túnel, que tuvieron que ser atendidos y ser estabilizados.

A lo largo de la construcción se ve afectados por varios factores de acuerdo al informe de la Universidad Nacional de Colombia, observa que no era una obra difícil ni imposible, no era compleja ni costosa y tampoco demorada sino una obra abandonada. También otro aspecto fue la desfinanciación de la obra, debido al conflicto jurídico entre el estado colombiano y los contratistas por la inversión de nuevos fondos públicos al presupuesto ya invertido. Otra anomalía es por ejemplo que al ejecutar el 12% final de la obra, costó un 88% más, se han comprometido \$860.000 millones adicionales y el proyecto se terminará en abril del 2021.

Apéndice D

Edificio Space

El 12 de octubre de 2013 en la ciudad Medellín Colombia, colapsa súbitamente la etapa 6 del edificio Space, en los análisis de las posibles causas se establece que el colapso no estuvo asociado a la ocurrencia de un evento sísmico, o un movimiento del terreno que pudiese haber afectado la distribución de cargas internas en la estructura, tampoco explosiones o incendios internos que pudieran debilitar elementos estructurales importantes, ni sobrecargas extraordinarias en la edificación. Sin embargo, sí se presentan evidencias de fallas y patologías estructurales internas meses y días previos al colapso. De acuerdo a la Unidad Nacional para la Gestión de Riesgos de Desastres de Medellín, al presentarse el colapso de la estructura se revisan los escombros encontrados de la torre 6 como estructuras del ascensor y los puntos fijos de las torres que quedaron en pie torres 1, 2, 3, 4 y 5 y se desestima que hubiera utilizado un sistema tradicional, de acuerdo al estudio de los hallazgos; se evidencia que se mezclaron diferentes sistemas constructivos (sistemas aporticado, sistema de muro, sistemas combinados), la presencia de grandes voladizos con luces superiores a los 4.0 metros, aportó cargas estructurales significativas, se evidenció discontinuidad en elementos estructurales como columnas, vigas y muros de refuerzo al respecto (Universidad de Los Andes, 2014).

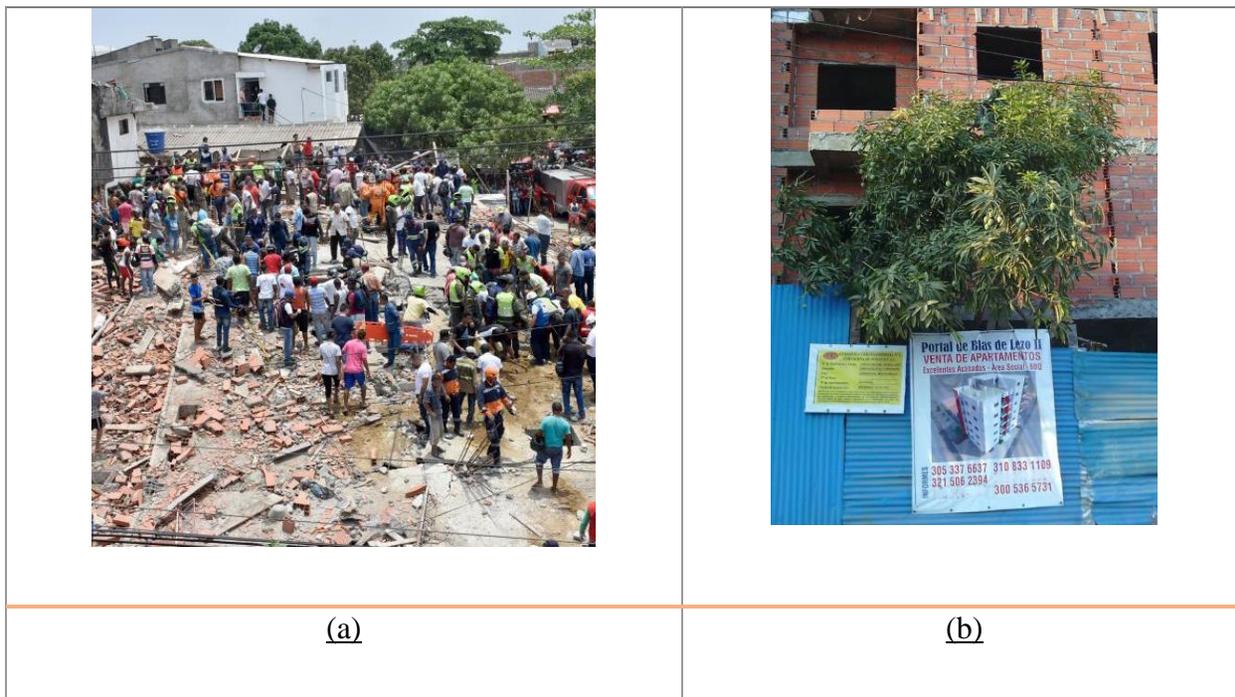
Apéndice E

Edificio Blas de Lezo

El 27 de abril de 2017, en la ciudad Cartagena de Indias Colombia colapsa súbitamente el edificio en construcción de seis pisos Portales de Blas de Lezo II ([ver figura E33a](#)), mueren 18 personas y rescatan a 23. Dentro de las irregularidades encontradas está que el proyecto contaba con licencia de construcción falsa, ([ver figura E33b](#)). Por otro lado, el POT vigente establece que sólo se pueden construir edificios de cuatro pisos, y el Blas de Lezo II tenía construido un quinto piso, con una azotea. El responsable del proyecto de construcción es una sociedad comercial que tiene como principal actividad registrada en la cámara de comercio, la construcción de obras de ingeniería civil como persona natural.

Figura E33

(a) Foto rescate víctimas portafolio.co. (b) Foto valla informativa y cartel publicitario



Nota. La foto representa el rescate de víctimas y valla informativa. Tomado de revista semana por

Apéndice F

Conjunto Residencial Arboleda Santa Teresita

Por tanto (Anexo Técnico Convocatoria N°001, 2015) del Proyecto Arboleda Santa Teresita, ubicado en transversal 15 este 61 A 10 sur barrio Arboleda Santa Teresita, localidad San Cristóbal, UPZ 51 los libertadores, contempla la construcción de 1.034 viviendas de interés prioritario en 43 bloques de 24 apartamentos cada uno (4 apartamentos por piso distribuidos en 6 pisos de altura). Se diseñaron dos (2) modelos de apartamentos así: 972 apartamentos de 50,4 m² y 62 apartamentos 55,78 m² incluidas terrazas. El proyecto contempla tres zonas construidas de equipamiento comunal con un área total de 1.300 m².

En tanto (Secretaría Distrital del Hábitat, 2020), en la localidad de ciudad Bolívar, luego de ocho años de espera el pasado 09 de junio de 2020 en Arborizadora baja se realizaron 52 entregas de 297 soluciones de vivienda, la Caja de Vivienda Popular, tiene como reto en un período de cuatro años, reasentar 2150 familias en viviendas de interés social y prioritario, pero a la fecha el proyecto Arboleda de Santa Teresita de 1.032 unidades no ha sido entregado.

Apéndice G

Colegio del Distrito

El Colegio Distrital La Concordia, ubicado en la Carrera 2 No. 14-90 la Candelaria, al respecto, el concejal Juan Carlos Flores denunció que se presentaron 7 suspensiones que significaron una demora adicional de 20 meses y 2 adiciones que resultaron en un incremento del valor del contrato por 4.503 millones. El 11 de mayo de 2017 el gobierno actual de Bogotá, hizo la entrega del colegio, aun no se habían terminado las aulas múltiples, el comedor y las canchas, ubicadas en los módulos 8 y 9 de la obra, a octubre de 2017, las Secretaría de Educación abrió otra licitación para terminar el colegio. El contrato de obra se firmó por \$2.870 millones.

