



Riesgos que se pueden presentar en las etapas de planificación y ejecución, en los proyectos de infraestructura de servicios públicos de acueducto en el municipio de Rionegro, Antioquia.

Diego León Calle Pérez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Bello (Antioquia)

Especialización en Gerencia de Proyectos

2023

Riesgos que se pueden presentar en las etapas de planificación y ejecución, en los proyectos de infraestructura de servicios públicos de acueducto en el municipio de Rionegro, Antioquia.

Diego León Calle Pérez

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesora

Genny Marcela Ortiz Ballesteros

Magister en Administración de Organizaciones

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia Chocó

Sede Bello (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

2023

## **Dedicatoria**

### **1.1. A mi querida Madre**

A ella que hizo esto posible que, en todas las madrugadas, trasnochadas y largas jornadas de trabajo, encontrara un motivo para demostrar que puedo ser capaz de más y que no hay obstáculo más grande que la falta de interés y motivación para desarrollar los proyectos

### **1.2. A mi Padre**

Que ha estado presente en cada paso que doy hacia el camino de la profesionalización y está pendiente que todo saliera de acuerdo a mis posibilidades, y así mismo, ver el lado positivo de la vida

## **Agradecimientos**

Ante todo, a Dios, por la oportunidad nuevamente de crecer como profesional y fortalecer mis conocimientos en el área técnico, personal y social.

A la docente Marcela Ortiz, por su asistencia y apoyo constante para la realización de este proyecto, por su paciencia, disponibilidad y sobre todo, por creer en mí.

A mi Madre, Padre, Hermano y pareja, por estar constantemente apoyándome y expresar su aprecio de manera desinteresada.

A la empresa REDYCO SAS e ingenieros, por darme la oportunidad y el espacio necesario para fortalecer mis conocimientos.

A mis amigos, compañeros y docentes, por contribuir cada uno con su grano de arena, para el fortalecimiento personal y crecimiento profesional.

## Contenido

Lista de tablas .....	7
Lista de figuras.....	8
Resumen.....	9
Abstract.....	11
Introducción .....	13
CAPÍTULO I. ....	15
1 Planteamiento del problema .....	15
1.1 Descripción del problema.....	15
1.2 Formulación del problema .....	16
2 Objetivos.....	16
2.1 Objetivo General .....	16
3 Justificación.....	17
CAPÍTULO II.....	19
4 Marco Referencial .....	19
4.1. Marco Conceptual .....	19
4.2. Marco Contextual.....	21
4.3. Marco legal.....	35
4.4. Marco Teórico .....	37
CAPÍTULO III.....	46
5. Diseño Metodológico .....	46
5.1. Línea de investigación institucional.....	46
5.2. Eje temático.....	46
5.3. Enfoque de investigación y paradigma investigativo.....	46
5.4. Diseño.....	47
5.4.1.3. Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de información y datos. ....	48
CAPÍTULO IV.....	51
6. Resultados y Análisis.....	51

6.1. Inconvenientes presentados, y clasificación, de acuerdo con la tipificación de riesgos planteados.....	51
6.1.1. Análisis .....	53
6.2. Caracterización de los riesgos que se pueden presentar en las etapas de planeación y ejecución de infraestructura de acueducto. ....	55
6.2.1. Resultados.....	56
6.2.2. Análisis .....	56
6.3. Evaluación de los riesgos desde la perspectiva operativa y financiera, teniendo en cuenta las implicaciones en la planeación e impacto en la ejecución de la infraestructura de servicios públicos domiciliarios. ....	59
6.3.1. Resultados.....	60
6.3.2. Análisis .....	63
CAPÍTULO V.....	69
7. Conclusiones.....	69
Referencias.....	71
Anexos .....	75

**Lista de tablas**

<i>Tabla 1 Fuente Vicepresidencia de la República (2020)</i> .....	23
<i>Tabla 2 Categoría de riesgos y agrupadores</i> .....	44
<i>Tabla 3 Definición escalas de consecuencia</i> .....	45
<i>Tabla 4 Definición escalas de probabilidad</i> .....	46
<i>Tabla 5 Cantidades contractuales vs modificaciones presupuestales</i> .....	52
<i>Tabla 6 Codificación y escenario del riesgo</i> .....	60
<i>Tabla 7 Probabilidad de ocurrencia estadística</i> .....	61
<i>Tabla 8 Riesgos y probabilidad de ocurrencia</i> .....	61
<i>Tabla 9 Consecuencia en función del tiempo prórrogas</i> .....	61
<i>Tabla 10 Matriz de consecuencia o impacto</i> .....	62
<i>Tabla 11 Matriz de probabilidad vs. consecuencia</i> .....	62

**Lista de figuras**

<i>Gráfico 1 Valor inicial vs. adición al contrato .....</i>	<i>52</i>
<i>Gráfico 2 Causas de las adiciones .....</i>	<i>53</i>
<i>Gráfico 3 Causas de las prórrogas .....</i>	<i>54</i>
<i>Gráfico 4 Causas de las suspensiones .....</i>	<i>55</i>
<i>Gráfico 5 Evaluación de Pareto, riesgos asociados.....</i>	<i>59</i>



## Resumen

Palabras clave: riesgo, acueducto, vulnerabilidad, amenaza, matriz de riesgo

Las estructuras en redes de acueducto y alcantarillado, constituyen la infraestructura de redes sobre la cual se apoya el desarrollo de las áreas de influencia y su entorno. En ese sentido, los análisis de riesgo en materia de evaluación y alcance, se han convertido en metodologías de revisión y proyección de obras, que son de alto impacto para las administraciones municipales y departamentales y así mismo, para contratistas que no tienen vínculo legal con las entidades del Estado. Dado lo anterior se busca, con este tipo de herramientas, tomar medidas correctivas en función de dar prioridad a las medidas enfocadas en minimizar el riesgo. Dada la condición anterior, y bajo el precedente que el riesgo se materializa a partir de la relación entre la probabilidad de que ocurra y el impacto causado en el contexto de análisis que se revise, se hace necesaria la recopilación, consolidación y análisis de información de calidad, con el fin de tener un panorama claro, preciso y, sobre todo, que se pueda representar, de tal manera que se pueda modelar y proyectar acciones preventivas.

En el casco urbano del municipio de Rionegro, existen áreas que están en zonas de alto, mediano y bajo riesgo, así como amenazas en movimientos de masa, especialmente en la zona rural, donde la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado, son susceptibles de estar afectadas proporcionalmente por la infraestructura construida alrededor de las mismas. Considerando la importancia que tiene este tipo de infraestructura para la comunidad, es necesario desarrollar proyectos orientados a la mejora del servicio, calidad en el producto y, sobre todo, a identificar en el horizonte de tiempo, los posibles riesgos asociados que se ven inmersos las redes, la prestación del

servicio y toda la infraestructura construida, desde una perspectiva política, financiera, social y ambiental.

Como parte de los controles de mitigación en el mediano plazo, la Administración Municipal ha querido desarrollar estudios de mercado y estudios previos de los proyectos, más específicos, con el fin de tener más detalle del alcance, una elaboración de presupuesto preciso y definir claramente todas las obras suficientes y necesarias, para cumplir con el objeto del contrato, sin que este se vea afectado por las adiciones presupuestales, que muevan el desarrollo del contrato.

## **Abstract**

Keywords: risk, aqueduct, vulnerability, threat, risk matrix

The structures in aqueduct and sewerage networks constitute the network infrastructure on which the development of the areas of influence and their environment is supported. In this sense, risk analyzes in terms of evaluation and scope have become methodologies for the review and projection of works, which are of high impact for municipal and departmental administrations and likewise, for contractors that do not have a legal relationship with state entities. Given the above, it is sought, with this type of tool, to take corrective measures based on prioritizing measures focused on minimizing risk. Given the above condition, and under the precedent that the risk materializes from the relationship between the probability of its occurrence and the impact caused in the context of the analysis to be reviewed, it is necessary to collect, consolidate and analyze information from quality, in order to have a clear, precise picture and, above all, that can be represented, in such a way that preventive actions can be modeled and projected.

In the urban area of the municipality of Rionegro, there are areas that are in high, medium and low risk areas, as well as threats in mass movements, especially in the rural area, where the provision of the aqueduct and sewerage service are susceptible to proportionally affected by the infrastructure built around them. Considering the importance of this type of infrastructure for the community, it is necessary to develop projects aimed at improving service, product quality and, above all, to identify in the time horizon, the possible associated risks that are involved in the networks, service provision and all built infrastructure, from a political, financial, social and environmental perspective.

As part of the mitigation controls in the medium term, the Municipal Administration has wanted to develop market studies and previous studies of the projects, more specific, in order to have more detail of the scope, a precise budget preparation and clearly define all Sufficient and necessary works, to fulfill the purpose of the contract, without it being affected by budgetary additions, which move the development of the contract.

## **Introducción**

El desarrollo de la tecnología integrada con la ingeniería, busca principalmente dar alternativas de solución a cada uno de los problemas que tiene el ser humano, en todos los campos de aplicación a los que se ve inmerso, toda vez que busca mejorar la calidad de vida de la sociedad y el entorno que la rodea, donde la base del desarrollo está en la construcción de una infraestructura moderna, limpia e inteligente, basado en la capacidad para resolver las necesidades que se tienen.

El presente documento tiene como objetivo principal, brindar herramientas de análisis y plantear alternativas para controlar los riesgos que se pueden presentar en las etapas de planificación y ejecución, en los proyectos de infraestructura de servicios públicos de acueducto en el municipio de Rionegro Antioquia.

Tal problemática es no contar con un planeación y ejecución en riesgos en los proyectos de infraestructura de servicios públicos de acueducto. Es así como a partir de ello se decide dar una perspectiva donde se analizan características demográficas, de ejecución, planeación, entre otras, para evaluar su incidencia en el proceso de contratación, analizando cada uno de los componentes que conforman la infraestructura de acueducto, partiendo desde la bocatoma hasta la planta de tratamiento de agua potable que, a su vez, es transportada por las redes secundarias, hasta cada una de las casas.

Es así como este trabajo de grado busca la identificación de riesgos en la modernización, reposición, construcción y/o rehabilitación de la red del acueducto en el municipio de Rionegro, usando como fuente de consulta, los contratos llevados a cabo por la entidad encargada prestadora de servicios y Administración Municipal y utilizando como herramienta de análisis, la matriz de riesgos y un desglose estadístico, para generar

entregables que brinde una herramienta a las entidades territoriales, que ayuden a orientar la toma de decisiones y acciones preventivas, al momento de realizar altas inversiones a la infraestructura de redes de servicios públicos y grandes intervenciones en los tramos de red más solicitados que, técnicamente presentan condiciones altas de criticidad, sea por deterioro, años de servicios o por no tener un control adecuado en los desarrollos urbanísticos de la ciudad.

## **CAPÍTULO I.**

### **1. Planteamiento del problema**

#### 1.1. Descripción del problema

La formulación y ejecución de cualquier proyecto impacta parcialmente la planificación, ejecución y evaluación que a su vez implican determinados riesgos, por esto es importante desde el momento de los diseños prever situaciones que pueden afectar el desarrollo regular de un proyecto con múltiples consecuencias como sería en los tiempos, en los entregables, en las condiciones de las personas ejecutantes, los roles de las empresas proponentes o en los términos de referencia y en los productos alcanzables.

Prever unos diseños, hacer simulaciones, conocer las condiciones reales en las que va a ser operada la infraestructura, se convierten en condiciones determinantes de la marcha oportuna, la eficiencia y la eficacia en la obra a contratar, estos elementos influyen de manera directa en las condiciones de vida (digna) de los trabajadores y afectan de manera directa las condiciones motivacionales del personal a cargo de la contratación y ejecución de las obras, así mismo, por extensión, se ve reflejada en las condiciones familiares y socioeconómicas de las familias que están representadas en aquellos participantes.

Lo anterior tiene relación directa con las etapas del proyecto, desde su concepción hasta el seguimiento a su puesta en marcha. Por eso, aunque haya quienes le dan especial importancia a una de las fases, todas están concatenadas: un proyecto por bien concebido y construido que esté, si no cumple las funciones para las que fue realizado, no es viable; y si sacrifica condiciones del ambiente natural, humano o cultural, conlleva cuestionamientos sobre sus contribuciones, calidad y resultados aportantes.

Cada una de las situaciones vividas en las diferentes fases compromete al total de personas implicadas, entonces, por ejemplo, las fallas en el uso de un servicio pueden buscarse en la construcción de una infraestructura, esta a su vez, las buscará en el diseño, y así sucesivamente hasta encontrar dónde está el punto de quiebre. En otras palabras, un proyecto no es la obra que se entrega, es el engranaje de cada parte y dependencia, según los roles y las responsabilidades que le son asignadas. De la misma manera, el éxito o el fracaso no es cuestión de una sola persona o de una dependencia sino de los colectivos participantes en las actividades de cada fase. Arcila Carmona, C. A., Cotugno Rondón, N., & Contreras Velásquez, 2018, p.10)

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuáles son los riesgos que se pueden presentar en las etapas de planificación y ejecución, en los proyectos de infraestructura de servicios públicos de acueducto en el municipio de Rionegro Antioquia?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Analizar los riesgos que se pueden presentar en las etapas de planificación y ejecución, en los proyectos de infraestructura de servicios públicos de acueducto en el municipio de Rionegro, Antioquia.

### **2.2. Objetivos específicos**

Identificar cuáles son los inconvenientes presentados, y clasificándolos de acuerdo a la tipificación de riesgos planteados.



Caracterizar los riesgos que se pueden presentar en las etapas de planeación y ejecución de infraestructura de acueducto.

Evaluar los riesgos desde la perspectiva operativa y financiera, teniendo en cuenta las implicaciones en la planeación e impacto en la ejecución de la infraestructura de servicios públicos domiciliarios.

### **3. Justificación**

La planificación de un proyecto conlleva diferentes fases, actividades y tareas que deben ser claramente definidas para garantizar que se cumplan los objetivos y las metas propuestas a partir de un desglose de actividades secuenciales se debe gestionar la ejecución del proyecto por parte del equipo para generar sinergia e impactos positivos.

Es importante conocer la dinámica de los proyectos en todas sus etapas, especialmente en la inicial, la cual puede ser la muestra ideal para la entrega de este, de acuerdo a los planteamientos proyectados para su avance.

Desde la perspectiva técnica, se espera poder cumplir con la proyección y programación de obra, aunque es un hecho que existen riesgos desde la formulación y gestión del proyecto, el alcance va hasta la fase de construcción, dado que en el reconocimiento de algunos de esos riesgos es que se fundamenta el presente trabajo investigativo.

En el desarrollo del proceso constructivo en todo proyecto, se presentan dificultades por posibles contingencias o daños, estos, se atienden de acuerdo con el protocolo del caso con resultados.

El resultado de la investigación aunado a la experiencia, puede servir de base para empresas emprendedoras en este campo, además, para sugerir posibles propuestas de

cambio que favorezcan a contratistas, contratantes y la población en general, que finalmente es la que se ve afectada por la extensión temporal de los proyectos.

Todos los proyectos de construcción y proyectos de negocio tienen diferentes tipos de riesgos, la oportunidad de mejora para su control en el desarrollo del proyecto, está en analizarlos y entender el impacto que causaría, si uno de ellos llegara a materializarse en el tiempo y cuál sería la consecuencia del mismo para la obra.

Cuando estos riesgos se manifiestan pueden generar incertidumbre en la toma de decisiones o en la búsqueda de alternativas, puede darse el caso que el proyecto se desvíe del plan de trabajo, que haya retrasos en el cronograma o que no se logre los objetivos y los estándares esperados, por ese motivo conviene desde el diseño y la planificación identificar los riesgos posibles que estén al alcance de la maniobra del equipo proyectante para que todo marche dentro de los propósitos previstos.

En cuanto a los términos de referencia, las empresas muestran capacidad de liderazgo, de cumplimiento y de entrega oportuna de los proyectos, lo cual se convierte en una magnífica carta de presentación para continuar como proponentes en la formulación y ejecución de propuesta similares.

Para hablar de este tema se cuenta con herramientas como el conocimiento de los investigadores pues los tres desde sus áreas de formación en el campo de la ingeniería, se ha tenido la experiencia en la ejecución de proyectos lo cual concierne no solamente a la administración de personal, de obras, equipos y demás. David Escobar Moreno, periodista judicial N. (2021, p. 34)

## **CAPÍTULO II**

### **4. Marco Referencial**

#### **4.1.Marco Conceptual**

En el presente proyecto, es necesario definir algunos términos generales, que son la guía para entender el concepto de acueducto, prestación del servicio y construcción de infraestructura de redes, considerando que cualquier intervención que se realice sobre la matriz de acueducto en el municipio, requiere de un previo diagnóstico, valoración y posterior cuantificación de cantidades, para las respectivas valoraciones económicas y planeación en la ejecución de la obra.

**Acometida de Acueducto:** Desviación de la red de distribución por medio de tubería de menor diámetro, que la tubería de distribución, que se conecta a las cajas de medidor de cada vivienda.

**Conexión:** Empalme de la red de distribución con la red de acometida, por medio de accesorios mecánicos, que se instalan al medidor de acueducto o en el caso del alcantarillado, a las cajas de registro.

**Aforo:** Es el procedimiento de cuantificar o estimar a partir del conteo de la cantidad de agua que pasa en el medidor por vivienda, es decir, a partir de la verificación en campo, validar el consumo de agua por usuario en unidad de tiempo.

**Consumo:** Cantidad de agua que registra el usuario, es decir, es la diferencia entre dos lecturas tomadas en el medidor, por unidad de tiempo.

**Macromedición:** Matriz de actividades y elementos necesarios, que permiten estimar valores y proyectar medidas de atención, en función de la operación de los sistemas de acueducto y/o alcantarillado, en la fase de operación.

**Proceso:** Conjunto de actividades a llevar a cabo, entre una situación inicial y una final, en el cual se deben resolver en el intermedio, a través de un sistema de aplicaciones entre lo procedimental y el algoritmo de operaciones.

**Promedio:** Valor estadístico que sale de validar el registro histórico de consumo, en la unidad de tiempo definida por el prestador del servicio.

**Red de distribución de acueducto:** Es la infraestructura montada alrededor de la red de acueducto, para la operación del sistema y funcionalidad de la red, en la prestación del servicio. La distribución parte de la planta de tratamiento hasta los contadores de cada una de las viviendas.

**Servicio comercial:** Es la prestación de servicios, que se da a los usuarios que tienen actividades comerciales.

**Servicio residencial:** Es la prestación de servicios, que se da a los usuarios en donde la ocupación de los viviendas es residencial.

**Servicio público domiciliario de acueducto:** Consiste en la distribución del agua que es tratada en las plantas de tratamiento, procesada, almacena y realiza el transporte del agua, a cada uno de las viviendas conectadas, en el sistema de acueducto y/o alcantarillado.

**Tanques de almacenamiento:** Tanque que almacena agua tratada, que ya se encuentra potable y está disponible para la distribución de la misma, en las horas de más consumo, de tal manera que atienda la demanda del suministro en el sistema

**Riesgo:** Pérdida potencial que se somete cualquier tipo de infraestructura, que puede presentarse debido a eventos tangibles o no y de cualquier tipo de origen, en un periodo de tiempo y que son explícitos por la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

## 4.2.Marco Contextual

En el marco del mejoramiento continuo de la prestación de los servicios públicos domiciliarios, para Colombia se ha convertido en una obligación social y económica, mejorar toda la infraestructura alrededor de las redes de acueducto y alcantarillado, con el fin de llevar agua potable a cada familia y contribuir al saneamiento de las afluentes, que hacen parte de las cuencas principales del país. Es por ello que, a partir de estrategias de impacto, cada municipio del territorio colombiano, debe cumplir con los requerimientos mínimos de contratación, que cumplan con la normatividad legal y técnica para la ejecución de obras civiles y de control, toda vez que son obras para el desarrollo de una región que está en constante crecimiento. En este sentido, el Gobierno Nacional en conjunto con cada Gobernación y Alcaldía, adelantan proyectos que buscan la construcción y modernización de las redes de acueducto y alcantarillado que contribuyan al mejoramiento de las redes y por tanto, de la prestación del servicio y el acceso a las comunidades.

<b>Departamento</b>	<b>Municipio</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Valor</b>
Antioquia	Carmen de Viboral	Estudios para la elaboración o actualización de los planes maestros de acueducto y alcantarillado y diseños de detalle de los proyectos para la cabecera Municipal.	\$1.674 millones

Antioquia	Cisneros	Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	\$18.474 millones
Antioquia	Apartado	Estación de rebombeo Acueducto Regional. (obra e interventoría)	\$4.598 millones
Antioquia	Cocorná	Sistema de Alcantarillado Urbanización II Etapa.	\$5.080 millones
Antioquia	Guarne	Alcantarillado casco urbano.	\$30.000 millones
Antioquia	San José de la Montaña	Optimización, construcción y ampliación del sistema de distribución del acueducto.	\$24.410 millones
Antioquia	San pedro de los milagros	Construcción de obras para la optimización del acueducto.	\$12.478 millones
Antioquia	Briceño	Construcción de interceptores y optimización del sistema de alcantarillado Combinado.	\$8.017 millones
Antioquia	Liborina	Construcción de red de alcantarillado de aguas lluvias, fase II.	\$3.413 millones
Antioquia	Gómez Plata	Ajuste y complemento de los estudios y diseños para la construcción de la planta de potabilización interveredal	\$204 millones

Antioquia	Carolina del príncipe	Interventoría "Construcción alcantarillado pluvial cabecera municipal, "Mejoramiento y optimización del sistema de acueducto", "Construcción y optimización del sistema de alcantarillado II etapa"	\$1.018 millones
Antioquia	Arboletes	Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, etapa I.(Obra e interventoría)	\$8.370 millones
Antioquia	Marinilla	Alcantarillado casco urbano.	\$30.000 millones
Antioquia	Sopetran	Alcantarillado casco urbano.	\$35.000 millones
Antioquia	Sonsón	Interventoría "Construcción alcantarillado pluvial cabecera municipal, "Mejoramiento y optimización del sistema de acueducto", "Construcción y optimización del sistema de alcantarillado I etapa"	\$1.018 millones

*Tabla 1 Fuente Vicepresidencia de la República (2020)*

Cada uno de los proyectos que hacen referencia a mejorar u optimizar la planificación y ejecución, en los proyectos de infraestructura de servicios públicos de acueducto, tiene como finalidad proveer de servicios apropiados de calidad a la comunidad que minimicen

la brecha en la prestación de servicios públicos que tiene el país en algunos departamentos

De acuerdo con Forero González, E., & Arboleda Díaz, C. (2017), la zona de Combia Baja, hace parte de la zona rural del municipio de Pereira, zona donde el servicio de acueducto es prestado por empresas comunitarias, las cuales no tienen la capacidad ni administrativa ni técnica de adelantar estudios o inversiones específicas que permitan optimizar la prestación del servicio. Pese a ello, el desarrollo de este tipo de empresas, corresponde a iniciativas por parte de la comunidad rural, con el objetivo garantizar la prestación del servicio y la generación de empleo, convirtiéndose en alternativa de desarrollo. La zona de Combia Baja se abastece del acueducto Acuacombia, el cual fue construido en el año de 1954 y se abastece de cinco corrientes hídricas: Quebrada Bejucos, Quebrada San Vicente, Quebrada Pavas con un caudal de concesión de 30 L/s; Quebrada Pital II con un caudal de concesión de 14 L/s, según Resolución CARDER N° 392/01; y Quebrada Monos con un caudal de concesión de 8 L/s, según resolución CARDER N° 1029/04 (Expediente N° 1783)6 . El estado de las microcuencas que abastecen la zona es regular, debido a que existe presión sobre el ecosistema a causa de actividades principalmente agrícolas (cultivos de café y plátano), y pecuarias (ganadería extensiva), localizadas en las zonas altas, estas actividades afectan principalmente La Quebrada Monos. Pese a ello, el acueducto tiene identificadas áreas estratégicas para la conservación y realiza prácticas de reforestación, demarcación y cerramiento en la parte alta de La Quebrada Monos, no se realiza prácticas de conservación en áreas forestales protectoras, aunque el acueducto ha generado propuestas a CARDER para trabajar en ello, ya que se considera necesario. El acueducto suministra agua 100% desinfectada al



corregimiento de Combia Baja, veredas: San Vicente, El Placer, La Bodega, El Pital, El Chaquiro, La Suecia, San Marino, El Pomo, Santander, Crucero de Combia, La Carmelita, La Siria y los sectores Aguas Claras, La Floresta, Oriente (Bellavista), con calidad apta para consumo humano, en la categoría “aceptable”, según la Secretaría de Salud y Seguridad Social. Respecto a la calidad del recurso, el acueducto realiza control de calidad de agua, posee catastro de redes en un 70% y de suscriptores en un 60%, y realiza micromedición en un 100% y macromedición en el circuito Monos (Falta Pital II y San Vicente).7.