Apéndice H

Elefantes blancos en Colombia

Según el informe (Córdoba, 2019a), la Contraloría General de la República sigue a la cacería de obras inconclusas y proyectos críticos en todo el país, hasta la fecha se han identificado 1.300 obras abandonadas, o sin avance que suman más de \$20 billones de pesos en inversiones. El contralor Carlos Felipe Córdoba asegura que de acuerdo a los mecanismos como son la tecnología que los permite georreferenciarlos y el control social con el programa “Compromiso Colombia” son armas que le permite tener en la mira esta clase de proyectos. Los sectores más afectados por los proyectos abandonados son los de agua potable y saneamiento básico; educación, transporte, vivienda, deporte y recreación y salud y protección social.

Se encontraron otras alarmas donde existen, obras de infraestructura que presentan dificultades en cuanto a que generaron múltiples prorrogas, suspensiones y adiciones clasificándolas como elefantes blancos.

El proyecto Plan Nacional de Infraestructura Educativa (PNIE), se encuentra que no se ha terminado, su finalidad era la implementación de la jornada única estudiantil, con el fin de superar el déficit de aulas a nivel nacional y que se había planteado en el Plan Nacional de Desarrollos 2014-2018. De 541 colegios solo han terminado 162, y ha entregado 35.

El proyecto de la construcción de la represa del embalse multipropósito del Río Ranchería, desde el 2005 establecido como un proyecto estratégico para el país, el abastecimiento de agua, a cerca de medio millón de habitantes de nueve municipios, de la Guajira y generar 22.6 megavatios de energía por año, el cual fue definido por el CONPES. Sin embargo para la Contraloría, es uno de los proyectos más vergonzantes de Colombia, que ha tenido un monto fiscal por más de \$637.000 millones.

El proyecto Distrito de Riego Triángulo del Tolima, tuvo una inversión inicial de \$388.350 millones de pesos, este proyecto pretendía beneficiar a cerca de 20 mil personas de las cuales 88% pertenecen a comunidades indígenas, luego de 15 años se han realizado inversiones aproximadamente \$600.000 millones de pesos, viéndose resultados solamente como la ejecución de la primera fase.

La construcción de los escenarios para los 20° Juegos Deportivos Nacionales y 4° Para nacionales del 2015 en Ibagué, una verdadera malversación de recursos públicos, donde se vieron involucrados diferentes autores y personalidades del mundo político, se presentaron irregularidades en la contratación de los estudios y diseños y en la ejecución de las obras.

Apéndice I

Título I, supervisión técnica de la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10



Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial
Dirección del Sistema Habitacional
República de Colombia



COMISION ASESORA PERMANENTE PARA EL REGIMEN
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES
(Creada por la Ley 400 de 1997)

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

NSR-10



TÍTULO I – SUPERVISIÓN TÉCNICA

Secretaría de la Comisión:

ais Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica
Carrera 20 N° 84-14 Oficina 502 • Bogotá, D. C., COLOMBIA • Teléfono: 530-0826 • Fax: 530-0827

TÍTULO I SUPERVISIÓN TÉCNICA

CAPÍTULO I.1 GENERALIDADES

I.1.1 — DEFINICIONES

I.1.1.1 — Las definiciones que se dan a continuación, transcriben las dadas en la Ley 400 de 1997 y en la Ley 1229 de 2008 y amplían las que se dan en el Capítulo A.13 del Reglamento, donde deben consultarse las definiciones de otros términos utilizados en el presente Título.

Acabados o elementos no estructurales — Partes o componentes de una edificación que no pertenecen a la estructura o a su cimentación.

Certificado de permiso de ocupación — Es el acto, descrito en el Artículo 46 del Decreto 564 de 2006, mediante el cual la autoridad competente para ejercer el control urbano y posterior de obra, certifica mediante acta detallada el cabal cumplimiento de lo aprobado, según sea el caso:

- a) Las obras construidas de conformidad con la licencia de construcción en la modalidad de obra nueva otorgada por el curador urbano o la autoridad municipal o distrital competente para expedir licencias.
- b) Las obras de adecuación a las normas de sismorresistencia y/o a las normas urbanísticas y arquitectónicas contempladas en el acto de reconocimiento de la edificación, en los términos de que trata el Título II del decreto 564 de 2006 o el que lo complementa.

Control urbano — Actividad desarrollada por los alcaldes municipales o distritales, directamente o por conducto de sus agentes, encaminada a ejercer la vigilancia y control durante la ejecución de las obras, con el fin de asegurar el cumplimiento de las licencias urbanísticas y de las normas contenidas en el Plan de Ordenamiento Territorial.

Constructor — Es el profesional, ingeniero civil o arquitecto, o constructor en arquitectura e ingeniería, bajo cuya responsabilidad se adelanta la construcción de la edificación.

Desempeño de los elementos no estructurales — Se denomina desempeño el comportamiento de los elementos no estructurales de la edificación ante la ocurrencia de un sismo que la afecte.

Diseñador arquitectónico — Es el arquitecto bajo cuya responsabilidad se realizan el diseño y los planos arquitectónicos de la edificación y quien los firma o rotula.

Diseñador de los elementos no estructurales — Es el profesional, facultado para ese fin, bajo cuya responsabilidad se realizan el diseño y los planos de los elementos no estructurales de la edificación, y quien los firma o rotula.

Diseñador estructural — Es el ingeniero civil, facultado para este fin, bajo cuya responsabilidad se realiza el diseño y los planos estructurales de la edificación, y quien los firma o rotula.

Edificación — Es una construcción cuyo uso primordial es la habitación u ocupación por seres humanos.

Estructura — Es un ensamblaje de elementos, diseñado para soportar las cargas gravitacionales y resistir las fuerzas horizontales.

Grupo de uso — Clasificación de las edificaciones según su importancia para la atención y recuperación de las personas que habitan en una región que puede ser afectada por un sismo o cualquier tipo de desastre.

Ingeniero geotecnista — Es el ingeniero civil, quien firma el estudio geotécnico y, bajo cuya responsabilidad se realizan los estudios geotécnicos o de suelos, por medio de los cuales se fijan los parámetros de diseño de la cimentación, los efectos de amplificación de la onda sísmica causados por el tipo y estratificación del suelo

NSR-10 – Capítulo I.1 - Generalidades

subyacente a la edificación, y la definición de los parámetros del suelo que se deben utilizar en la evaluación de los efectos de interacción suelo-estructura.

Licencia de construcción — Es la autorización previa, expedida por el curador urbano o la autoridad municipal o distrital competente, para adelantar obras de construcción, ampliación, adecuación, reforzamiento estructural y modificación, en cumplimiento de las normas urbanísticas y de edificación adoptadas en el Plan de Ordenamiento Territorial, en los instrumentos que lo desarrollen o complementen y en las leyes y demás disposiciones que expida el Gobierno Nacional.

Titular de la licencia — Para efectos de este Reglamento, es la persona, natural o jurídica, titular de derechos reales principales, poseedor, propietario del derecho de dominio a título de fiducia y los fideicomitentes de las mismas fiducias, a nombre de la cual se expide la licencia de construcción.

Reconocimiento de la existencia de edificaciones — Es la actuación por medio del cual el curador urbano o la autoridad municipal o distrital competente para expedir licencias, declara la existencia de desarrollos arquitectónicos finalizados antes del 27 de junio de 2003 que no cuentan con licencia de construcción. Así mismo, por medio del acto de reconocimiento se establecerán, si es del caso, las obligaciones para la adecuación posterior de la edificación a las normas de sismoresistencia que les sean aplicables en los términos de la ley 400 de 1997 y a las normas urbanísticas y arquitectónicas que las autoridades municipales, distritales y en el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Establezcan para el efecto.

Supervisión técnica — Se entiende por Supervisión Técnica la verificación de la sujeción de la construcción de la estructura de la edificación a los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural. Así mismo, que los elementos no estructurales se construyan siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador de los elementos no estructurales, de acuerdo con el grado de desempeño sísmico requerido. La supervisión técnica puede ser realizada por el interventor, cuando a voluntad del propietario se contrate una interventoría de la construcción.

Supervisión técnica continua — Es aquella en la cual todas las labores de construcción se supervisan de una manera permanente.