En cumplimiento del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012, las empresas prestadoras de servicios públicos deberán realizar un análisis específico de riesgo que considere los posibles efectos de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia, con base en este análisis se diseñarán e implementarán las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia que serán de su obligatorio cumplimiento y deberán ser articulados con los organismos de gestión del riesgo municipales y departamentales. Ante esta obligatoriedad normativa y la ausencia de este tipo de análisis se hace necesario realizar con la información actualmente disponible una determinación de los niveles de riesgo a los que se encuentra expuesta la infraestructura del acueducto Acuacombia de Pereira. Se pretende así generar un mapa donde claramente se diferencian los niveles de riesgo Alto, Medio y Bajo a los que está expuesta la infraestructura con el fin que sirva como insumo para la formulación de un plan de contingencia, además para identificar las zonas donde deben priorizarse las inversiones para protección de la tubería o la reubicación de la misma. Este análisis involucra información de geomorfología, topografía, geología

precipitación, las cuales a través de un trabajo con álgebra de mapas puede Universidad de Manizales Facultad de Ciencias e Ingeniería Especialización en Sistemas de Información Geográfica determinar el nivel de riesgo ante desastres naturales al que está expuesta la infraestructura que se analiza. Actualmente el municipio de Pereira cuenta con información actualizada gracias al reciente proceso de revisión del Plan de Ordenamiento Territorial, además gracias al catastro de redes de acueductos rurales realizado por la Universidad Libre de Pereira, se cuenta con los shapes de las redes de acueducto en la zona rural.

Así mismo, dentro del marco de la infraestructura de acueducto en los municipios, el autor Perdomo Palma, C. E. Auxiliar De Ingeniería En El Proyecto De Consultoría “Estudios Y Diseños De Detalle Para La Construcción De Infraestructura En 48 Acueductos Rurales Inviabiles Sanitariamente Y En Riesgo Alto Del Departamento De Boyacá, documenta las actividades ejecutadas como auxiliar en Ingeniería Civil en el desarrollo de los estudios hidrológicos, en el contrato de consultoría de los estudios y diseños de detalle para la construcción de la infraestructura en 48 acueductos rurales inviables sanitariamente y en riesgo alto del departamento de Boyacá; por consiguiente, las labores ejecutadas fueron: descripción general de la zona de estudio; caracterización climática en función de las variables hidrometeorológicas de precipitación y temperatura; al igual que los cálculos de los caudales máximos, medios y mínimos con el objeto de determinar la capacidad de captación que se puede realizar en cada fuente de abastecimiento. Dentro de las metodologías usadas para la caracterización hidrometeorológica y la evaluación para las fuentes de abastecimiento superficial se trabajó el método de la SCS apoyado del software Hec-Hms y el del cálculo de recarga

potencial de acuíferos mediante un balance hidrológico de suelos propuesto por Gunter Schosinsky, generando sus respectivos formatos GIS, hojas de cálculos dinámicas en formato XLS e informes individuales

Por otra parte, Ortiz García, K. N. (2020), dirige el documento al acueducto ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO RURAL COLECTIVO DE LAS VEREDAS DOIMA LA ESPERANZA<sup>1</sup> para que cumpla no solo con un requisito normativo, sino que logre ser una asociación que pueda contar con herramientas para la gestión del riesgo asociado a la prestación de su servicio. En el caso de esta asociación de usuarios, no existía claridad en el contenido mínimo ni el trabajo previo de recolección de información para la elaboración de al menos, un plan de emergencia y contingencia. El plan de gestión del riesgo aquí presentado está basado en la propuesta de la “Herramienta Metodológica para la Formulación de Programas de Gestión de Riesgos de Desastres en los Servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo”, entregada por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres y el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, teniendo en cuenta las particularidades de la zona como Geología, Hidrografía, Aspectos climáticos y las particularidades del sistema como Cuencas abastecedoras, Infraestructura del sistema, otras redes instaladas, infraestructura administrativa, localización de usuarios entre otros. Dentro del esquema del plan de gestión del riesgo, se formuló el plan de emergencia y contingencia (PEC) para los riesgos más significativos en el acueducto y poder contar con una respuesta oportuna ante cualquier tipo de emergencia y suministrar de manera eficaz dicho recurso a la comunidad. En el capítulo 7 se encuentra la información general del plan de gestión del riesgo el cual incluye todo lo relacionado con el contexto interno y externo de la asociación, la descripción de las condiciones locales

de riesgo para el acueducto, la amenaza y la vulnerabilidad resultante, su valoración y la estimación de daños y/o pérdidas potenciales con sus respectivas medidas de reducción del riesgo, además, se presenta el PEC, el cual se encuentra como un anexo del documento para facilitar su acceso; en el capítulo 8 se muestra el plan de recuperación y el plan de inversiones de la asociación. Con este trabajo se espera que la asociación se vea fortalecida en los componentes de la gestión de riesgo de desastre que afecten su funcionamiento.

La gestión del riesgo en el país está reglamentada por diferentes tipos de normas tales como, el Decreto 3102 de 1997 donde se establece la elaboración de Planes de Contingencia, luego el Decreto 93 de 1998 donde se establece el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, seguidamente la Ley 1523 de 2012 donde se establece la Política Nacional de Gestión del Riesgo, la Resolución 154 de 2014 que brinda los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y, la Resolución 549 de 2017 y el Decreto 2157 de 2017 donde brindan las directrices para la formulación de planes de gestión del riesgo aplicada a las entidades públicas y privadas de prestación del servicio de acueducto.

Castañeda Pinilla, Y. C., & Fandiño Arteaga, S. (2019). Plan de gestión del riesgo de desastres en el servicio de acueducto de la vereda Charquira en el municipio de Carmen de Carupa, Cundinamarca, presenta un Plan de Gestión del Riesgo para el servicio de acueducto de la vereda Charquira, que se desarrolla en tres partes: la primera el conocimiento del riesgo, la segunda la reducción del mismo y la tercera, la proyección de las herramientas para el manejo del riesgo. Se ha elaborado este instrumento debido a que

actualmente este acueducto se encuentra incumpliendo los requisitos legales nacionales mencionados anteriormente, y además por las limitaciones en recursos humanos y económicos para la formulación de este plan. Por esta razón, se aplicó una metodología cualitativa, para el análisis de riesgos en el sistema acueducto, por la escasa información para aplicar una metodología cuantitativa. Finalmente, se proyecta este documento con la expectativa de registrar un proceso de importancia para la comunidad veredal, cumpliendo con los requisitos legales en el país y de esta manera, contribuir a la mejora de la gestión social y cultural que se debe tener en cuenta en la temática del riesgo, aportando en la gestión administrativa y operativa para la Asociación de Usuarios del Acueducto de la vereda Charquira, con el propósito de que el plan propuesto aquí se ejecute y se divulgue ante las partes interesadas.

En el documento Ávila López, Z. L. Propuesta de directrices y acciones, que complementen los lineamientos de política de gestión del riesgo de desastres en la prestación de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado frente a los eventos invernales, argumenta que el cambio climático viene afectando a todo el mundo, específicamente Colombia ha sido afectada por el fenómeno de la Niña que ha generado temporadas de lluvias, como la acontecida en los años 2016 - 2017, generando grandes inundaciones, especialmente en el sur del Atlántico, que causaron pérdidas económicas, sociales y daños en la infraestructura de acueducto y alcantarillado. Es por eso que, el trabajo buscó responder con el "Estudio de Caso" de la zona sur del departamento del Atlántico, el cual en el periodo del fenómeno de La Niña 2016 - 2017 fue catalogado el más intenso de la década, análisis que se hizo por la variabilidad hidroclimática en la región y cuáles fueron los aspectos más relevantes en el sistema de redes de acueducto y

alcantarillado y lo más importante, proyectar nuevo planes de acción y actividades de gestión del riesgo de desastres, frente al riesgo climatológico, a partir de los procesos de conocimiento, reducción y manejo de los riesgos, ya que la prestación de los servicios domiciliarios, son vitales para el desarrollo de la infraestructura en la región y para la salud de la población. Los nuevos parámetros propuestos, están orientados en cubrir la totalidad población que se ve afectada por una emergencia invernal crítica, llevándolos a que las acciones de respuesta, sean de una manera más eficiente y precisa, evitando que se puedan perder vidas, se reduzcan los impactos ambientales y la afectación a la infraestructura de redes

Díaz Castañeda, V. M. (2017), identificó las amenazas que se presentan en la quebrada la Honda, especialmente las amenazas naturales para la infraestructura del acueducto municipal del área urbana de Los Patios en el departamento Norte de Santander, la cual muestra un espejo de como se encuentra la zona en alta vulnerabilidad, dada su ubicación, tipo de usos de suelos, topografía y posible intervención del hombre, en la modificación del entorno, en función de la necesidad de tener crecimiento y condiciones económicas. En el trabajo se observa la degradación que tienen los suelos, considerando que son producto de procesos físicos, químicos y mecánicos, adicionado por las acciones antrópicas en los sectores más vulnerables, donde en ningún caso, se tenía que realizar intervención. Por otra lado, se detalla el fuerte abandono del sector por las autoridades gubernamentales y hasta la misma población, en donde la comunidad debería resaltar la importancia que tiene el recurso hídrico, en la sistema de potabilización del agua y distribución y consumo, así como el tipo de servicios que prestaría la fuente hídrica conservada en el ecosistema planteado.

Un ejemplo de la implementación e impacto, es en la alcaldía de Copacabana se encarga de planificar el desarrollo económico social y ambiental para así garantizar la estabilidad del territorio en todos sus componentes, garantizando una calidad de vida para sus habitantes, ordenando su desarrollo para así ser sustentable sostenible y de igual modo promoviendo la participación ciudadana. En la alcaldía de Copacabana a través de la secretaria de infraestructura han requerido y resaltado la labor de practicantes por la modalidad de pasantía, en la cual el Tecnológico de Antioquia ha establecido el convenio para el desarrollo de esta práctica, la cual tiene un inicio el 24 de febrero de 2021 y un final el 30 de mayo de 2021, los estudiantes tienen la oportunidad de reforzar apoyo y mejorar los conocimientos aprendidos durante su formación profesional. Tanto es así que Barahona Cano, V. (2021), se priorizan problemáticas que son generadas por los fenómenos naturales en donde predominan los ocurridos por la temporada alta de lluvias, la cual genera un gran impacto en el municipio y de igual manera se atienden de una manera inmediata los riesgos que están relacionados con las estructuras que puedan amenazar la vida de las personas y las edificaciones, se da importancia también a los procesos interrelacionados con permisos ambientales asociados a el acueducto y el saneamiento básico requeridos por la autoridad ambiental de los cuales se pueden presentar múltiples aspectos tales como los vertimientos a los cuerpos de agua.