Supervisión técnica itinerante — Es aquella en la cual el supervisor técnico visita la obra con la frecuencia necesaria para verificar que la construcción se está adelantando adecuadamente.

Supervisor técnico — El supervisor técnico es el profesional, ingeniero civil o arquitecto o constructor de ingeniería o arquitectura, bajo cuya responsabilidad se realiza la supervisión técnica. Parte de las labores de supervisión puede ser delegada por el supervisor en personal técnico auxiliar, el cual trabajará bajo su dirección y responsabilidad. La supervisión técnica puede ser realizada por el mismo profesional que realiza la interventoría.

I.1.2 — OBLIGATORIEDAD DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA

I.1.2.1 — De acuerdo con lo requerido por el Título V de la Ley 400 de 1997 en su Artículo 18, la construcción de la estructura de edificaciones cuya área construida, independientemente de su uso, sea mayor de 3000 m², debe someterse a una supervisión técnica, realizada de acuerdo con los requisitos del Título V de la Ley 400 de 1997 y del Título I del presente Reglamento.

I.1.2.1.1 — Según lo establecido en el Parágrafo 1 del Artículo 18 de la Ley 400 de 1997, se excluyen de la obligatoriedad de la supervisión técnica las estructuras que se diseñen y construyan siguiendo las recomendaciones del Título E del presente Reglamento, siempre y cuando sean menos de 15 unidades de vivienda.

I.1.2.1.2 — El Parágrafo 2 del Artículo 18 de la Ley 400 de 1997, autoriza al diseñador estructural, o al ingeniero geotecnista para exigir, de acuerdo con su criterio, supervisión técnica en edificaciones de cualquier área; cuya complejidad, procedimientos constructivos especiales o materiales empleados, la hagan necesaria, consignado este requisito en los planos estructurales o en el estudio geotécnico respectivamente. En la correspondiente licencia de construcción deberá dejarse explícita esta obligación.

I.1.2.2 — En aquellos casos en que no se requiera supervisión técnica, el Artículo 19 de la Ley 400 de 1997, indica que el constructor tiene la obligación de realizar los controles de calidad con el alcance exigido por esta Ley y el

NSR-10 – Capítulo I.1 - Generalidades

presente Reglamento, requiere para los diferentes materiales estructurales y elementos no estructurales, y debe llevar registro escrito donde se consignen los resultados obtenidos.

I.1.2.3 — De acuerdo con el Artículo 20 de la Ley 400 de 1997, las edificaciones de atención a la comunidad (Grupos de Uso III y IV) independientemente de su área, deben someterse a una supervisión técnica.

I.1.3 — ALCANCE DE LA SUPERVISION TECNICA

I.1.3.1 — El alcance mínimo que debe cubrir la supervisión técnica, así como los controles mínimos exigidos, están definidos en el Capítulo I.2.

I.1.4 — CUALIDADES QUE DEBE TENER EL SUPERVISOR TECNICO

I.1.4.1 — El supervisor técnico debe ser un profesional que reúna las calidades exigidas el capítulo 5 del Título VI de la Ley 400 de 1997 y en la Ley 1229 de 2008.

I.1.5 — REGLAMENTACIONES ADICIONALES

I.1.5.1 — En el capítulo I.4 se indica el procedimiento recomendado para realizar las labores de supervisión técnica, y puede servir de guía a quienes las lleven a cabo o a quienes las contraten, mientras la "Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes" las reglamenta según lo dispuesto en la Ley 400 de 1997.



Apéndice J

Las áreas de conocimiento de Construction Extension to the PMBOK Guide

CAPÍTULO 3. GESTIÓN DE PROYECTOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN: VISIÓN

GENERAL Y AVANCES

Como se define en el *PMBOK® Guía*, "La gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del proyecto". Estos mismos componentes y procesos se aplican en la construcción, con prácticas adicionales para entregar un producto final que sea funcional y satisfaga las necesidades de las partes interesadas. Utiliza los mismos grupos de procesos y se caracteriza por interacciones similares entre los grupos y procesos. La Sección 3 presenta al practicante las áreas de conocimiento y los grupos de procesos, y ofrece una descripción general de algunos avances en tecnología y técnicas de gestión que hacen que la gestión de proyectos sea única en el entorno de la construcción.

3.1 Áreas de conocimiento, grupos de procesos y procesos de gestión de proyectos

Los métodos y procesos de gestión de proyectos más comúnmente aplicados en la industria de la construcción utilizan buenas prácticas generalmente reconocidas que son aplicables a la mayoría de los proyectos la mayor parte del tiempo. Sin embargo, es la aplicación de estas prácticas lo que hace que esta industria sea única.

Las áreas de conocimiento en el *PMBOK® Guía* son aplicables a proyectos de construcción, aunque con modificaciones para abordar los atributos, prácticas y aplicaciones únicos en los Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento. Las acciones derivadas de estas áreas de conocimiento se aplican al proyecto de construcción en cada fase distinta del proyecto.

Esta *Ampliación de la construcción* introduce dos áreas de conocimiento adicionales que son aplicables a proyectos de construcción:

- Gestión de proyectos de salud, seguridad, protección y medio ambiente (HSSE); y
- Gestión financiera de proyectos.

Es importante señalar que el gerente de proyecto en construcción es responsable de reconocer no solo lo que el propietario del proyecto necesita, sino también cómo se deben aplicar las prácticas comunes y las aplicaciones de construcción específicas. La Tabla 3-1 mapea los Grupos de Procesos con las Áreas de Conocimiento para ayudar al practicante con esta responsabilidad.

Las secciones 3.1.1 a 3.1.12 presentan las áreas de conocimiento en lo que respecta a los proyectos de construcción.

3.1.1 Gestión de la integración del proyecto

La gestión de integración de proyectos en la construcción está en una posición única para abordar proyectos de ritmo rápido, sensibles al tiempo y sensibles a los costos. La complejidad del proyecto, los desafíos de las partes interesadas y las limitaciones impuestas geográfica y culturalmente cuando se combinan con la financiación del proyecto, los intrincados procesos de adquisición y la gestión del riesgo.

Tabla 3-1. Mapeo de grupos de procesos y áreas de conocimiento

Áreas de conocimiento	Grupos de procesos de gestión de proyectos				
	Iniciando	Planificación	Ejecutando	Supervisión	Clausura
	Proceso Grupo	Proceso Grupo	Proceso Grupo	y controlando Grupo de proceso	Proceso Grupo
4. Gestión de la integración de proyectos					
5. Gestión del alcance del proyecto		■	■	■	■
6. Gestión del cronograma del proyecto			■		■
7. Gestión de costos del proyecto			■		■
8. Gestión de la calidad del proyecto			■		■
9. Gestión de recursos del proyecto			■	■	■
10. Gestión de comunicaciones del proyecto			■	■	■
11. Gestión de riesgos del proyecto			■	■	●
12. Gestión de adquisiciones de proyectos			■	■	■
13. Gestión de las partes interesadas del proyecto			■	■	■
14. Gestión de salud, seguridad, protección y medio ambiente del proyecto	■		■	■	■
15. Gestión financiera del proyecto			●	●	●
Guía PMBOK® Áreas de conocimiento y grupos de procesos incluidos en Ampliación de la construcción					
Áreas de conocimiento y grupos de procesos exclusivos de la construcción exclusivos de Ampliación de la construcción					

contribuir a la imperiosa necesidad de integrar estos esfuerzos. Esta área de conocimiento es la más adecuada para incorporar un enfoque holístico para el proyecto de construcción. La función principal de la gestión de proyectos de construcción es la integración, es decir, evitar discrepancias entre las diversas disciplinas técnicas y de soporte. La Gestión de Integración del Proyecto comienza en la parte frontal del proyecto, cuando un propietario toma una decisión comercial para renovar una instalación existente o construir una nueva. Muchos de los procesos que normalmente comenzarían cuando se autoriza el proyecto ahora juegan un papel mucho más importante para el propietario. La adquisición y el compromiso de las organizaciones ejecutoras comienza inmediatamente con la necesidad del propietario de adquirir la experiencia especial para planificar, desarrollar, diseñar y construir el proyecto.