Uno de los interrogantes que se presenta en la planificación de la obra, es identificar el mapa de riesgos para su posterior ejecución, por eso Rizzo Caamaño, V. H. (2022), surge dado ante la poca capacidad que tiene las entidades gubernamentales tanto en la competencia del personal humano y como financiero, que gestione con la entidad sanitaria del orden departamental, todas las actividades necesarias encaminadas a la

elaboración del mapa de riesgos de la calidad dl servicio y del agua, que fue documento de orden normativo necesario, para quela entidad local a cargo, gestione y adquiera antes las autoridades ambientales, los permisos suficientes para la elaboración y articulación de los planes de acción para em mejoramiento de la calidad y por tanto, la mitigación de los impactos de los riesgos, en una periodo de tiempo determinado.

El agua como uno de los recursos naturales mas preciados por la humanidad, es actualmente el más afectado por la contaminación causada por el desarrollo humano, tanto desde su accionar desde el consumo, como desde su operación a partir de la industria, originando que el recurso hídrico captado de las fuentes de las cuencas, no sea apto un ciento por ciento para el consumo humano, dado el constante y desordenado vertimiento de las aguas negras en el sector residencial e industrial, como las descargas de residuos generados en los procesos de transformación de cada una de las empresas. Considerando lo anterior, las entidades gubernamentales y las entidades privadas vinculadas, están en la obligación legal de realizar un tratamiento del agua, disponiendo de sistemas de abastecimiento y control de residuos, en eficientes condiciones de operación, que garanticen la prestación del servicio de acueducto a la población aferente de las redes de acueducto e tomando todas las medidas necesarias enrutadas a su proceso de mejoramiento, transformación y la conservación de los recursos naturales. Peña González, Velandia Martínez, & López, 2016

Del mismo modo, González Angarita, V. M. (2018), realiza una revisión del papel de Colombia como país emergente desde el componente económico, donde destaca el fortalecimiento significativo que ha tenido en la última década en el desarrollo del país. Uno de los factores dominantes en el proceso, es la construcción de infraestructura



pública, modernización en los procesos de mejoramiento en la prestación del servicio y la incursión en los municipios alejados, para integrarlos económicamente a la dinámica de desarrollo y modelo participativo ajustado al plan nacional de desarrollo del país. Sin embargo, todas las obras que se llevan a cabo para el mejoramiento de la infraestructura, se han visto afectadas por una inadecuada e inexperiencia planeación con la que se programan y desarrollan los proyectos, incidiendo en altos costos para las entidades contratantes, que han llevado a prórrogas para su ejecución, adiciones presupuestales desbordando el presupuesto inicial y en los casos más críticos, el abandono de los proyectos por la insolvencia y poca resolución de los inconvenientes, causando un detrimento desproporcionado en el patrimonio de la entidad contratante y por consecuencia, la de los colombianos. Como modelo de ejemplo, fue revisada la información de la construcción del acueducto Fruticas del municipio de Chipaque, en donde se identifican cuáles son los factores que incidieron en la ejecución por los cuales no se pudo ejecutar el proyecto, dentro de los tiempos proyectados, siendo los más relevantes una precaria planeación de la obra dentro de su parte precontractual y una gestión del riesgo inapropiada y poco oportuna en la respuesta. Para el caso, el objetivo del artículo, es hacer un análisis de un caso estudio típico, de un proyecto mal definido desde su planificación hasta su construcción de infraestructura pública en Colombia, con el fin evaluar y emitir algunas recomendaciones, que de ser tenidas en cuenta, contribuyan considerablemente a evitar casos similares y de igual magnitud se presenten, afectando directamente al desarrollo de la nación y al mejoramiento de la calidad de vida de todos los colombianos.

Otra perspectiva en la activación de los riegos asociados a la implementación, los aborda Giraldo Ortiz, S., & Carvajal Castaño, V. C. (2019), donde asegura que el uso del agua potable genera bienestar en las personas, tanto desde el ámbito de consumo residencial como en el uso industrial, y es por ello que se hacen diversos estudios entorno al mejoramiento de los procesos para mejorar la condiciones y tratamientos del agua, en aras de prestar un excelente servicio y bienestar de la población adyacente de las fuentes hídricas, controlando así enfermedades en la comunidad y la propagación de la misma. Uno entre muchos de los factores que inciden y afectan el recurso hídrico desde el punto de vista de consumo y potabilización, son las condiciones climáticas del territorio, el uso no controlado de agentes químicos industriales, las actividades humanas entre otros, hacen que los criterios de aprobación por las personas cambien. Estos criterios son olor, sabor y color, además, un agua contaminada puede enfermar la población consumidora. Por lo anterior se evaluó la percepción sentida en usuarios del acueducto multiveredal la Hondita Hojas Anchas en algunas veredas del municipio de Guarne incorporando como factor de revisión, la calidad del agua, prestación del servicio y los riesgos en la matriz de la red de distribución, por lo cual se emplearon métodos de consulta tipo encuestas para evaluar la percepción de calidad de agua y la prestación del servicio de acueducto por parte del operador de la infraestructura de redes; las encuestas fueron analizadas y tabuladas para montar la matriz de riesgos y peligros e identificar la posible coexistencia de riesgos en la red que pudiesen afectar la calidad del agua y las condiciones de salud de la población, tal que tuvieran una relación directa en el manejo de las fuentes y por tanto, un grado de responsabilidad directa de los prestadores de servicio y su plan de acción, ante lo identificado en la investigación llevada a cabo.

Para el autor Terhan Vivas, N. F. (2018), tiene en cuenta el desarrollo de medidas para controlar la vulnerabilidad, siendo ésta la susceptibilidad de un elemento expuesto a sufrir un daño ante una amenaza, considerando como amenaza implícita, la caída de ceniza procedente de las erupciones del volcán Galeras y como elemento expuesto, el acueducto de la cabecera municipal de Nariño, el cual está ubicado dentro de la zona de influencia de las amenazas de este volcán. El volcán Galeras es reconocido por su recurrente actividad y potencial amenaza, por consiguiente existe un riesgo de afectación sobre los sistemas de abastecimiento de agua, por lo cual se presentan medidas de mitigación por caída de ceniza sobre los componentes del sistema de acueducto para minimizar los impactos, teniendo como precedente la identificación en el componente administrativo, operativo y físico, y por ende contribuir como una herramienta base para la estimación del riesgo en las comunidades que se encuentran expuestas.

Una forma de tipificar los riesgos en la contratación, los indica Ramos-Parra, Y. J., & Pinilla-Roncancio, M. V. (2020). Un análisis infraestructural. *Revista EIA*, 17(34), 219-233, evalúa el nivel de riesgos que se pueden presentar en las etapas de planificación y ejecución, en los proyectos de infraestructura de servicios públicos de acueducto y la calidad del agua distribuida en 288 acueductos rurales del departamento de Boyacá y da una visión más amplia del contexto, abarcando desde la infraestructura de servicios públicos hasta otro tipo de obras.

#### **4.3.Marco legal**

El ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se ha formulado algunos instrumentos, técnicas y herramientas que suministran, reglamentan y sistematizan la gestión del recurso hídrico, destacándose la publicación de guías

ambientales para el manejo de aguas residuales<sup>0073</sup>, la guía ambiental para la gestión de sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales y las guías para los sistemas de acueducto (MINAMBIENTE, 2002). En dichos documentos, es posible encontrar algunas definiciones, caracterizaciones y diagnósticos del sector, así como la normatividad aplicable para cada caso, los instrumentos suficientes de gestión existentes incluyendo los instrumentos y alternativas de financiación para cada sector, según aplique.

De la misma manera, ha emitido una cantidad de disposiciones legales, normativas y reglamentarias del sector de acueducto y alcantarillado que, a continuación, se listan algunas de las más relevantes que aplican para el proyecto:

Ley 142 1994, por la cual se instaure el régimen de los servicios públicos domiciliarios.

Decreto 605 de 1996, Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994

Decreto 1359 de 1998, por el cual se dictan disposiciones sobre Instituciones de Economía Solidaria que prestan servicios públicos domiciliarios en forma especializada o como actividad principal.

Ley 373 de 1997, programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Decreto 2668 de 1999, Por el cual se modifican artículos de la Ley 142 de 1994 y el control a monopolios en el sector

Decreto 302 de 2000, por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994

Decreto 421 de 2000, por el cual se reglamenta el numeral 4 del artículo 15 de la Ley 142 de 1994, “en relación con las organizaciones autorizadas para prestar los

servicios públicos de agua potable y saneamiento básico en municipios menores, zonas rurales y áreas urbanas específicas”

El decreto 398 del 200213, trata de la evaluación de empresas de servicios públicos domiciliarios y de la regionalización como una alternativa de solución.

Decreto 1248 de 200414, trata de la “regionalización de las empresas de servicios públicos domiciliarios, modificando el decreto 398 de 2002.”

Resolución CRA No. 315 de 2005 por medio de la cual se establecen las metodologías para clasificar las empresas de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de acuerdo con un nivel de riesgo

Resolución CRA No. 316 de 2005. Documento que es de consulta y trabajo, con respecto a la resolución, por medio de la cual se establece “la metodología para evaluar la gestión y resultados de las personas prestadoras de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.”

#### **4.4.Marco Teórico**

Un proyecto desde su primer planteamiento o definición se crea para generar un producto, servicio o resultado único, tiene un ciclo de vida con un inicio y un final, los entregables se obtienen durante el arduo trabajo y varían dependiendo la obra De acuerdo con lo anterior y con base en la guía PMBOK se comparten las siguientes fases que constituyen el ciclo de vida del proyecto y del desarrollo.



El inicio del proyecto está marcado porque parte de una idea que se convierte en una idea de innovación, es decir, porque al ser un proyecto requiere mínimo el examen de las condiciones en las cuales va a ser ejecutado o el examen de quien contrata la ejecución, por lo cual éste inicio necesita considerar los factores desde los componentes humanos, sociales, culturales al igual que las variables económicas, temporales, espaciales que pueden intervenir en el proyecto teniendo como objetivo base, evaluar y diagnosticar la fase precontractual de planificación, con el fin de tomar lo más relevante del presupuesto, del estudio de mercado, medida del alcance o de la matriz de riesgos asociada, y definirlo en procedimientos de lo que se puede hacer factible y de lo que no. (Perdomo Tovar, C. A. (2020))

La organización y la preparación que debe estar planeada en el diseño con una estrategia sólida para servir de guía, así como para volverlo sostenible en el tiempo y en el sesgo del presupuesto proyectado; esta estrategia servirá para orientar, construir resultados de calidad, manejar los riesgos y crear aceptación además de preparar para los inconvenientes que puedan encontrar en la ejecución del proyecto y ayudar a entender, desde la perspectiva de ejecución y planificación, el costo, el alcance y la ruta de trabajo.

Para la ejecución del proyecto, requiere una administración no solamente de espacios y tiempo sino de recursos, además de la supervisión y control que combinadas pueden prevenir las pérdidas del alcance, calcular los indicadores con el que se pueda evaluar la criticidad del contrato, revisar la volatilidad de los costos asociados y el tiempo proyectado y ayudar a darle continuidad al proyecto sin presentar dificultades. Por último, finalizar el proyecto proporciona los entregables finales, libera los recursos del proyecto y determina el éxito Nieto Camacho, J. A. (2017, p. 10).

Dado a lo anterior y considerando las bases de la información, se construye este análisis en función de la gestión de los riesgos del proyecto, se genera un objetivo que busca acrecentar la probabilidad de riesgos positivos y reducir la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos negativos, buscando con ello, mejorar las posibilidades de éxito. Desde una perspectiva mucho más y más amplia, los riesgos son mayores en el inicio del proyecto, es decir, en la parte de la planificación y estudios previos del proyecto y estos índices, van disminuyendo en el ciclo de vida del proyecto, a medida que se van ajustando los contratos, con aclaraciones a la ejecución y aceptando los cambios durante y hacia los entregables.

Es de resaltar que los principales procesos de gestión de los riesgos de un proyecto son:

**Planificar:** es necesario para comunicarse y obtener el acuerdo y apoyo de todas las partes interesadas, con la finalidad de validar que el proceso de gestión de riesgos proyectado, sea continuo y ejecutado de manera eficiente en el ciclo de vida del proyecto. Una planificación cuidadosa y explícita, partiendo desde la entidad contratante, mejora ostensiblemente la probabilidad de éxito de todos los procesos subsiguientes, teniendo en cuenta que una buena proyección, desde el punto de vista de la planificación, hace que la ejecución y control del resto de procesos de gestión de riesgos, sea mucho más fácil y práctico.

**Identificación:** proceso iterativo basado en las experiencias de cada una de las entidades y de las fuentes estudiadas, ya que pueden desglosarse nuevos riesgos particulares del proyecto a medida que el proyecto avanza a través de su ciclo de vida o

en caso particular, emanar riesgos transversales a los nuevos, que limitan la ejecución de la obra en los tiempos proyectados

**Planificar la respuesta a los Riesgos:** es considerar estrategias para confrontar la exposición al riesgo del proyecto. Las respuestas deben tener un enfoque desde tres perspectivas: importancia en el medio que se ejecuta, el presupuesto asignado para su ejecución y cuál será el rol que tendrá el riesgo, en el contrato, teniendo en cuenta que no todo riesgo es materializable en dinero o que implique actas de modificación al contrato. Así mismo, las respuestas deben de estar orientadas a cambios en la base del presupuesto o en la programación de la obra

**Implementar:** consiste en implementar las estrategias acordadas para atender los riesgos, procurando que la atención se ejecute tal como se proyectó, con el recurso disponible en el tiempo proyectado.

**Monitorear:** es hacer seguimiento a los riesgos identificados, y posteriormente, identificar y analizar los nuevos riesgos derivados, con el fin de evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos en el proyecto.

Sin importar la naturaleza del proyecto, ¿Cuáles son los riesgos a los que enfrentan un proyecto?, es indiferente si el proyecto tiene un gran o corto alcance en su planificación y ejecución, todos los proyectos son diferentes, tienen características particulares, tienen riesgos diferentes, cada uno presenta impactos distintos y, por tanto, puede diferir en la naturaleza y objeto del mismo. Ahora bien, en el caso que se presenten contratos con el mismo objeto contractual, éstos varían en su ejecución, de acuerdo a la ubicación, equipo de trabajo, condiciones climáticas, vías de acceso, condiciones locales, publico objetivo entre otras razones a considerar, y a su vez, los niveles del riesgo cambian y son



propensos a cambiar de impactos, teniendo en cuenta los sobrecostos y hasta su alcance en el tiempo. Todo proyecto busca optimizar su ejecución en el tiempo, con el presupuesto asignado, con altos estándares de calidad, con la atención oportuna del cliente y sobre todo que lo reciba a satisfacción. En cada una de las fases del proyecto, siempre será susceptible de encontrarse con obstáculos en la ejecución, habrán momentos donde los riesgos estarán a punto de materializarse y en otros momentos, los proyectos no presentarán dificultades en la obra, y en cada caso, los riesgos mostraran algún grado de incertidumbre sea en el proceso de planificación o en la ejecución de la obra. Arrieta Acosta, A. F., & Morales Figueroa, M. A. (2021, p. 15)

Al acueducto de Rionegro se le han formulado desde el área de administración y control de proyectos, estudios y planes que ayudan a mejorar las estrategias de atención a la comunidad, y ajusta medidas de capacitación de personal, para mejorar las habilidades del personal, en planificación de obra, presupuesto, control, seguimiento y aseguramiento de la calidad, todo ello enfocado a una correcta administración de los recursos destinados, a la infraestructura de acueducto del municipio.

Como documento de referencia para el análisis de riesgos en el municipio, el Plan de Ordenamiento Territorial 2015-2027 de Rionegro, esboza y realiza una identificación del estado de todos los elementos de referencia que hace alusión a la prestación del servicio de acueducto y alcantarillado

Es por ello que las empresas responsables por el suministro, mantenimiento, operación, distribución y captación de agua en el Municipio de Rionegro, son las encargadas de verificar los posibles daños que se puedan presentar al ocurrir un evento, en toda su infraestructura, que comprende tuberías, estaciones reguladoras de presión,

accesorios, válvulas, y demás elementos necesarios para la operación del servicio y deberán presentar un informe basado en las posibles causas de lo ocurrido, el plan de acción a implementar y lo más importante, las lecciones aprendidas en la actividad.

Como parte en el desarrollo del proyecto, se hace necesario desglosar algunos componentes teóricos, que forman parte la ventana de evaluación de los riesgos en los contratos de acueducto en el municipio de Rionegro:

**Riesgo:** Según Allan (2001), el riesgo constituye una posibilidad y una probabilidad de daños relacionados con la existencia de determinadas condiciones en la sociedad, o en el componente de la sociedad bajo consideración.

**Factores del riesgo:** para el desarrollo de contratos, muchos de los factores provienen fundamentalmente de las siguientes causas, sin dejar de entender que se pueden traslapar y ser simultáneas en la ejecución de actividades:

Falta de información previa a la ejecución o antecedentes del proyecto.

El tipo de ambiente donde se va a desarrollar la obra

Conformación del equipo de trabajo y organización de la obra.

Variación en los flujos de caja del proyecto y el sistema cambiario.

Consideraciones políticas y regulaciones bancarias.

**Tipos de riesgos:** según el profesor Nicklisch, considera que los riesgos que asume un contrato de obra, se pueden clasificar en las siguientes categorías:

Estratégico

Financiero

Operacional

Cumplimiento

Comercial

Considerando el alcance del proyecto, se puede definir para cada uno de los tipos de riesgos y los agrupadores, de la siguiente manera:

<b>Categoría</b>	<b>Agrupador</b>
Comercial	Riesgo en la gestión de los ingresos
	Riesgo comercial
Cumplimiento	Actos indebidos
	Riesgo jurídico y regulatorio
	Incumplimientos contractuales
Estratégico	Riesgo de orden público
	Riesgo de conflictos culturales, sociales y políticos
	Riesgo de planeación y crecimiento
	Riesgo ambiental
	Riesgo de relacionamiento con grupos de interés
	Riesgo en el desarrollo y la innovación
	Riesgo político
Riesgo de reputación e imagen	

---

	Riesgo de mercado
	Riesgo de liquidez
	Riesgo de crédito
	Riesgo en procesos y procedimientos
Financiero	Riesgos naturales y antrópicos
	Riesgo en la gestión del conocimiento
	Riesgo en la gestión de la cadena de suministro
	Falla o indisponibilidad de activos
	Riesgo en la gestión del talento humano

---

*Tabla 2 Categoría de riesgos y agrupadores*

Análisis del riesgo: De acuerdo con lo sugerido en el PMBook “(...) *se debe iniciar por establecer las categorías de riesgo, con lo cual se proporciona una estructura que asegura un proceso completo de identificación sistemática de los riesgos con un nivel de detalle coherente, y que contribuye a la efectividad y calidad del proceso de identificación de los riesgos. Una organización puede utilizar una matriz de categorización elaborada previamente, la cual puede consistir en una simple lista de categorías o en una Estructura de Desglose del Riesgo (RBS).*”

Según el PMBook, para evaluar el riesgo se requiere:

Planificación de la Gestión de Riesgo

Identificación de Riesgos

**Análisis Cualitativo:** consiste en asignar un valor no numérico para realizar una evaluación de la probabilidad de ocurrencia de un evento y consecuencia de los riesgos en función de la obra, teniendo como alcance, estudiar y analizar el efecto del riesgo sobre un objetivo del contrato de obra, es decir, parametrizando todo aquello que no es posible cuantificar en impacto, como lo es la calidad, la programación de obra, los rendimientos, entre otros factores.

Rodríguez (2007) recomienda los riesgos se prioricen para posteriormente realizar un análisis cuantitativo y así obtener respuestas de acuerdo a la calificación de cada riesgo presentado. El PMBook recomienda generar una matriz de probabilidad vs. Consecuencia, especificando las combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a calificar los riesgos con una prioridad baja, moderada o alta; para el presente caso, las prioridades relacionadas anteriormente son definidas de acuerdo a lo investigado en los contratos de obra.

DEFINICION ESCALA DE CONSECUENCIA PARA CUADRO OBJETIVO PROYECTO					
PROBABILIDAD	CONSECUENCIA				
	Mínima	Menor	Moderada	Mayor	Máxima
	1	2	4	8	16
Muy alta	MEDIO	MEDIO	ALTO	EXTREMO	EXTREMO
Alta	BAJO	MEDIO	ALTO	EXTREMO	EXTREMO
Media	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO	EXTREMO
Baja	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	EXTREMO
Muy baja	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO

*Tabla 3 Definición escalas de consecuencia.*

**Análisis cuantitativo:** metodología de análisis que cuantifica la probabilidad de ocurrencia esperada de algunos eventos positivos o negativos. Es decir, se usan datos y expresiones lógicas para sesgar el corte de análisis a partir de una escala de valores asignados de consecuencia y probabilidad, para hacer un análisis estadístico claro y en alcance, objetivo.

Matriz de probabilidad y consecuencia: herramienta estadística que permite establecer prioridades a la hora de mitigar posibles riesgos, antes de materializarse y, evaluar que consecuencia tendría en el proyecto si llegase a pasar.

Clasificación	Probabilidad estadística	Descripción	Frecuencia
Muy alta	Mayor del 84%	El evento ocurre permanentemente	Más de 10 veces al año.
Alta	50.1% - 84%	El evento se presenta con cierta regularidad. Ocurre muchas veces	Entre 1 vez y 10 veces al año.
Media	16.1% - 50%	Evento que se presenta en forma esporádica. Ocurre varias veces.	Una vez entre 1 y 5 años.
Baja	2.1% - 16%	Evento no habitual. Poco frecuente	Una vez entre los 5 y los 20 años.
Muy baja	Menor o igual al 2%	Evento que ocurre en forma excepcional. Muy difícil que ocurra	Una vez en 20 o más años.

*Tabla 4 Definición escalas de probabilidad*

## CAPÍTULO III

### 5. Diseño Metodológico

#### 5.1. Línea de investigación institucional

Innovaciones sociales y productivas

#### 5.2. Eje temático

Manejo de residuos y calidad del agua

#### 5.3. Enfoque de investigación y paradigma investigativo

La investigación es de tipo cuantitativo y cualitativo, es decir mixto, ya que el problema que presenta al no tener riesgos identificados para una planificación y ejecución en los proyectos de infraestructura es concreto, se pueden ver afectados los proyectos personales, una estabilidad en su patrimonio y, sobre todo, la tranquilidad como individuo en la continuidad en la prestación del servicio

## **5.4.Diseño**

El desarrollo del trabajo no presenta actividades que requieran un desglose de actividades y requerimientos técnicos, por lo cual tiene un carácter no experimental para el alcance del trabajo.

### **5.4.1. Alcance**

El proyecto que se desarrolló, es de tipo descriptivo, donde extraen unos riesgos asociados a los contratos ejecutados en el municipio de Rionegro, Antioquia, cuyo alcance es la intervención en la infraestructura de las redes de acueducto; así mismo, se analizó las características de cada uno de los riesgos asociados a la planificación y ejecución.

#### **5.4.1.1.Población**

Se tienen en cuenta los contratos ejecutados en el municipio de Rionegro, en cuanto a las intervenciones en la infraestructura de redes de acueducto.

#### **5.4.1.2.Tamaño de muestra**

Los datos son tomados de la página de contratación pública SECOP. Como resultado de la consulta, se obtuvieron 331 registros, los cuales fueron analizados uno por uno, evaluando cada una de las características enunciadas, se tabularon los datos en una base de Excel (ANEXO\_1) en la que se registran datos relevantes para cada uno de los contratos seleccionados, que tuvieron de alcance intervenciones en la infraestructura de

acueducto. Los datos obtenidos corresponden a 29 contratos que son los que alimentan el estudio estadístico.

#### **5.4.1.3. Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de información y datos.**

De los 29 registros obtenidos, se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones para su caracterización:

Municipio: Rionegro, Antioquia.

Rango de búsqueda: enero de 2010 hasta mayo 2023

Estado del contrato: Liquidado

Alcance: que, en el objeto del contrato, se tengan intervenciones a la infraestructura de acueducto en el municipio.