Las actividades de planificación y ejecución, junto con los procesos de todas las áreas de conocimiento, incluido el financiamiento de proyectos, pueden utilizar diferentes ciclos de vida de diseño y construcción, lo que agrega complejidad a la entrega de proyectos de construcción. Las cláusulas del contrato pueden describir requisitos extensos de informes de progreso y desempeño que mejoran el nivel de detalle y precisión necesarios para monitorear y controlar durante la ejecución del proyecto. Los cambios a menudo se consideran inevitables en la construcción; por lo tanto, el enfoque en el control de cambios integrado es un proceso contractual importante. La gestión inadecuada de esta actividad a menudo conduce a disputas contractuales.

3.1.2 Gestión del alcance del proyecto

La gestión del alcance del proyecto para la construcción es un tema interesante pero complejo en el que las prioridades varían según las partes interesadas que gestionan el proyecto.

La Gestión del Alcance del Proyecto comienza temprano en el ciclo de vida del proyecto y evoluciona constantemente durante las primeras etapas. El Grupo de Procesos de Planificación es de gran importancia ya que la capacidad de influir en los costos es mayor en las primeras etapas del proyecto, lo que hace que la definición del alcance inicial sea fundamental. Los requisitos de las partes interesadas, así como los documentos como el contrato, los dibujos y las especificaciones, deben revisarse a fondo en la planificación del alcance. Se debe crear una línea de base del alcance para ayudar a rastrear y administrar los cambios en un proyecto de construcción.

El Grupo de Procesos de Seguimiento y Control juega un papel fundamental debido al potencial de cambios importantes en un proyecto de construcción. Estos cambios pueden descarrilar un proyecto de manera rápida y sencilla, como retrasos en el cronograma o sobrecostos. La validación del alcance es un proceso eficaz integrado con el control del alcance.

3.1.3 Gestión del cronograma del proyecto

La gestión del cronograma del proyecto es fundamental para un proyecto exitoso. Dado que la construcción depende en gran medida de las restricciones de tiempo dentro de los contratos, hay un énfasis adicional en terminar el proyecto dentro del plazo asignado. La gestión del cronograma juega un papel importante ya que un proyecto de construcción típico a menudo implica una gran cantidad de contratos individuales (vendedores) que se secuencian y coordinan durante el ciclo de vida del proyecto.

Dado que la mayoría de los proyectos de construcción enfatizan la finalización del proyecto a tiempo y pueden generar daños monetarios por una finalización tardía, la Gestión del cronograma del proyecto se ha convertido en un proceso de programación muy técnico. Se desarrollan detalles cuidadosos en el cronograma del proyecto para identificar retrasos, junto con una evaluación precisa del origen del retraso, para que se pueda asignar la responsabilidad.

La gestión del cronograma del proyecto incluye los procesos necesarios para gestionar la finalización oportuna del proyecto. La planificación es de importancia clave debido a las incertidumbres inherentes a un proyecto de construcción. En el Grupo de Procesos de Planificación, se definen las actividades, se establece la secuencia de las actividades, se estiman la duración y los recursos de las actividades y se definen los pesos de las actividades. El nivel de detalle se vuelve importante debido a la multitud de partes interesadas involucradas en un proyecto. Muchos proyectos corren el riesgo de no terminar a tiempo debido a un desarrollo y control ineficaces del cronograma.

El Grupo de Procesos de Seguimiento y Control juega un papel importante en el establecimiento de mecanismos para señalar las desviaciones de la línea de base y la necesidad de acciones preventivas o correctivas para volver a la programación. Los cronogramas integrados plantean desafíos únicos, pero son fundamentales para un proyecto exitoso. Los registros, como los diarios del sitio, son una herramienta importante en el control de la programación.

3.1.4 Gestión de costos del proyecto

La gestión de costos del proyecto es de vital importancia para el éxito de un proyecto de construcción, ya que afecta la rentabilidad de la organización. La gestión de costos del proyecto implica la gestión de los costos diarios del proyecto y plantea desafíos únicos debido a la multitud de partes interesadas. La estimación y el presupuesto ocurren dentro del Grupo de Procesos de Planificación. Las estimaciones son muy importantes, porque las decisiones para continuar con un proyecto se basan en estimaciones de costos. Las estimaciones de costos varían según el tamaño de los proyectos de construcción, desde una estimación de alto nivel de una sola página hasta una estimación detallada que contiene miles de elementos de línea. Se debe realizar un análisis de riesgo para desarrollar la contingencia del proyecto. La mayoría de los riesgos diagnosticados en la construcción tienen un impacto económico o económico.

El Grupo de Procesos de Monitoreo y Control juega un papel fundamental en la mejora de la previsibilidad de costos y la contención de costos. La industria de la construcción está fragmentada y muchos megaproyectos complejos y ambiciosos corren el riesgo de sobrecostos debido a un control de costos ineficaz. Las técnicas efectivas de control de costos pueden diferir en los

proyectos, dependiendo de la estrategia de contratación del proyecto. Un factor crítico de éxito (CSF) en el control de costos es tener un plan de gestión de cambios integrado. Los costos reales proporcionan una instantánea de los gastos actuales de un proyecto, mientras que la previsión proporciona una indicación de si el proyecto está dentro del presupuesto o no.

3.1.5 Gestión de la calidad del proyecto

La Gestión de la Calidad del Proyecto busca satisfacer las necesidades del propietario como se describe en los requisitos y especificaciones del contrato. Es parte integral de la gestión de riesgos, seguridad y medio ambiente, y se aplica a todos los atributos de la gestión de proyectos. Para proyectos de construcción, Project Quality Management gestiona tanto el proceso como el producto. La Gestión de la Calidad del Proyecto es fundamental para todos los proyectos, con impactos críticos en los proyectos de construcción.

El Grupo de Procesos de Planificación revisa los documentos específicos de la construcción que describen los estándares de calidad que se deben cumplir para que el proyecto tenga éxito, incluidos los contratos, los documentos de construcción y las especificaciones.

El Grupo de Procesos de Ejecución analiza las auditorías de cumplimiento de calidad y las auditorías técnicas de calidad que pueden requerir profesionales con licencia o certificados para lograr los requisitos y objetivos del proyecto.

El Grupo de Procesos de Seguimiento y Control para proyectos de construcción puede incluir informes de conformidad para validar la calidad o requerir reelaboración. El reproceso puede tener un impacto significativo en el costo y el cronograma de un proyecto. Cuanto antes se identifique el trabajo no conforme, menor será el impacto y antes se pueden establecer acciones preventivas para eliminar el incumplimiento. Se deben establecer medidas preventivas en la fase de planificación para abordar los riesgos conocidos relacionados con la no conformidad.

3.1.6 Gestión de recursos del proyecto

Los proyectos de construcción utilizan una variedad de recursos, como recursos humanos, maquinaria y herramientas, equipos y materiales a granel, y otros. Se deben tener en cuenta factores como la ubicación, el tipo y el tamaño del sitio del proyecto al movilizar, utilizar y desmovilizar recursos.

La gestión de recursos del proyecto incluye aspectos como la adquisición, manipulación, almacenamiento y seguimiento de los términos de validez de determinados bienes, así como la dotación de personal, la formación de equipos y el perfeccionamiento de las habilidades interpersonales.

Los recursos humanos que gestionan y ejecutan las actividades del proyecto manipulan otros recursos para construir el producto del proyecto. El volumen de recursos necesarios y el tiempo necesario para su manipulación son factores clave para lograr los objetivos de tiempo y coste. Por lo tanto, las tasas de productividad y las tasas de consumo de recursos se planifican y supervisan y controlan activamente.

Cuando el proyecto llega a la fase final, se desmovilizan todos los recursos restantes (personas, equipos y materiales). La fase de desmovilización puede ser costosa y llevar mucho tiempo. Cuando no se tiene en cuenta durante las primeras etapas de la planificación del tiempo y los costos del proyecto, la desmovilización puede convertir el resultado de un proyecto de éxito en fracaso desde el punto de vista comercial.