Para realizar la parametrización de la información en la base de datos, se tomaron los siguientes datos en la búsqueda realizada, con el fin de procesarlos y evaluar sacar resultados:

Número de contrato

Objeto del contrato

Lugar de ejecución

Valor inicial

Valor final contractual

Porcentaje de adición

Número de adiciones

Fecha inicial



Fecha final contractual

Fecha final

Número de prórrogas

Porcentaje de prórrogas

Número de suspensiones

Posibles causas

#### **5.4.1.4. Análisis y Tratamiento de datos**

La muestra utilizada en este proyecto está orientada a todos los contratos ejecutados en función de la infraestructura de acueducto, por tanto, el análisis será estadístico y de proyección de acuerdo con los registros tabulados en el ANEXO\_1 del documento. Con la extracción de los datos, se busca identificar el tipo de intervención y las causas dominantes, en los cambios que dieron lugar a modificaciones en tiempo y dinero.

Como parte de la depuración de la información, se va a clasificar los contratos por las cuantías, el número de prórrogas, las adiciones, suspensiones, objetos, alcances y características de los mismos contratos, con el fin de caracterizar las causas por las cuales requirieron realizar los cambios y, por tanto, lo que implicó en la ejecución de la obra, tanto desde la etapa de formulación del proyecto como desde la ejecución.

#### 5.4.1.5. Plan de Acción del proyecto

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	FUENTES DE INVESTIGACIÓN	RESULTADOS
Identificar cuáles son los inconvenientes presentados, y clasificándolos de acuerdo a la tipificación de riesgos planteados.	Extraer todas las causas por las cuales, se derivaron las actas de modificación.	Tabular cada uno de los contratos, las causas recurrentes y posteriormente emplear una herramienta gráfica para su interpretación.	La página web <a href="https://www.contrato.s.gov.co">https://www.contrato.s.gov.co</a> Secundaria	Listado de causas presentes en los contratos de la infraestructura de acueducto.
Caracterizar los riesgos que se pueden presentar en las etapas de planeación y ejecución de infraestructura de acueducto.	Identificadas las causas de los cambios en los contratos, describir cada riesgo presentado y listarlo por el impacto	En la literatura académica, buscar los conceptos concisos para definir cada riesgo.	La web y trabajos de autores relacionados con los riesgos en los contratos de obra pública. Secundaria	Los conceptos de cada uno de los riesgos

---

<p>Evaluar los riesgos desde la perspectiva operativa y financiera, teniendo en cuenta las implicaciones en la planeación e impacto en la ejecución de la infraestructura de servicios públicos domiciliarios.</p>	<p>Realizar un listado con los riesgos, asignarles un porcentaje de incidencia y una correlación de impacto en el contrato.</p>	<p>Concatenar una tabla de los riesgos, y elaborar una estructura de desglose del riesgo.</p>	<p>La web, PMBOK y la literatura académica. Secundaria</p>	<p>La matriz de riesgo asociada a los contratos seleccionados.</p>
--	---	---	--	--

---

## CAPÍTULO IV

### 6. Resultados y Análisis

#### **6.1. Inconvenientes presentados, y clasificación, de acuerdo con la tipificación de riesgos planteados.**

Para la identificación de los riesgos, se tuvo en cuenta la lista depurada de los 29 contratos seleccionados para su análisis, y se revisaron las siguientes consideraciones:

Causa de las adiciones

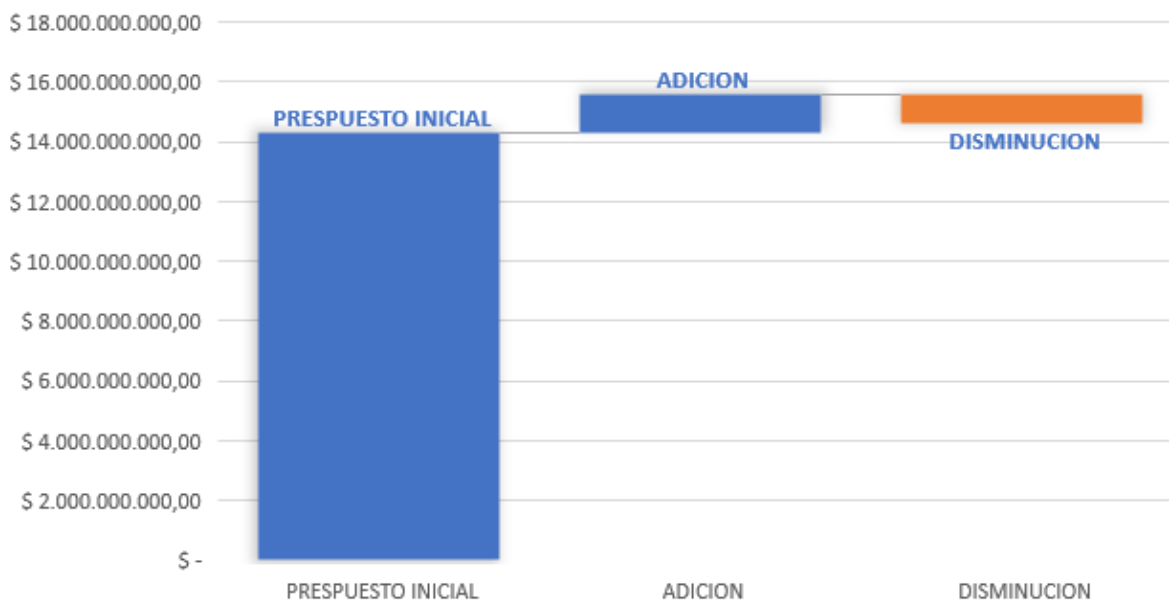
Causas de las prórrogas

Con base en la información recolectada, se calcula la suma total de las adiciones causadas en los contratos de acueducto; así mismo, se suman las cantidades que fueron suprimidas del contrato inicial, con el fin de conocer las razones, por las cuales hubo esa modificación de cantidades con respecto al presupuesto inicial:

### VALOR INICIAL vs. VALOR ADICIONADO TOTALES

PRESUPUESTO INICIAL	\$ 14.279.016.927,00
ADICIÓN	\$ 1.305.025.245,00
DISMINUCIÓN	-\$ 997.900.019,00

*Tabla 5 Cantidades contractuales vs modificaciones presupuestales*



*Gráfico 1 Valor inicial vs. adición al contrato*

Revisando cada una de las adiciones y prórrogas aprobadas por la entidad municipal a los contratos de obra, se encontraron las siguientes causas:

Planificación: Desde la parte de estudios previos y estudios de mercado, no se tuvieron en cuenta los cambios de precios de los materiales y las cantidades necesarias en el presupuesto para su ejecución.

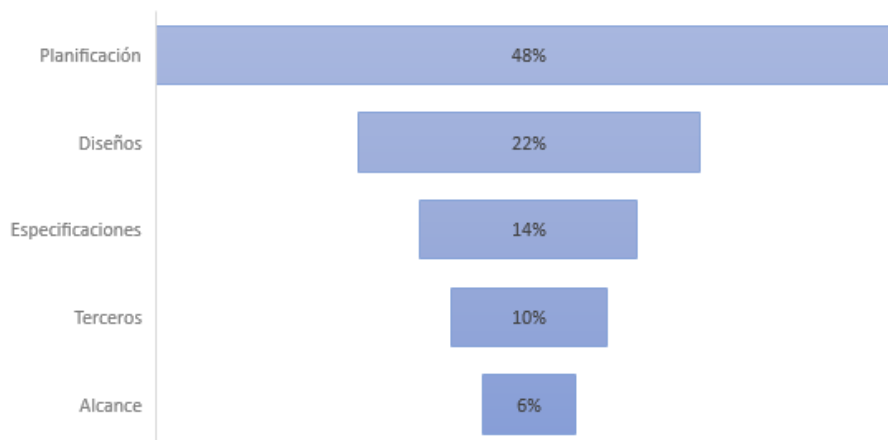
Terceros: Los contratistas manifestaban retrasos en las entregas de algunos de los accesorios necesarios para la infraestructura de acueducto, por parte de los proveedores.

Especificaciones técnicas: Lo requerido por la entidad contratante en el presupuesto, era diferente al instalar en el campo, dado que necesitaban otros accesorios.

Alcance: No se tuvieron en cuenta obras conexas a las contractuales.

Diseños: Los diseños entregados por el contratante, no congeniaban, en algunos casos, con las condiciones locales a contratar.

Dado lo anterior, se realizó el siguiente gráfico para interpretación de lo compilado:



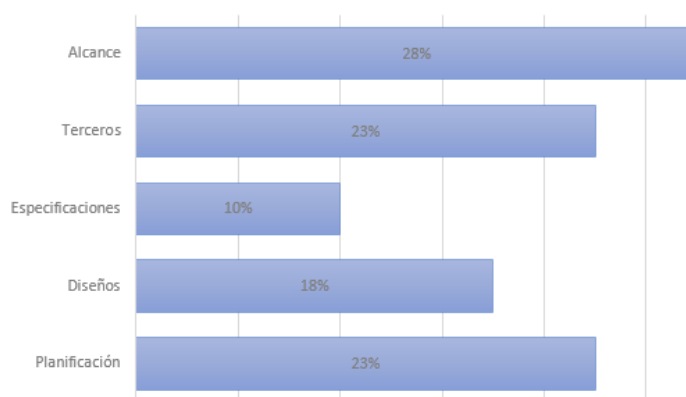
*Gráfico 2 Causas de las adiciones*

### **6.1.1. Análisis**

En la revisión de cada uno de los contratos analizados, y en la clasificación de las causas que gestaron las adiciones presupuestales y las prórrogas contractuales, se tiene

que la más recurrente es la falta de planificación en la elaboración de los contratos y en un estudio de mercado más aterrizado al contexto local del municipio; si bien la inversión en la infraestructura de acueducto es baja para el periodo analizado, cerca del 16% de la inversión, se direcciona para atender los plazos y las cantidades adicionales y extras causadas de la obra.

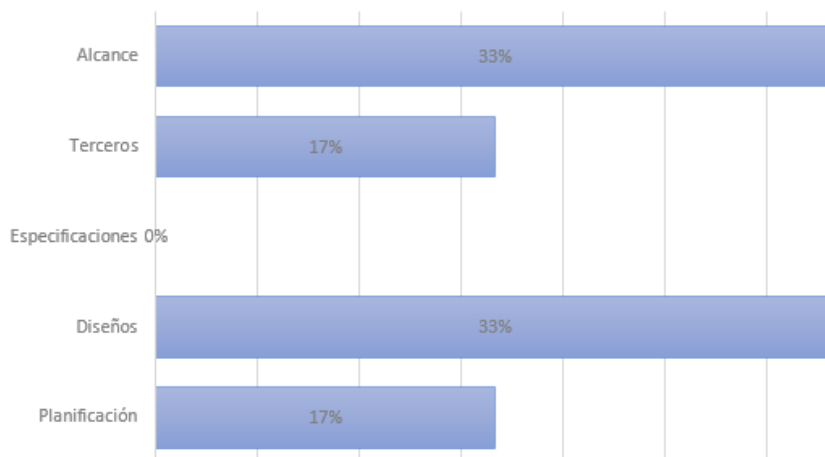
Sumado a eso, las prórrogas presentan la siguiente distribución:



*Gráfico 3 Causas de las prórrogas*

Quiere decir que las prórrogas son generadas por ampliar el alcance del contrato, sea por suministro de materiales y/o accesorias para las redes y así mismo, la definición por parte de la entidad, en las aprobaciones presupuestales y entrega de insumos para la continuidad de la obra.

Para el caso de las suspensiones, tiene un panorama diferente, dado que básicamente dependía de un proveedor para los suministros de materiales por la falta de un buen estudio de mercado y de las entregas definitivas de los alineamientos en los diseños por parte del contratante para la ampliación de los alcances.



*Gráfico 4 Causas de las suspensiones*

Tener en cuenta que tanto las prórrogas y como las suspensiones, generan dos cosas altamente influyentes en el municipio:

La continuidad en la prestación del servicio

El impacto social, ambiental y político que se genera, alrededor de una obra en estado prorrogado o en suspensión.