3.1.7 Gestión de comunicaciones del proyecto

La eficiencia y eficacia del proceso de construcción dependen en gran medida de la oportunidad y la calidad de las comunicaciones. La Sección 10 sobre Gestión de Comunicaciones del Proyecto destaca la complejidad y diversidad de las comunicaciones en entornos de construcción; describe los diferentes niveles de comunicaciones que generalmente operan dentro del entorno de la construcción; distingue los diferentes tipos y canales de

comunicación, redes de comunicación y medios; identifica desafíos de comunicación y preocupaciones corporativas; y proporciona pautas adicionales específicas de la industria para administrar las comunicaciones del proyecto de construcción.

3

Como parte de las actividades del Grupo de procesos de planificación, la planificación de las comunicaciones del proyecto es importante para el éxito del proyecto. La planificación de la comunicación debe realizarse en las primeras fases del proyecto en los proyectos de diseño y construcción. Esta sección complementa la *PMBOK® Guía* con consideraciones adicionales sobre los documentos del contrato y la evaluación de la documentación del proyecto. Algunas de las principales consideraciones en la planificación de la comunicación incluyen determinar cómo se deben manejar las solicitudes de información (RFI) e identificar qué información se debe transmitir a las partes interesadas y cómo.

Al realizar la Gestión de Comunicaciones del Proyecto, las actividades del Grupo de Procesos de Ejecución y Monitoreo y Control del Grupo de Procesos ayudan a asegurar la generación y distribución de información efectiva y eficiente.

3.1.8 Gestión de riesgos del proyecto

La Gestión de Riesgos del Proyecto en la construcción se ocupa de la posibilidad de eventos positivos y negativos que surgen entre otros del proceso de diseño y construcción, los intereses de las diversas partes interesadas del proyecto y el contexto del proyecto. Al realizar la gestión de riesgos en la construcción, las condiciones pueden involucrar situaciones únicas con respecto a las partes interesadas, el derecho internacional o las instituciones financieras internacionales (por ejemplo, proyectos desarrollados bajo acuerdos de proyectos de construcción colaborativos, asociaciones público-privadas o proyectos de construcción internacionales). proceso más complejo debido a la participación de subcontratistas. Una de las principales características específicas de la industria de los proyectos de construcción es el uso intensivo de productos de seguros como principal instrumento de transferencia de riesgo para manejar algunos de los pasivos. Todas las organizaciones, individuos o partes involucradas directa o indirectamente con el proyecto deben evaluar y decidir las pólizas de seguro apropiadas para sus circunstancias. Los seguros en los proyectos de construcción que se analizan en esta sección proporcionan una visión global de los principales productos de seguros disponibles en el mercado.

El monitoreo y control de riesgos como parte del Grupo de Procesos de Monitoreo y Control debe desarrollarse de manera proactiva y continua durante el ciclo de vida del proyecto, particularmente para grandes proyectos de construcción o aquellos en entornos dinámicos.

3.1.9 Gestión de adquisiciones del proyecto

Los proyectos de construcción se basan casi en su totalidad en la obtención de acuerdos contractuales entre la multitud de vendedores y compradores, e incluyen la adquisición de capital y equipo y materiales del proyecto. La construcción de una nueva casa puede tener solo uno o dos contratos vigentes; sin embargo, en proyectos grandes puede haber miles de contratos. De cualquier manera, la gestión de adquisiciones del proyecto se centra en la planificación y ejecución acuerdo contractuales bien definidos para

ámbitos de trabajo específicos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Es necesario tener cuidado para garantizar que el material y el equipo adecuados se entreguen a tiempo. La planificación y ejecución del esfuerzo de adquisiciones en muchas situaciones se superpondrá con los procesos de inicio del proyecto para ayudar al propietario con la definición preliminar del alcance y las actividades

de desarrollo. Los resultados de este esfuerzo conducen a todas las demás adquisiciones para ingeniería, servicios de diseño y trabajos de construcción, con el propósito de mover a los contratistas, proveedores y consultores hacia el logro de los objetivos del propietario.

La base básica de que todos los proyectos son únicos es especialmente cierta en la construcción y se extiende a los diversos métodos de entrega de proyectos y acuerdos contractuales. Es necesaria una atención especial durante la planificación y ejecución de los contratos de adquisición para garantizar que se satisfagan los conocimientos y las habilidades correctas para el diseño y la construcción de componentes altamente integrados. Cuando se combina con la gran cantidad de contratistas necesarios para realizar el trabajo, la experiencia para la administración y gestión de contratos se convierte rápidamente en los factores de control para un proyecto exitoso. Interpretar y comprender las condiciones generales y especiales dentro de los contratos, los documentos de adquisiciones y los requisitos de informes asociados son una función vital de la administración del contrato.

En el Grupo de Procesos de Cierre, a medida que la construcción llega a su fin, los entregables de todos los contratos se validan y se resuelven todas las solicitudes de cambio pendientes, los pagos de avance y las posibles disputas.

3.1.10 Gestión de partes interesadas del proyecto

Las características únicas de los proyectos de construcción influyen en el número, tipo y roles de las partes interesadas del proyecto. La Sección 2.2 proporciona una descripción general de las partes interesadas que podrían participar en un proyecto de construcción. La sección 13 clasifica a las partes interesadas, lo que puede resultar útil a la hora de gestionarlas. Estas categorizaciones se abordan en el Grupo de procesos de inicio.

El Grupo de Procesos de Planificación analiza las relaciones entre las partes interesadas en un proyecto de construcción que se desarrollan con respecto a las disposiciones contractuales u otros documentos formales. Se considera la división de responsabilidades y los impactos en las comunicaciones se incluyen en el plan de comunicación del proyecto.

El Grupo de Procesos de Ejecución enfatiza las relaciones entre las partes interesadas del proyecto y la importancia de las habilidades interpersonales de los miembros del equipo del proyecto al gestionar la participación de las partes interesadas.

El Grupo de Procesos de Monitoreo y Control aborda la naturaleza temporal de algunos representantes de las partes interesadas y la necesidad resultante de monitorear el proceso para su reemplazo.

3.1.11 Gestión de salud, seguridad, protección y medio ambiente del proyecto (HSSE)

Esta sección enfatiza la salud, seguridad, protección y gestión ambiental para proyectos de construcción. Se discute la seguridad del sitio y el acceso controlado para los sitios de construcción. La salud y el bienestar de los empleados se introducen para el personal de construcción, ya que afectan directamente el riesgo y la seguridad del proyecto de construcción. Las tendencias incluyen tecnología virtual y certificaciones ambientales.

Si bien HSSE es aplicable a todas las industrias, los peligros únicos en los proyectos de construcción intensifican la necesidad de tomar medidas adicionales. El Grupo de Procesos de Planificación incluye una visión activa de la salud, la seguridad y la política ambiental. Además de la salud de los empleados y la seguridad del sitio, se desarrolla un plan integral de gestión de salud, seguridad y medio ambiente para abordar las partes interesadas especializadas, los requisitos de informes, los requisitos de almacenamiento de documentación y registros, la capacitación y los requisitos gubernamentales adicionales.

El Grupo de Procesos de Ejecución involucra la aplicación sistemática de los planes de salud, seguridad, protección y medio ambiente, mientras que el

Grupo de Procesos de Seguimiento y Control se enfoca en emplear un método de auditorías, análisis y mediciones para determinar la efectividad de los

planes establecidos para cumplir con las regulaciones y requisitos del proyecto.

3.1.12 Gestión financiera del proyecto

La gestión financiera de proyectos cubre aspectos y consideraciones importantes con una explicación de documentos, herramientas y técnicas específicos de la industria para comprender mejor y navegar por las decisiones financieras de los proyectos de construcción.

Los gerentes de proyectos en construcción deben tener un conocimiento básico de los sistemas financieros y contables del proyecto; poder registrar y resumir las transacciones financieras del proyecto; analizar, verificar e informar los resultados; y proporcionar pronósticos financieros de efectivo según sea necesario.

En el Grupo de procesos de planificación, la planificación financiera como actividad específica de la construcción cubre las alternativas que pueden utilizarse para la planificación financiera de un proyecto de construcción. Se ofrecen pautas para identificar los requisitos financieros para proyectos de construcción, requisitos de contratos, asignación de riesgos y planificación fiscal.

El control financiero en el Grupo de Procesos de Monitoreo y Control se ejecuta de la manera más efectiva para garantizar que todos los elementos estén dentro del presupuesto y alineados con el pronóstico de efectivo financiero. Se logra una supervisión y un control financieros eficaces cuando los informes de progreso del proyecto se distribuyen con regularidad. Los informes financieros, las auditorías financieras internas y externas y los sistemas de contabilidad de proyectos son temas importantes que se tratan en esta sección.

Apéndice K

Grupos de procesos PMBOK Guide

1.9 GRUPOS DE PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS

Este estándar describe los procesos de la dirección de proyectos empleados para cumplir con los objetivos del proyecto. Los procesos de la dirección de proyectos se agrupan en cinco Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos:

- ◆ **Grupo de Procesos de Inicio.** Proceso(s) realizado(s) para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase. Los procesos de Inicio se describen en la Sección 2.
- ◆ **Grupo de Procesos de Planificación.** Proceso(s) requerido(s) para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto. Los procesos de Planificación se describen en la Sección 3.
- ◆ **Grupo de Procesos de Ejecución.** Proceso(s) realizado(s) para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer los requisitos del proyecto. Los procesos de Ejecución se describen en la Sección 4.
- ◆ **Grupo de Procesos de Monitoreo y Control.** Proceso(s) requerido(s) para hacer seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes. Los procesos de Monitoreo y Control se describen en la Sección 5.
- ◆ **Grupo de Procesos de Cierre.** Proceso(s) llevado(s) a cabo para completar o cerrar formalmente un proyecto, fase o contrato. Los procesos de Cierre se describen en la Sección 6.

Estos cinco Grupos de Procesos son independientes de las áreas de aplicación (como marketing, servicios de información o contabilidad) y del enfoque de las industrias (como construcción, aeroespacial, telecomunicaciones). Los procesos individuales de los Grupos de Procesos a menudo se repiten antes de concluir una fase o un proyecto. El número de iteraciones de los procesos e interacciones entre los procesos varía según las necesidades del proyecto. En general, los procesos se encuadran en una de tres categorías:

- ◆ **Procesos utilizados una única vez o en puntos predefinidos del proyecto.** Ejemplos de ellos son desarrollar el acta de constitución del proyecto y cerrar el proyecto o fase.
- ◆ **Procesos que se llevan a cabo periódicamente según sea necesario.** Adquirir recursos se lleva a cabo cuando se necesitan recursos. Efectuar las adquisiciones se llevará a cabo antes de necesitar el elemento adquirido.
- ◆ **Procesos que se realizan de manera continua a lo largo de todo el proyecto.** Definir las actividades puede ocurrir a lo largo del ciclo de vida del proyecto, en especial cuando el proyecto utiliza planificación gradual o un enfoque de desarrollo adaptativo. Muchos de los procesos de monitoreo y control son continuos desde el inicio del proyecto hasta su cierre.

La salida de un proceso normalmente se convierte en la entrada para otro proceso o es un entregable del proyecto o fase del proyecto. Por ejemplo, el plan para la dirección del proyecto y los documentos del proyecto (p.ej., registro de riesgos, matriz de asignación de responsabilidades, etc.) producidos en el Grupo de Procesos de Planificación son proporcionados al Grupo de Procesos de Ejecución donde se realizan las actualizaciones. El Gráfico 1-4 ilustra un ejemplo de cómo los Grupos de Procesos pueden superponerse durante un proyecto o fase.

Los Grupos de Procesos no son fases del proyecto. Cuando el proyecto está dividido en fases, los procesos de los Grupos de Procesos interactúan dentro de cada fase. Es posible que todos los Grupos de Procesos estén representados dentro de una fase, como se ilustra en el Gráfico 1-5. Dado que los proyectos están separados en fases diferenciadas, como por ejemplo desarrollo conceptual, estudio de viabilidad, diseño, prototipo, construcción, o prueba, etc., los procesos de cada Grupo de Procesos se repiten en cada fase según sea necesario, hasta que se hayan cumplido los criterios de finalización de esa fase.

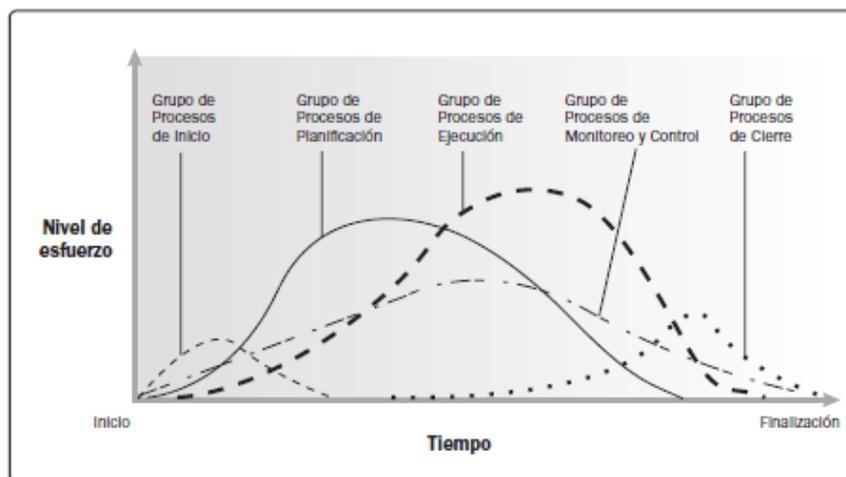


Gráfico 1-5. Ejemplo de interacciones entre los Grupos de Procesos dentro de un Proyecto o Fase

La Tabla 1-1 muestra los 49 procesos configurados dentro de los Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento.

Tabla 1-1. Correspondencia entre Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costos del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

Apéndice L

Plantilla acta de constitución

Plantilla Acta de Constitución del Proyecto

Nombre del proyecto

(el nombre del proyecto servirá para referirse al mismo en el futuro y se verá reflejado en nombres de archivos y carpetas del proyecto, con lo cual debe ser un nombre corto y no necesariamente relacionado con el contenido del proyecto).

Director de Proyecto / Nivel de autoridad

Total autoridad en la administración de costes y recursos asociados al proyecto.

Cambios en alcance y tiempo deberán ser acordados con el Management.

Justificación

[Añade texto aquí].

Objetivo

Requerimientos / Descripción del producto final

Recursos asignados

Partes implicadas (Stakeholders)

- Junta directiva
- Planificación interna
- Proyectos internacionales
- Resto de trabajadores
- Autoridades
- Vecinos

Estimación inicial de riesgos

Estimación inicial de tiempo

Fecha de inicio Fecha de finalización

Estimación inicial de costes

Requerimientos y responsables de aprobación

- Aprobación del diseño preliminar: CEO
- Aprobación del contrato de construcción: CEO
- Aceptación final de la obra: CEO
- Aceptación de cambios en plazos y/o costes adicionales: Jefe de Operaciones Nacionales

Nombre y firma

Sponsor:

Jefe de Proyecto:

Apéndice M

Matriz de riesgo

[Matriz de riesgo proyecto final.xlsx](#)

Apéndice N

Plantilla Diagrama de Gantt

Plantilla Gantt Microsoft Project Genérica del Diagrama de Gantt



Apéndice O

Encuesta juicio de expertos

Encuesta para gerentes, directores, coordinadores y supervisores que participan en Proyectos de Construcción de Edificaciones e Infraestructura en Colombia

Estimado profesional

Reconociendo su experiencia y profesionalidad en proyectos de construcción, se le invita a participar en la siguiente encuesta, formulada con el fin de conocer desde su experiencia, los factores críticos que haya tenido que enfrentar en el desarrollo y operación de dichos proyectos.