Dado lo anterior, se puede inferir que la falta de planeación por parte de la entidad contratante, el alcance en cada uno de los entregables del municipio al contratista, ligado al diseño para cada uno de ellos, son las causas más dominantes en el análisis de la muestra tomada, considerando que sus afectaciones están desde lo financiero hasta la programación de actividades.

## **6.2. Caracterización de los riesgos que se pueden presentar en las etapas de planeación y ejecución de infraestructura de acueducto.**

Partiendo de la premisa que la Estructura de Desglose de Riesgo, se basa en la revisión exhaustiva de 29 contratos de obra seleccionados con enfoque en las intervenciones a la infraestructura de acueducto, se extrae de cada uno, los inconvenientes presentados que derivaron modificaciones a los contratos, sea en tiempo, dinero o suspensiones de la obra. Con la revisión canalizada, se identificaron cuáles fueron los riesgos más representativos, su frecuencia, impacto y, sobre todo, como afectó el desarrollo del contrato.

### **6.2.1. Resultados**

A continuación, se describe cada uno de los niveles de esta estructura de riesgos, sin embargo, nos enfocaremos en argumentar los riesgos que nos aplica, según las causas que se identificaron:

**Riesgos jurídicos:** riesgos asociados al incumplimiento de alguna cláusula del contrato, incluso a la misma ejecución de la obra. En este sentido, está incluido todo documento legal y procedimental contractual, que tenga carácter jurídico y a su vez lleve a las partes a desacuerdos o a deficiencias en la prestación del servicio. Para este caso particular, no aplica el riesgo en los contratos analizados.

**Riesgos técnicos:** riesgos asociados a las deficiencias en la ejecución de la obra, diseños técnicos entregados al contratista o no se cumple con las especificaciones técnicas de construcción. Para este caso se derivan dos categorías que son objeto de análisis:

**Diseños:** Corresponde a diseños que no son de la obra, planos que no contemplan los alineamientos topográficos reales, no hay planos para el inicio de actividades, diseño de



obras no contempladas en el presupuesto, entre otras. Para el caso del proyecto, debemos categorizar este riesgo en la matriz de riesgos generales, y como fueron materializados.

**Programación:** Corresponde al no cumplimiento en los tiempos acordados contractualmente, teniendo en cuenta que la ocurrencia para el presente trabajo, supera en la mayoría de los contratos, alrededor de 1 prórroga, llegando al tener, en otros casos, una prórroga en tiempo del 200%. Este riesgo, también hará parte de la matriz de riesgos final para la valoración en la ejecución de actividades.

**Riesgos en la ejecución:** riesgos asociados al desarrollo de actividades, en función de las obras de mantenimiento e infraestructura de redes de acueducto. En la mayoría de los casos, se originan por mal manejo de los recursos al interior del contratista o procedimientos innecesarios para su continuidad o en otros casos, por no tener el contratista, el control de los proveedores en cuanto a las fechas de entregas.

**Riesgos de Administración:** riesgos asociados en la gestión y administración de las partes, que van desde la etapa de planeación hasta la etapa de liquidación, incluyen previamente el recibo de las obras. Para este caso se derivan dos categorías que son objeto de estudio:

**Formulación:** Corresponde a los asociados en las etapas de factibilidad, evaluación y planeación, que incidieron en el desarrollo del proyecto. Considerando el análisis presentado, el proyecto presenta una falta de revisión técnica, valoración de los recursos, estudio de mercado en el contexto, el alcance, diseños iniciales ajustados al campo, obras ya construidas, entre otras consideraciones.

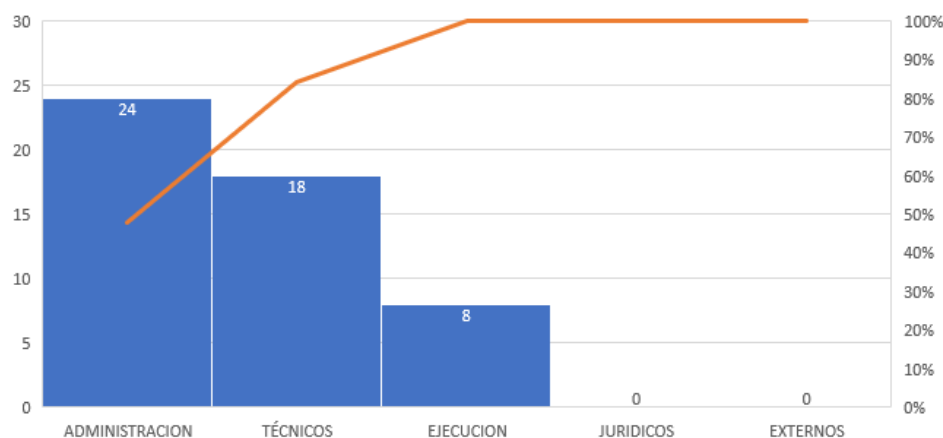
**Presupuesto:** hace parte del componente de la administración, como el indicador más sensible para las valoraciones en tiempo y dinero en los contratos. En estos casos se

pueden presentar dos escenarios a evaluar y que fueron considerados en el trabajo: el primero cuando el valor necesario para terminar el contrato es superior al valor inicial del contrato, es decir, no es suficiente con el contractual y en estos casos, se puede inferir que no hubo un diagnóstico de la elaboración de la propuesta y, por tanto, un aumento en el valor del contrato, lo que implica unas modificaciones en las pólizas y una valoración en tiempo para su ejecución. El segundo escenario ocurre cuando el valor ejecutado es inferior al valor contractual, en estos casos, no hubo un reconocimiento tangible del alcance de la obra y, en consecuencia, una sub-ejecución presupuestal, que se ve reflejado en una equivocada elaboración del presupuesto.

Riesgos Externos: son los riesgos asociados a fenómenos locales o naturales, que son de ocurrencia fortuita y difícilmente previsible, y en caso de que se materialice el riesgo, no tiene imputabilidad para las partes, excepto sea contemplado desde el pliego de condiciones.

### **6.2.2. Análisis**

Con la información recogida en el numeral 6.1. Del presente proyecto, se toman cada una de las causas asociadas a los contratos, teniendo en consideración que cada contrato puede tener asociadas varias causas. Por lo anterior, se agrupan en el Gráfico 5 con el fin de parametrizar los riesgos y realizar un detalle de la frecuencia y el grado de impacto en el contrato posteriormente.



*Gráfico 5 Evaluación de Pareto, riesgos asociados*

Como parte del análisis, se va a analizar el Gráfico 5 con la técnica estadística del diagrama de Pareto, con el fin de evaluar el nivel de prioridad de los riesgos asociados para enfocar la problemática en los objetivos presentados. De conformidad a lo anterior, se puede evidenciar que el nivel de riesgos que presenta mayor frecuencia es el administrativo y marca relevancia en el objeto de análisis por Pareto, considerando que está por encima del 80% de la curva y, dado que está asociada en la parte de la planificación del proyecto, el presupuesto elaborado y el control de la ejecución de la obra, en el contexto local.

Si bien los riesgos técnicos son los que representan el 36% de los cambios en los contratos de acueducto en el municipio de Rionegro, no necesariamente es el que más impacta en lo financiero, pero incide en la probabilidad de ocurrencia y, por tanto, en las prórrogas requeridas.

**6.3. Evaluación de los riesgos desde la perspectiva operativa y financiera, teniendo en cuenta las implicaciones en la planeación e impacto en la ejecución de la infraestructura de servicios públicos domiciliarios.**

El análisis de frecuencia elaborado previamente, muestran algunas características generales de los riesgos, sin embargo, no tiene la connotación de ser detallado, exhaustivo y de carácter valorativo, como lo puede tener un análisis detallado a la probabilidad de ocurrencia, que es un valor sensible en la matriz de riesgos a construir para este tipo de contratos.

### 6.3.1. Resultados

Como parte de la premisa para la evaluación de los riesgos, se va a caracterizar los parámetros mínimos para elaborar la matriz de riesgos asociada a lo revisado previamente.

Dado lo anterior, se establecerá los riesgos asociados para el presente proyecto:

Código del riesgo	Escenario de riesgo
R1	Planificación y estructuración del proyecto.
R2	Diseños
R3	Cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto
R4	Responsabilidad de terceros
R5	Definición de alcances

*Tabla 6 Codificación y escenario del riesgo*

La probabilidad de ocurrencia estadística se da como una característica cualitativa, que se va a clasificar de la siguiente manera:

Valor	Clasificación	Probabilidad estadística	Descripción
5	Muy alta	Mayor del 45%	El evento ocurre permanentemente
4	Alta	45.1% - 35%	El evento se presenta con cierta regularidad. Ocurre muchas veces
3	Media	35.1% - 20%	Evento que se presenta en forma esporádica. Ocurre varias veces.
2	Baja	20.1% - 7%	Evento no habitual. Poco frecuente
1	Muy baja	Menor o igual al 7%	Evento que ocurre en forma excepcional. Muy difícil que ocurra

*Tabla 7 Probabilidad de ocurrencia estadística*

Dado lo anterior, se tabulan los datos conformes con la tipificación del riesgo, y se asigna la probabilidad de ocurrencia de acuerdo con la Tabla 7:

RIESGO	FRECUENCIA	%	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
Planificación	24	48,0%	ADMINISTRACIÓN	MUY ALTA
Diseños	11	22,0%	TÉCNICOS	MEDIA
Especificaciones	7	14,0%		BAJA
Terceros	5	10,0%	EJECUCIÓN	BAJA
Alcance	3	6,0%		MUY BAJA
	<b>50</b>	<b>100,0%</b>		

*Tabla 8 Riesgos y probabilidad de ocurrencia*

Posteriormente, se define la consecuencia o el impacto que causa cada uno de los riesgos, en función del tiempo, de la siguiente manera:

Valor	Clasificación	Tiempo
<b>16</b>	<b>Máxima</b>	Mayor del 45%
<b>8</b>	<b>Mayor</b>	45.1% - 35%
<b>4</b>	<b>Moderada</b>	35.1% - 20%
<b>2</b>	<b>Menor</b>	20.1% - 7%
<b>1</b>	<b>Mínima</b>	Menor o igual al 7%

*Tabla 9 Consecuencia en función del tiempo prórrogas*

Se debe tener en consideración, que la matriz de consecuencia y probabilidad se estimó como una matriz de 5x5 para tener en cuenta los efectos más detallados, en la

relación de impactos, y acorde a la literatura, se asignan valores de 1 a 16, para efectos prácticos del cálculo.

Como consecuencia se tiene la siguiente matriz de consecuencia:

RIESGO	FRECUENCIA	%	TIPO DE RIESGO	CONSECUENCIA
Planificación	18	42,9%	ADMINISTRACIÓN	MAYOR
Diseños	10	23,8%	TÉCNICOS	MODERADA
Especificaciones	6	14,3%		MENOR
Terceros	5	11,9%	EJECUCIÓN	MENOR
Alcance	3	7,1%		MENOR
	<b>42</b>	<b>100,0%</b>		

*Tabla 10 Matriz de consecuencia o impacto*

Teniendo en cuenta lo desarrollado hasta entonces, con la matriz de consecuencia y la matriz de probabilidad de ocurrencia, se formula la matriz de probabilidad vs. consecuencia, basados en el criterio que conservan el mismo tamaño de matriz, permite hacer la ponderación de ambas matrices y ambas convergen en medir el impacto causado en el contrato, es decir, permite identificar cuáles riesgos requieren atención inmediata, de acuerdo al código del riesgo asignado previamente:

PROBABILIDAD		CONSECUENCIA				
		Mínima 1	Menor 2	Moderada 4	Mayor 8	Máxima 16
Muy alta	5				R1	
Alta	4					
Media	3			R2		
Baja	2		R3, R4			
Muy baja	1		R5			

*Tabla 11 Matriz de probabilidad vs. consecuencia*

### **6.3.2. Análisis**

Una vez revisado los conceptos de consecuencia y probabilidad de ocurrencia en los riesgos asignados en los contratos, se realizará la matriz de riesgos, la cual informará cuáles están afectando el desarrollo de los contratos de infraestructura de acueducto en el municipio de Rionegro.

Es por ello que, a partir de lo expresado en el documento, se detalla la matriz de riesgo para los proyectos, resultado de evaluación y seguimiento para los directores de proyectos y gestores de riesgos, con el fin de mitigar y controlar, todas aquellas variables que inciden en la planificación y ejecución de un contrato:

Código del riesgo	Escenario de riesgo	Posibles causas	Posibles efectos	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo
R1	Planificación y formulación de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Personal no idóneo para la elaboración de presupuestos</li> <li>*No cuentan con el personal suficiente para la elaboración de propuestas.</li> <li>* No hubo un inventario acertado para el pedido de materiales</li> <li>*No se hizo un correcto diagnóstico del entorno</li> <li>*Desconocimiento del terreno de intervención, por tanto, no se proyectaron obras necesarias para terminación</li> <li>*Falta de capacitaciones al personal</li> <li>*Intereses personales por encima de los generales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Aumento de obras adicionales al contrato</li> <li>*Ítem de obra extra, de actividades que no estuvieron contempladas en los pliegos.</li> <li>*Cantidad de adiciones presupuestales para el contrato.</li> <li>*Cantidad de prórrogas al contrato, para la atención del proyecto.</li> <li>*Disminución de rendimiento en la ejecución del contrato.</li> <li>*Impactos sociales, en cuanto a las entregas oportunas de obras en el municipio.</li> <li>*Falta de credibilidad en las instituciones gubernamentales.</li> </ul>	Muy alta	Mayor	<b>Extremo</b>



Código del riesgo	Escenario de riesgo	Posibles causas	Posibles efectos	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo
R2	<b>Diseños incompletos o ausentes</b>	<p>*Identificación de cambios y rediseños no contemplados en la fase de diseño del proyecto.</p> <p>*Los diseños entregados no corresponden, en mayor parte, a los predios a intervenir.</p> <p>*Los levantamientos topográficos muy viejos, por tanto, a la hora de contratar, el alineamiento inicial no corresponde al real.</p> <p>*No se cuenta con un área de revisión y aprobación de rediseños de manera rápida en el contratante.</p> <p>*El personal que entrega los diseños, no contempla todas las características necesarias para el inicio de la obra.</p>	<p>*Incremento y sobre-costos del proyecto.</p> <p>*Suspensión parcial o total de actividades</p> <p>*Afectación de la reputación del contratante</p> <p>*Retrasos en los entregables por parte del contratista, en los tiempos contractuales.</p> <p>*Realizar obras de intervención de redes, en puntos donde no es necesario.</p>	Media	Moderada	<b>Tolerable</b>

Código del riesgo	Escenario de riesgo	Posibles causas	Posibles efectos	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo
R3	Especificaciones técnicas y ambientales no claras o incompletas.	<p>*Dependencia / Incumplimiento de proveedores (normatividad, tiempo, especificaciones, calidad, precio).</p> <p>*Afectaciones o daños en la propiedad de terceros, por el cumplimiento de la normatividad asociada-</p> <p>*Desconocimiento, desactualización o inconsistencias de las normas técnicas y/o ambientales.</p> <p>*No tienen el personal técnico actualizado con las vigencias de la norma o personal que no tiene la capacidad de técnica en definir.</p>	<p>*Afectación de la imagen del cliente, derivada de las operaciones de la obra.</p> <p>*Atrasos en la ejecución de las actividades en la obra por falta de los insumos aclaratorios o sancionatorios del contratante.</p> <p>*Tiempos de entrega del insumo tardíos, que son dependientes para otros frentes.</p> <p>*Costos no tangibles en el estado de los entregables</p>	Baja	Menor	Acceptable
R4	Terceros	<p>* Demoras en la obtención de insumos para las intervenciones en plantas de potabilización</p> <p>*Demandas de la comunidad.</p> <p>*Quejas generadas a raíz de actividades ejecutadas por el contratista,</p>	<p>* Retraso en el desarrollo del proyecto</p> <p>* Sobre-costos por negociación de insumos</p> <p>* Realizar rediseños con otras características diferentes a las contractuales</p> <p>* Retrasos en la</p>	Baja	Menor	Acceptable

Código del riesgo	Escenario de riesgo	Posibles causas	Posibles efectos	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo
R5	Alcance de los proyectos incompletos	<p>derivadas de todas las fases del proyecto (PQRS).            * Desacuerdo respecto al precio entre el proveedor y el proyecto.            *Incumplimiento de condiciones socializadas.            *Cambios en las variables de mercado</p>	<p>gestión de permisos ambientales (ocupación de cauces, aprovechamientos forestales).            * Afectación a la reputación (demandas).</p>	Muy baja	Menor	
		<p>*Generación de material particulado que afecte considerablemente las condiciones de vida de la comunidad            *No ejecución de actividades contractuales que generan facturación para el proyecto            *Realización de actividades de obra extra que no generan facturación inmediata para el flujo de caja del proyecto.            *Reparaciones y compensaciones monetarias a usuarios afectados que generan pérdidas económicas.</p>	<p>*Sobre-costos del proyecto.            *Afectación del flujo de caja destinado para invertir en el proyecto.            *Incumplimiento o pago de proveedores.            *Alteración de los objetos de impacto (alcance, costo, tiempo).            *Incumplimiento contractual.</p>			Aceptable

Código del riesgo	Escenario de riesgo	Posibles causas	Posibles efectos	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo
		*No contar con personal altamente capacitado, en la proyección de obra y su influencia en el entorno.				

## **CAPÍTULO V**

### **1. Conclusiones**

Teniendo en cuenta los objetivos planteados, se enumeran a continuación las conclusiones que se toman y, que fueron claramente analizadas desde el punto de vista técnico y estadístico:

Todos los contratos que fueron revisados y analizados, pasaron por un proceso de revisión detallado en cada una de las modificaciones, donde se tuvo en cuenta las razones de por las cuales fueron objeto de cambio y establecer, de esta manera, que el riesgo se materializó y fue insumo necesario, para la estadística formulada en el proyecto.

El análisis de los riesgos, son instrumentos para los directores de proyectos, que permiten reconocer cuáles son los que pueden afectar la consecución de la obra, qué factores pueden alterar desarrollo de un proyecto y cuáles pueden fletar un contrato, desde lo económico hasta lo operacional.

La categoría de riesgos que más se materializó en la ejecución de proyectos de acueducto, fue la de tipo administrativo, en el área de programación y planificación de obra, derivada del contratante. El riesgo que menos se materializó fue el de ejecución, dado que las modificaciones causadas, obedecían a procesos precontractuales y de programación.

De acuerdo con la matriz de probabilidad – Consecuencia, el riesgo de planificación de la obra, es el que presenta mayor impacto en el desarrollo del mismo y a su vez, es el que se debe controlar desde toda perspectiva, toda vez que condiciona el desarrollo y la continuidad de las obras.

Si bien la mayoría de los riesgos son asumidos por el contratista, para el presente caso la mayoría de los riesgos, deben ser reconsiderados por la entidad contratante, dado que, desde su planeación y formulación, no contaba con todos los elementos necesarios para que el contratista llevara a cabo el contrato a feliz término. Los demás riesgos, deben ser asumidos por ambas partes, pues bien, unos limitan con el tema de la revisión de las especificaciones y el otro, con la actualización de la normativa.

## Referencias

- Forero González, E., & Arboleda Díaz, C. (2017). Identificación de riesgos en la red del acueducto Acuacombia del municipio de Pereira
- Ortiz García, K. N. (2020). Formulación del plan de gestión de riesgo para el Acueducto Veredal de Doima, La Mesa-Cundinamarca
- Díaz Castañeda, V. M. (2017). Análisis de gestión del riesgo en la quebrada La Honda como fuente abastecedora del acueducto municipal de Los Patios, Norte de Santander
- Barahona Cano, V. (2021). Apoyo en las acciones enfocadas en la mitigación de los efectos provocados por las lluvias, la gestión del riesgo y asesoría en cuanto al acueducto y saneamiento básico del municipio de Copacabana
- Méndez, M., & Revelo, M. Evaluación del riesgo y capacidad de respuesta del sistema Palmeras del acueducto municipal ante deslizamientos y avenidas torrenciales en Mocoa, Putumayo
- Rizzo Caamaño, V. H. (2022). Elaboración del mapa de riesgos de la calidad del agua para consumo humano del sistema de acueducto de La Vereda el Vallito Jurisdicción del Municipio de Astrea Departamento del Cesar
- González Angarita, V. M. (2018). El impacto en la planeación del proyecto construcción acueducto veredal Fruticas municipio de Chipaque
- HILLSON, David. Risk Doctor Briefing - Describiendo el Riesgo: ¿Cuántos Detalles?, 2004
- Giraldo Ortiz, S., & Carvajal Castaño, V. C. (2019). Factores de riesgo de la calidad del agua para consumo humano y morbilidad sentida en usuarios del acueducto la Hondita Hojas Anchas, Guarne 2017

Terhan Vivas, N. F. (2018). Líneas de acción para la mitigación del riesgo por caída de ceniza volcánica en el sistema de acueducto de la cabecera municipal de Nariño, departamento de Nariño

Díaz-Valencia, I. J. (2017). Modelo de reporte de daños de la infraestructura de los sistemas de acueducto en Colombia.

Ramos-Parra, Y. J., & Pinilla-Roncancio, M. V. (2020). Calidad de agua de consumo humano en sistemas de abastecimiento rurales en Boyacá, Colombia

ALCALDÍA DE RIONEGRO ANTIOQUIA (Secretaría Local de Salud, 2011).

ARTURO M. Lauro Horacio. Diseño básico de acueductos y alcantarillados. Medellín: Empresa de acueducto y alcantarillado de Medellín. 1998.

BÁEZ NOGUERA, Jorge. Ingeniería ambiental. Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales. Barranquilla: Ediciones Uninorte, 2004. p. 60.

López, R.A. (2003, julio). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería.

Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico:

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, COLOMBIA. Resolución 0330 (2017). Por la cual se dota el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico “RAS”.; Medellín

RIVAS M., Gustavo. Abastecimiento de Aguas y Alcantarillados. Caracas, Venezuela: Ediciones Vega. 1983.



PRIETO BOLÍVAR, Carlos Jaime. El agua: Sus formas, efectos abastecimiento, daños y conservación. Bogotá. 2004. 2 ed. P 42. Ecoe ediciones.

BLANCO PEREZ, Sergio Javier. Propuesta de un plan de acción para la reducción de pérdidas comerciales derivadas del agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. “amb”.2008.

CRA. Proyecto de Reducción de pérdidas de Agua Potable y Reforma del Marco Regulator. Comisión de Regulación de Agua Potable Y Saneamiento Básico (CRA). 2007.

CRA. Nivel de pérdidas aceptable para el cálculo de los costos de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado. 2013.

DURAN GUEVARA, Leidy Andrea. Plan de acción para la reducción de pérdidas comerciales de agua no contabilizada en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.2014.

GARCÍA, Ángel Alonso. Conceptos de Organización Industrial. Marcombo Editores.

LAHLOU, Zacharia. Tecnología en Breve-Detección de Fugas y Control de Pérdida de Agua. {En línea}. {Julio 2015} Disponible en:

<[http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009\\_tb/spanish/leak\\_detectionn\\_DWFSOM138.pdf](http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009_tb/spanish/leak_detectionn_DWFSOM138.pdf)>

LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados; Segunda edición.

PÉREZ ORTEGA, Giovanni y SOTO CAMARGO, Ana María. Propuesta Metodológica para el mejoramiento de procesos utilizando un enfoque Harrington y la Norma ISO 9004. Revista Universidad EAFIT. Agosto 2005.

SCHROEDER, Roger. Administración de Operaciones, Casos y Conceptos Contemporáneo. Quinta edición.

Sistema de información ambiental de Colombia SIAC. {En línea}. {Agosto 2015}.  
Disponible en <[www.siac.gov.co](http://www.siac.gov.co)>

**Anexos**

ANEXO\_1