La participación es voluntaria, anónima y la información suministrada será utilizada con fines académicos en el procedimiento de validación de la matriz de riesgo propuesta en el marco del proyecto de grado de Maestría en Gestión de Tecnología de Información de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, titulado Modelo de Gestión para Proyectos Edificatorios de Baja Complejidad en Colombia.

Se agradece de antemano su participación.

***Obligatorio**

Maestría en Gestión de Tecnología de Información / Martha Eugenia Rojas Castañeda



Instrucciones generales

La encuesta está orientada a indagar sobre aspectos técnicos, financieros, administrativos, jurídicos, ambientales y sociales propios de los proyectos de construcción en Colombia, para que cada profesional, aporte su opinión, a partir de los conocimientos y experiencias vividas a lo largo de su carrera.

La encuesta consta de 13 enunciados y 41 preguntas asociadas. Su diligenciamiento está estimado para realizarse en aproximadamente 10 minutos.

La sección 1 y 2 corresponde a datos generales y organizacionales con el fin de caracterizar de manera general la organización y los participantes. Las demás secciones plantean cuestiones directamente relacionadas con cada uno de los aspectos de clasificación de los aspectos técnico, financiero, administrativo, jurídico, ambiental y social.

Le invitamos a responder a toda las preguntas, teniendo en cuenta que se puede seleccionar una única respuesta de la cuadrícula de opciones para cada pregunta planteada.

Encuesta sobre matriz de riesgos



Aspectos Generales Perfil Profesional

1. Profesión *

2. Años de experiencia profesional *

Clasificación de la empresa u organización

3. Identifique su principal activiada comercial

Selecciona todos los que correspondan.

- Arquitectura
- Consultoría e Ingeniería de Diseño
- Contratación
- Construcción y Gestión de Proyectos
- Proveedor / Fabricante
- Otra...

4. Número de empleados que ha tenido, bajo su mando en un mismo proyecto *

Aspecto
Técnico

1. La frecuencia con que se recibe la información de consultoría al inicio del proyecto de construcción; estudios, diseños, planos y especificaciones técnicas.

5. Desde su experiencia, qué tan frecuente resulta la falta de información al inicio del proyecto... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
- Con cierta frecuencia
- Habitualmente
- Nunca

6. Desde su experiencia, qué tan frecuente resulta la información recibida errada o desactualizada al inicio del proyecto... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
 Con cierta frecuencia
 Habitualmente
 Nunca

7. Desde su experiencia, qué tan frecuente resulta la entrega de información de manera exacta y oportuna al inicio del proyecto... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
 Con cierta frecuencia
 Habitualmente
 Nunca

2. La pertinencia de revisar, corregir o generar, ya en la etapa de construcción, sus propios estudios, diseños, planos y especificaciones técnicas.

8. Desde su experiencia, qué tan pertinente es que el constructor revise y verifique el contenido de los estudios, diseños y especificaciones técnicas, realizados con antelación en la etapa de consultoría... *

Marca solo un óvalo.

- Muy Pertinente
 Pertinente
 Poco pertinente
 No se debería hacer nunca

9. Desde su experiencia, qué tan pertinente es que el constructor opte por corregir o cambiar los estudios, diseños y especificaciones técnicas para el mismo proyecto... *

Marca solo un óvalo.

- Muy pertinente
- Pertinente
- Poco pertinente
- No se debería hacer nunca

10. Desde su experiencia, qué tan pertinente es que el constructor genere o realice sus propios estudios, diseños y especificaciones técnicas para el mismo proyecto... *

Marca solo un óvalo.

- Muy pertinente
- Pertinente
- Poco pertinente
- No se debería hacer nunca

3. Propuesta de mejora al proyecto de construcción, relacionada con la entrega y recibido de documentos, estudios, diseños, planos y especificaciones técnicas, antes de la firma del acta de inicio.

11. El constructor siempre debería, revisar y verificar que el contenido de todos los documentos, estudios, diseños y especificaciones técnicas, realizados por la consultoría, cuenten con todos los requisitos contractuales, normativos y de ley. *

Marca solo un óvalo.

- Muy de acuerdo
 De acuerdo
 En desacuerdo
 Completamente en desacuerdo

12. El constructor siempre debería, en caso de encontrar información incompleta o errada, avisar por escrito a la interventoría o supervisión de sus hallazgos, y solicitar la documentación faltante o corrección de su contenido. *

Marca solo un óvalo.

- Muy de acuerdo
 De acuerdo
 En desacuerdo
 Completamente en desacuerdo

13. El constructor nunca debería, generar, realizar o corregir por su cuenta, los documentos de consultoría, como los estudios, diseños y especificaciones técnicas. *

Marca solo un óvalo.

- Muy de acuerdo
 De acuerdo
 En desacuerdo
 Completamente en desacuerdo

4. La veracidad o cumplimiento de la programación de obra al inicio del proyecto de construcción.

14. Desde su experiencia, qué tan frecuente resulta ser veraz la información suministrada en programación de obra... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
 Con cierta frecuencia
 Habitualmente
 Nunca

15. Desde su experiencia, qué tan frecuente resulta la realización de las actividades en el tiempo previsto en la programación de obra... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
 Con cierta frecuencia
 Habitualmente
 Nunca

16. Desde su experiencia, qué tan frecuente resulta darse la reprogramación de los tiempos sin que haya existido ningún contrat tiempo que lo justifique... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
 Con cierta frecuencia
 Habitualmente
 Nunca

5. Posibles riesgos al inicio del proyecto que afectan su ejecución.

17. Desde su experiencia, cree posible que la falta o imprecisión de la información en los documentos iniciales del proyecto generan riesgos económicos y atrasos en la fase de ejecución de éste... *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 Tal vez
 No

18. Desde su experiencia, considera usted que la falta o imprecisión de la información en la programación de obra generan riesgos económicos y atrasos en la fase de ejecución de éste... *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 Tal vez
 No

Aspecto
Financiero

6. Importancia del presupuesto definido al inicio de un proyecto de construcción.

19. Desde su experiencia, qué tan útil es contar con estudios financieros, económicos y presupuestales que permitan sustentar y determinar la proyección en tiempo y cuantía de un proyecto de obra *

Marca solo un óvalo.

- Muy útil
 Útil
 Poco útil
 Inútil

20. Desde su experiencia, qué tan importante es que el presupuesto, costos directos e indirectos estén definidos antes de iniciar la etapa de ejecución del proyecto... *

Marca solo un óvalo.

- No tan importante
- Ligeramente importante
- Moderadamente importante
- Muy importante

21. Desde su experiencia, qué tan frecuente resulta darse el presupuesto definido, costos directos e indirectos, antes de iniciar la etapa de ejecución... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
- Con cierta frecuencia
- Habitualmente
- Nunca

22. Desde su experiencia, considera usted que la falta o imprecisión de la información en el presupuesto obra generan riesgos económicos y atrasos en la fase de ejecución de éste... *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- Tal vez
- No

7. Causas de pérdidas económicas y tiempo en la fase de ejecución del proyecto de construcción.

23. Desde su experiencia, considera usted que la falta o errada planeación estratégica, o su desconocimiento, en el proyecto de construcción, podría generar pérdidas económicas en la fase de ejecución... *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 Tal vez
 No

24. Desde su experiencia, considera usted que la planeación estratégica del proyecto de construcción, se podría armar y acomodar ya en la fase de ejecución... *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 Tal vez
 No

25. Desde su experiencia, considera usted que la falta o errada planeación estratégica al inicio del proyecto de construcción, supondría un riesgo en el equilibrio económico del proyecto, impidiendo su finalización... *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 Tal vez
 No

Aspecto
Administrativo

8. Frecuencia con que se presentan modificaciones contractuales en un proyecto de construcción en su fase de ejecución.

26. Desde su experiencia, qué tan frecuente resulta la generación de nuevas actividades o "No Previstas" durante la fase de ejecución del proyecto... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
 Con cierta frecuencia
 Habitualmente
 Nunca

27. Desde su experiencia, qué tan frecuente resulta la generación de una modificación al contrato u otros de adición económica por causa de las nuevas actividades no previstas durante la fase de ejecución del proyecto... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
 Con cierta frecuencia
 Habitualmente
 Nunca

28. Desde su experiencia, qué tan frecuente resulta la generación de una modificación al contrato u otros de adición de tiempo por causa de las nuevas actividades no previstas durante la fase de ejecución del proyecto... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
 Con cierta frecuencia
 Habitualmente
 Nunca

9. La importancia de contar con la información del estado actual de ejecución del proyecto de construcción.

29. Desde su experiencia, qué tan importante es presentar a la Entidad o a quien la represente el estado actual de la obra, a través de reportes semanales e informes mensual de obra... *

Marca solo un óvalo.

- No tan importante
- Ligeramente importante
- Moderadamente importante
- Muy importante

30. Desde su experiencia, qué tan importante es detectar las falencias a tiempo a través de los reportes e informes, para realizar el seguimiento, control y prevención de las principales dificultades en la etapa de ejecución del proyecto de obra... *

Marca solo un óvalo.

- No tan importante
- Ligeramente importante
- Moderadamente importante
- Muy importante

31. Desde su experiencia, qué tan importante sería la conformación de una matriz de riesgo, de los diferentes aspectos que afectan el proyecto en todas sus fases, a partir de la información documentada a lo largo de todos ellos... *

Marca solo un óvalo.

- No tan importante
- Ligeramente importante
- Moderadamente importante
- Muy importante

Aspecto
Jurídico

10. Frecuencia con que se presentan deficiencias en la elección de una propuesta en el proceso de contratación pública.

32. Desde su experiencia, qué tan frecuente resulta ser que, el proponente ganador de una licitación al “menor valor” no termina las obras por falta de recursos económicos, y por consiguiente se dilata la liquidación del contrato... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
 Con cierta frecuencia
 Habitualmente
 Nunca

33. Desde su experiencia, qué tan frecuente se presenta la existencia de dos contratos en ejecución de la misma Entidad donde se estipula la ejecución por el mismo concepto (contratos paralelos) ... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
 Con cierta frecuencia
 Habitualmente
 Nunca

34. Desde su experiencia, qué tan frecuente se presenta la existencia de dos contratos en ejecución de diferente Entidad donde se estipula la ejecución por el mismo concepto (contratos paralelos) ... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
- Con cierta frecuencia
- Habitualmente
- Nunca

Aspecto
Ambiental

11. Importancia y protección del Medio Ambiente en un proyecto constructivo.

35. Desde su experiencia, qué tan importante es que se realice el debido seguimiento y control en todas las actividades que puedan contaminar el aire de alguna manera... *

Marca solo un óvalo.

- No tan importante
- Ligeramente importante
- Moderadamente importante
- Muy importante

36. Desde su experiencia, qué tan importante es proponer estrategias que mitiguen efectos de contaminación del aire, exigiendo al personal más expuesto a este riesgo el uso de elementos de protección suficientes para evitar complicaciones a futuro... *

Marca solo un óvalo.

- No tan importante
- Ligeramente importante
- Moderadamente importante
- Muy importante

37. Desde su experiencia, qué tan frecuente se han destinado recursos con el fin de mitigar las consecuencias sociales y ambientales, debido a un siniestro en los proyectos... *

Marca solo un óvalo.

- Muy frecuente
- Con cierta frecuencia
- Habitualmente
- Nunca

12. Impedimentos potenciales para continuar con la ejecución de un proyecto constructivo.

38. Desde su experiencia, será un impedimento potencial al desarrollo del proyecto la inexistencia de licencia ambiental oportunamente, o sin la respectiva autorización o modificación... *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- Tal vez
- No

39. Desde su experiencia, será un impedimento potencial al desarrollo del proyecto la no modificación de la licencia ambiental para la construcción, implementación y operación de las instalaciones transitorias para uso de campamento de personal contratado para la obra...

Marca solo un óvalo.

- Sí
 Tal vez
 No

40. Desde su experiencia, será un impedimento potencial al desarrollo del proyecto la no autorización de la resolución de licencia ambiental, es decir se está construyendo sin que se encuentre licenciado... *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 Tal vez
 No

41. Desde su experiencia, será un impedimento potencial al desarrollo del proyecto la falta de control y seguimiento total o parcial por parte de las autoridades ambientales, donde se han permitido se realicen la disposición de materiales en zonas no autorizadas, donde se debió construir estructuras para manejo de escombros usando filtros, muros de contención o gaviones... *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 Tal vez
 No

Aspecto Social

13. Propuesta de mejora en la parte social en un proyecto constructivo.

42. Desde su experiencia, qué tan importante será, antes de la etapa de ejecución de la obra, realizar reuniones con representantes de las localidades e informarles sobre los planes de construcción en la zona, y escuchar sus inquietudes... *

Marca solo un óvalo.

- No tan importante
- Ligeramente importante
- Moderadamente importante
- Muy importante

43. Desde su experiencia, qué tan importante será, contratar personal de obra de la localidad o sector en donde se dispondrán las obras o proyectos de construcción... *

Marca solo un óvalo.

- No tan importante
- Ligeramente importante
- Moderadamente importante
- Muy importante

44. Desde su experiencia, qué tan importante es realizar el debido seguimiento, controles en todas las actividades, e instrucción anticipada, para garantizar el bienestar de la población en zonas colindantes de alto riesgo... *

Marca solo un óvalo.

- No tan importante
- Ligeramente importante
- Moderadamente importante
- Muy importante

45. Desde su experiencia, ante desastres ya ocurridos, será importante capacitar y preparar al personal de obra para una correcta reacción de evacuación y prevención ante eventos en los cuales debe primar la protección de las vidas humanas... *

Marca solo un óvalo.

- No tan importante
- Ligeramente importante
- Moderadamente importante
- Muy importante

46. Desde su experiencia, qué tan importante será prevenir los deslizamientos, en áreas de construcción de viviendas, localizar las áreas propensas, evitar los asentamientos cerca de áreas de riesgo, activar campañas de reforestación planificadas, y mejorar drenaje de los suelos... *

Marca solo un óvalo.

- No tan importante
- Ligeramente importante
- Moderadamente importante
- Muy importante

47. ¿Considera que debería tenerse en cuenta algún factor o característica adicional en la construcción de una matriz de riesgo para los proyectos de construcción en Colombia? Agradecemos sus comentarios al respecto:

Muchas gracias por su participación

Apéndice P

Plantilla minuta establecida

MINUTA ESTABLECIDA

Llamada al orden

Tuvo lugar una reunión de **[Nombre de la organización o del equipo]** en **[Ubicación]** el **[fecha]**.

Asistentes

Asistentes incluidos en **[lista de nombres de los asistentes]**.

Miembros no asistentes

Miembros no asistentes incluidos en **[lista de nombres]**.

Aprobación de las minutas

[Para reemplazar cualquier texto de marcador de posición (por ejemplo, este), selecciona una línea o un párrafo y comienza a escribir. Para obtener los mejores resultados, no incluyas espacios a la derecha ni a la izquierda de los caracteres de la selección.]

Informes

[Añade texto aquí].

Asuntos pendientes

[Añade texto aquí].

Nuevos asuntos

[Añade texto aquí].

Anuncios

[Añade texto aquí].

Secretario

Fecha de aprobación

Apéndice Q*Plantilla de informe de avances y contingencias*

NOMBRE DEL PROYECTO

9/8/2022

INFORME DE AVANCES Y CONTINGENCIAS

Para:

De:

Asunto: Estado:

Periodo de Informe

Autoevaluación:

ACTIVIDADES COMPLETADAS ESTA SEMANA**Entregables****ACTIVIDADES EN PROCESO****PRÓXIMA REVISIÓN****FECHA DE
VENCIMIENTO****ACTIVIDADES QUE INICIARAN LA PRÓXIMA SEMANA****PROYECTOS A LARGO PLAZO****CUESTIONES QUE REQUIEREN ATENCIÓN INMEDIATA****AVANCES Y CONTINGENCIAS**